GOVERNMENT OF TAMIL NADU

ഹയർസെക്കന്ററി ഒന്നാം വർഷം

HIGHER SECONDARY FIRST YEAR

ഭൗതിക ശാസ്ത്രം

PHYSICS

വാല്യം - I

VOLUME - I

MALAYALAM MEDIUM

Department of School Education

Untouchability is Inhuman and a Crime

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 1 26/07/2022 14:32:55

Government of Tamil Nadu

First Edition - 2022

Reprint - 2023, 2024

(Published under new syllabus)

Content Creation

State Council of Educational
Research and Training

© SCERT 2022

Printing & Publishing

Tamil Nadu Textbook and Educational
Services Corporation

www.textbooksonline.tn.nic.in

EE_Malayalam_FM.indd 2 03-01-2024 11:47:29

ഉള്ളടക്കം

ഊർജ്ജതന്ത്രം

യൂണിറ്റ് സംഖ്യ	പാഠവിവരം	പേജ്	മാസം
യൂണിറ്റ് I	ഭൗതികപ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സ്വഭാവവും മാപനവും	01	**ജൂൺ**
യൂണിറ്റ് II	ചലനാത്മകത	41	**ജൂൺ-ജൂലൈ**
യൂണിറ്റ് III	ചലന നിയമങ്ങൾ	105	**ജൂലൈ-ഓഗസ്റ്റ്**
യൂണിറ്റ് IV	പ്രവർത്തി, ഊർജ്ജം, ക്ഷമത	167	**ഓഗസ്റ്റ്**
യൂണിറ്റ് V	ഒരു കണികാ സംഹിതയുടേയും ദൃഢവസ്തുക്കളുടേയും ചലനം	208	**സെപ്റ്റംബർ**
	അനുബന്ധം 1	266	
	അനുബന്ധം 2	290	
	അനുബന്ധം 3	297	
	അനുബന്ധം 4	298	
	പദശേഖരം	300	

5G7F8

E-പുസ്തകം

6UAQJ

മൂല്യനിർണ്ണയം

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 3 26/07/2022 14:32:56

പുസ്തകം ഉപയോഗിക്കുന്ന വിധം

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ വ്യാപ്തി

- ഉന്നതപഠനത്തെ കുറിച്ചും സ്ഥാപനങ്ങളെ കുറിച്ചും ആവശ്യമായ മത്സര പരീക്ഷകളെ കുറിച്ചുമുള്ള അവബോധം നൽകുന്നു.
- സാമ്പത്തിക സഹായം ആവശ്യമായവർക്ക് ഉന്നത വിദ്യാഭ്യാസത്തിനുള്ള ഏണിപ്പടിയാകുന്നു

പഠനഉദ്ദേശ്യങ്ങൾ:

- അദ്ധ്യായങ്ങളുടെ അവലോകനം ലക്ഷ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വ്യക്തതയും
- വിഷയങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രചോദനവും നൽകുന്നു



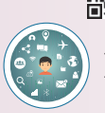
- ജിജ്ഞാസപരമായ പഠനത്തിന് ഉപകരിക്കുന്ന വിധത്തിലുള്ള വിഷയബന്ധമുള്ള കൂടുതൽ സത്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്

ഉദാഹരണ പ്രശ്നങ്ങൾ

- ഒരു സ്റ്റേജിൽ നിന്ന് അടുത്ത ചെലവിലേക്ക് പോകുന്നതിനു മുമ്പ് മതിയായ ഉദാഹരണങ്ങൾ കൊടുത്ത് മനസ്സിലാക്കിക്കൊടുക്കുന്നത് ഉറപ്പു നൽകുന്നു.



- ആശയങ്ങളുടെയും ഉദാഹരണങ്ങളുടെയും നേർക്കാഴ്ച പ്രതിനിധീകരണം
- വീഡിയോകൾ, അനിമേഷനുകൾ, ട്യൂട്ടോറിയലുകൾ



ICT

- ക്ലാസ്സ്മുറികളിലെ പഠനത്തിൽ ഡിജിറ്റൽ കഴിവുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു

സംഗ്രഹം

- പാഠഭാഗത്തിന്റെ സുപ്രധാന വസ്തുതകളുടെ ചുരുക്കം

ആശയ ചിത്രം

- വിവിധ അദ്ധ്യായങ്ങളുടെ സവിശേഷതയാർന്ന വിഷയങ്ങളുടെ രൂപരേഖ സൃഷ്ടിക്കുക

മൂല്യനിർണ്ണയം

- വിദ്യാർത്ഥികളുടെ ധാരണകളെ വിലയിരുത്തുകയും സംഖ്യ, ആശയപരമായ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഭൗതിക ആശയങ്ങളെ പ്രയോഗത്തിൽ വരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

പരാമർശഗ്രന്ഥങ്ങൾ

- കൂടുതൽ വായനയ്ക്കായി പ്രശസ്തമായ ഗ്രന്ഥങ്ങളുടെ പട്ടിക

നിർദ്ധാരണം ചെയ്യപ്പെട്ട ഉദാഹരണങ്ങൾ

- സംഖ്യാപ്രശ്നങ്ങൾ, ആശയപ്രശ്നങ്ങൾ എന്നിവ നിർദ്ധാരണം ചെയ്ത് യന്ത്രവിജ്ഞാനത്തിലെ പ്രശ്നങ്ങൾ എപ്രകാരം സുഗമമായി ചെയ്യാം എന്ന് വിദ്യാർത്ഥികൾക്ക് മനസ്സിലാക്കി കൊടുക്കുന്നു1

മത്സരപരീക്ഷാ കോർണർ

- മത്സരപരീക്ഷകളായ NEET, JEE, Physics Olympiad, JIPMER പോലുള്ളവയിൽ കുട്ടികളെ സഹായിക്കാൻ വേണ്ട പ്രചോദനം നൽകുന്ന മോഡൽ ചോദ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്

അനുബന്ധം

- ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ക്രമേണയുള്ള വളർച്ചയെ കുറിച്ചുള്ള കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്

പദപരിചയം

- ശാസ്ത്രീയ പദങ്ങൾ അവയുടെ മലയാള പരിഭാഷളാക്കി ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്

ഭൗതിക ശാസ്ത്രപഠന ശരിയായ രീതിയിൽ

- ശരിയായ രീതിയിൽ പഠിക്കുന്നതിന് ആശയം മനസ്സിലാക്കണം പിന്നീട് അതിനു യോജിച്ച ഗണിത സമീകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കണം.
- ഓരോ സമീകരണവും ഒരു പ്രതിഭാസത്തെയോ അല്ലെങ്കിൽ വ്യത്യസ്ഥ അളവുകളുടെ ബന്ധത്തെയോ കുറിക്കുന്നതായിരിക്കും. ഇവയെ ഗ്രാഫ വരച്ച് ചിത്രരൂപേണ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യാം.
- ഇത് പുസ്തകം പൂർണ്ണമായും വായിക്കുമ്പോൾ മനസ്സിലാവുന്നതാണ്.

പുസ്തകത്തിന്റെ മൂല്യസങ്കലനം

- ഭൗതിക പ്രതിഭാസം, വിവരിക്കുന്നതിന് ഗണിത വിഷയങ്ങളായ വെക്ടാറുകൾ, ഡിഫറൻസിയേഷൻ, ഇന്റഗ്രേഷൻ എന്നിവ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതാണ്.
- ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം എന്നത് ഇത്തരത്തിലുള്ള വിഷയങ്ങളുടെ ഉൾപ്പെടുത്തലുകൾ തന്നെയാണ്.
- ഇന്ന്കുട്ടികൾഉന്നതവിദ്യാഭ്യാസമേഘലകളായഎൻജിനീയറിംഗ്,ശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക വിഷയങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നേരിടുന്ന ബുദ്ധിമുട്ടുകൾ ഇത്തരത്തിലുള്ള വെക്ടറുകളുടെ ഉപയോഗവും അടിസ്ഥാന ഗണിത ശാസ്ത്രങ്ങൾ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലുൾപ്പെടുത്തിയതും കാരണം ഭാവിയിൽ ഉണ്ടാവില്ല.

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 4 26/07/2022 14:32:56

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 5

Scope of Physics - Higher Education



Exams

- JEE-Joint Entrance Examination
- Physics Olympiad Exam
- NEET- National Eligibility and Entrance Test
- NEST- National Entrance Screening Test
- AIEEE- All India Engineering Entrance Exam
- AIIMS- All India Institute of Medical Science (Entrance Examination)
- JIPMER- Jawaharlal institute of Postgraduate Medical Education and Research (Entrance Examination)
- KVPY- Kishore Vaigyanik Protsahan Yojana
- JAM- Joint Admission Test
- TIFR GS - Tata Institute of Fundamental Research Graduate School Admissions Examination
- JEST- Joint Entrance Screening Test
- NET- National Eligibility Test (CSIR and UGC)
- GATE-Graduate Aptitude Test in Engineering
- ICAR -AIEEA-Indian Council of Agricultural Research All India Entrance Examination



After completing +2

- B.Sc (Physics)
- Integrated M.Sc (Physics) (Central Universities)
- Integrated M.Sc (in Central Research Institutes through NEST and KVPY with stipend)
- B.Sc./B.S./B.Stat./B.Math./M.S. in Mathematics, Chemistry and Biology. (KVPY)
- B.E/B.Tech/ B.Arch (JEE, AIEEE in IITs and NITs) MBBS/ B.D.S/B.Pharm (NEET, JIPMER, AIIMS)
- B.Sc. (Agriculture) (ICAR -AIEEA)
- Dual Degree Program BS & MS (JEE, JEST in IITs and IISERs)
- B.Sc (Hospitality administration)
- B.Sc (Optoelectronics)
- B.Sc (Optometry)
- B.Tech (Optics and Optoelectronics)





After completing undergraduate course in Physics (B.Sc Physics)

- M.Sc. (Physics) (In Central and State Universities and Colleges)
- M.Sc. Physics (JAM in IISc ,IITs and NITs)
- M.Sc. (In State and Central Universities)
- Medical Physics
- Materials Science
- Energy
- Earth Sciences
- Space science
- Oceanography
- Remote sensing
- Electronics
- Photonics
- Optoelectronics
- Acoustics
- Applied electronics
- Astronomy and Astrophysics
- Nanoscience and Nanotechnology
- Biostatistics
- Bio informatics
- Vacuum sciences

26/07/2022 14:32:56

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 6

Opportunities after B.Sc. Physics



Jobs in Government Sector

- Indian Forest Services
- Scientist Job in ISRO, DRDO, CSIR labs
- Union Public Service Commission
- Staff selection commission
- Indian Defence services etc.
- Public sector Bank
- State PCS
- Grade III & Compiler Post
- Tax Assistant
- Statistical Investigator
- Combined Higher Secondary
- Combined Graduate Level Exam etc.



Financial assistance to pursue higher education

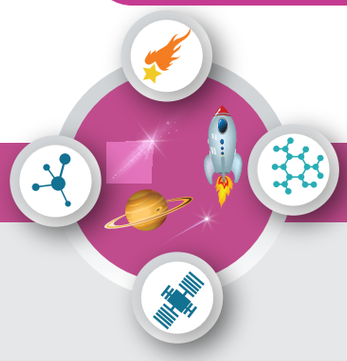
Scholarships for graduate and post graduate courses

- International Olympiad: for getting stipend for Higher Education in Science and Mathematics
- DST – INSPIRE Scholarships (for UG and PG)
- DST – INSPIRE Fellowships (for Ph.D)
- UGC National Fellowship (for Ph.D)
- Indira Gandhi Fellowship for Single girl child (for UG and PG)
- Moulana Azad Fellowship for minorities (for Ph.D)
- In addition various fellowships for SC/ST/PWD, OBC etc are available.
- Visit website of University Grants Commission (UGC) and Department of Science and Technology (DST)

26/07/2022 14:32:57

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 7

Institutes in india to pursue research in physics



After completing Post Graduate course in Physics (M.Sc Physics)

Topics of Research

- Quantum Physics and Quantum Optics
- Astrophysics, Astronomy
- String theory, Quantum gravity
- Mathematical Physics, Statistical Mechanics
- Quantum Field Theory
- Particle Physics and Quantum Thermodynamics
- Quantum information theory
- Condensed Matter Physics, Materials Science
- Electro magnetic Theory
- Black Holes, Cosmology
- Crystal Growth, Crystallography
- Spectroscopy, Atomic, Molecular and Optical Physics
- Nano Science and Nanotechnology
- Energy and Environment Studies
- Biophysics, Medical Physics
- Cryptography, Spintronics
- Optics and Photonics
- Meteorology and Atmospheric Science

Research Institutions in various areas of science

Name of the Institution	Website
Indian Institute of Science (IISc) Bangalore	www.iisc.ac.in
Raman Research Institute (RRI) Bangalore	www.rri.res.in
Institute of Mathematical Sciences (IMSc) Chennai	www.imsc.res.in
Indian Association for Cultivation of Science (IACS) Calcutta	www.iacs.res.in
Chennai Mathematical Institute (CMI) Chennai	www.cmi.ac.in
Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) Mumbai	www.tifr.res.in
Bhaba Atomic Research centre (BARC) Mumbai	www.barc.gov.in
SN Bose centre Basic Natural science Calcutta	www.bose.res.in
Indian Institute of Space Science and Technology (IIST) Trivandrum	www.iist.ac.in
Physics Research Laboratory (PRL) Ahmedabad	www.prl.res.in
Indian Institute of Astrophysics (IIA) Bangalore	www.iiap.res.in
Institute of Physics (IOP) Bhubaneswar	www.iopb.res.in
Institute for Plasma Research (IPR) Gujarat	www.ipr.res.in
Inter university centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) Pune	www.iucaa.in
Indira Gandhi centre for Atomic Research (IGCAR), Kalpakkam	www.igcar.gov.in
Hyderabad central university, Hyderabad	www.uohyd.ac.in
Delhi University, Delhi	www.du.ac.in
Mumbai University, Mumbai	www.mu.ac.in
SavithiribaiPhule Pune university, Pune	www.unipune.ac.in
National Institute of Science Education and Research (NISER), Bhubaneshwar	www.niser.ac.in
IISER Educational Institutions	www.iiseradmission.in
Indian Institute of Technology in various places (IIT's)	www.iitm.ac.in
National Institute of Technology (NITs)	www.nitt.edu
Jawaharlal Nehru University (JNU)	www.jnu.ac.in
Central Universities	www.ugc.ac.in
State Universities	https://www.ugc.ac.in
CSIR – Academy (National laboratories, Delhi, Hyderabad, Trivandrum, Chennai, Calcutta etc)	

26/07/2022 14:32:57

ഭൗതിക ശാസ്ത്രം
PHYSICS

വാല്യം - I

VOLUME - I

MALAYALAM MEDIUM

XI Std Physics Introduction Vol-1 Malayalam.indd 8 26/07/2022 14:32:57

അദ്ധ്യായം
1

ഭൗതിക പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ സ്വഭാവവും മാപനവും

"വിദ്യാഭ്യാസം വസ്തുക്കളുടെ പഠനമല്ല മറിച്ച് ചിന്തിക്കാനുള്ള മനസ്സിന്റെ പരിശീലനമാണ്" – ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ

പഠന ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ നിന്നും വിദ്യാർത്ഥി മനസ്സിലാക്കുന്നത്.

- ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തുന്ന കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ
- ഭൗതിക അളവുകളുടെ പ്രാധാന്യം
- വ്യത്യസ്ത മാത്രകളുടെ തരങ്ങൾ
- പിശകുകളെയും തിരുത്തലുകളെയും കുറിച്ചുള്ള ധാരണ ഭൗതിക ശാസ്ത്ര അളവുകളിൽ.
- സുപ്രധാന കണക്കുകളുടെ പ്രാധാന്യം.
- പരിണാമങ്ങളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി ഭൗതിക അളവുകളുടെ ഏക സമാനതയെ പരിശോധിക്കൽ.

1.1 ശാസ്ത്രം-ആമുഖം

സയൻസ് എന്ന പദത്തിന്റെ ഉൽപ്പത്തി ലാറ്റിൻ ക്രിയാപദമായ സയന്റിയ (അറിയുക) എന്നതിൽ നിന്നാണ് മലയാള ഭാഷയിൽ ശാസ്ത്രം എന്നത് അർത്ഥമാക്കുന്നത് സത്യത്തെ അറിയുക എന്നതാണ് പ്രകൃതിയിൽ സംഭവിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത പ്രതിഭാസങ്ങളെ കുറിച്ചറിയുവാനുള്ള മനുഷ്യമനസ്സിന്റെ ആകാംക്ഷ എല്ലാ കാലത്തുമുള്ളതാണ്. രാത്രിയിൽ ആകാശത്തു തെളിയുന്ന ജ്യോതിർ ഗോളങ്ങൾ, ഋതുഭേദങ്ങളുടെ ചാക്രികത, മഴവില്ല് ഉണ്ടാകുന്നത് എന്നിങ്ങനെയുള്ള അനേകം അത്ഭുത പ്രതിഭാസങ്ങളാണ് ചുറ്റിലും ഈ അത്ഭുത പ്രതിഭാസങ്ങളിലെ പരസ്പരാശ്രിതവും, അർത്ഥപൂർണമായ ബന്ധങ്ങളും മനസ്സിലാക്കിയെ ടുക്കുന്നതിന് മനുഷ്യന്റെ അന്വേഷണാത്മകമായ മനസ്സ് ശ്രമിക്കുന്നു. നിതാന്തമായ ഇത്തരം പരിശ്ര മങ്ങൾ മനുഷ്യ വംശത്തെ അധുനികശാസ്ത്രത്തി ലേക്കും, സാങ്കേതിക വിദ്യകളിലേക്കും നയിച്ചു. ചിട്ടയായ നിരീക്ഷണം, പരീക്ഷണം, കാര്യകാരണ വിചിന്തനം എന്നിവയിലൂടെ ലഭിക്കുന്ന അറിവിനെ ശാസ്ത്രം എന്നു പറയാം. നിർജ്ജീവ വസ്തുക്കളുടെ പഠനത്തെ ശാസ്ത്രത്തിൽ ഭൗതീക ശാസ്ത്രം (ഊർജ്ജതന്ത്രം, രസതന്ത്രം) എന്നും ജീവജാലങ്ങളെ കുറിച്ചുള്ള പഠനത്തെ ജൈവശാസ്ത്രം എന്നും പറയുന്നു (സസ്യശാസ്ത്രം, ജന്തുശാസ്ത്രം തുടങ്ങിയവ).

പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങളെപറ്റിയുള്ള ആകാംക്ഷ ഭരിതമായ നിരീക്ഷണങ്ങളാണ് ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഉത്ഭവത്തിന് കാരണമായത്. ശാസ്ത്രം എന്ന പദം 19ാംനൂറ്റാണ്ടുമുതൽതന്നെഉപയോഗിച്ച്വരുന്നുണ്ട്. പുരാതന കാലങ്ങളിൽ ഭൗതികശാസ്ത്രം എന്നാണ് ശാസ്ത്രം അറിയപ്പെട്ടിരുന്നത് ആധുനിക നാഗരികതയിൽ വാനശാസ്ത്രം, രസതന്ത്രം, മനുഷ്യശരീര ശാസ്ത്രം, കൃഷി എന്നിവയെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കി, പരിശീലിച്ചിരുന്നു. എഴുത്തു സമ്പ്രദായം വികസിപ്പിക്കുന്നതിന് മുമ്പ് വാക്കുകൊണ്ടുള്ള ആശയവിനിമയത്തിലൂടെയാണ് അറിവ് കൈമാറിയിരുന്നത് വാന ശാസ്ത്രം മുതൽ വൈദ്യശാസ്ത്രം വരെയുള്ള ശാസ്ത്രപുരോഗതിയുടെ പ്രാചീന മുൻഗാമികൾ ഈജിപ്റ്റുകാരാണ്. സിന്ധുനദീതട സംസ്കാരം (3300 – 1300 BC(BCE) മുതൽ തന്നെ ഇന്ത്യാക്കാർ ഗണിതം, ശാസ്ത്രം എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ പ്രാപ്തരായിരുന്നു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 1 21-07-2022 12:40:56

ഇന്ത്യൻ ഭരണഘടന നിയമം ആർട്ടിക്കിൾ 51അ (വ) –ൽ അടിസ്ഥാന ഉത്തരവാദിത്വങ്ങൾ ഭാഗം കഢ പ്രകാരം ഇന്ത്യയിലെ ഓരോ പൗരനും മാനവികത, ശാസ്ത്രബോധം എല്ലാത്തിനോടും ഒരു അന്വേഷണ, പരിഷ്കരണ ആസക്തി എന്നിവ വളർത്തി എടുക്കേണ്ടതുണ്ട് ഇതാണ് നമ്മുടെ ശാസ്ത്ര വിജ്ഞാനത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം.

1.1.1 ശാസ്ത്രീയ രീതി

പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങളെയും അവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങളെ കുറിച്ചും സമർത്ഥിക്കുന്ന ഘട്ടം ഘട്ടമായുള്ള അവലോകനമാണ് ശാസ്ത്രീയരീതി ഏതൊരു ശാസ്ത്രീയ രീതിയിലും താഴെപ്പറയുന്ന ചില പൊതുവായ സവിശേഷതകൾ ഉൾപ്പെടുന്നു.

(i) ചിട്ടയായ നിരീക്ഷണം

(ii) സംയമനത്തോടു കൂടിയുള്ള പരീക്ഷണം

(iii) ഗുണപരവും പാരിമാണികവുമായ ന്യായീകരണം.

(iv) ഗണിതപരമായ മാതൃകകൾ

(v) പ്രവചനവും സ്ഥിതീകരണവും അല്ലെങ്കിൽ സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ വ്യാജവത്ക്കരണം

ഉദാഹരണം

ഒരു ലോഹദണ്ഡിനെ ചൂടാക്കുന്നു എന്ന് കരുതുക. ദണ്ഡിന്റെ ഒരഗ്രം ചൂടാക്കുമ്പോൾ മറ്റേ അഗ്രത്തിലോടും താപം വ്യാപിക്കുന്നു. ഈ നിരീക്ഷണത്തിൽ നിന്നും താഴെപറയുന്ന ചോദ്യങ്ങൾ ചോദിക്കാവുന്നതാണ്.

a) ചൂടാകുമ്പോൾ ദണ്ഡിനുള്ളിൽ എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്?

b) ദണ്ഡിന്റെ മറ്റേ അഗ്രത്ത് എപ്രകാരമാണ് താപം വ്യാപിക്കുന്നത്?

c) എല്ലാ വസ്തുക്കളിലും ഈ പ്രതിഭാസം സാധ്യമാണോ?

d) ഒരു വസ്തുവിലൂടെ താപം കടന്നുപോകുകയാണെങ്കിൽ താപത്തിനെ വീക്ഷിക്കാൻ സാധിക്കുമോ?

മേൽപ്പറഞ്ഞ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തുന്ന രീതിയാണ് ശാസ്ത്രീയ അന്വേഷണം.

താപത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന പ്രതിഭാസങ്ങളെ കുറിച്ച് അദ്ധ്യായം – 8 ൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്.

നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ

ബിസി 350 ൽ അരിച്ച് റ്റോട്ടിൽ ആണ് ഫിസിക്സ് എന്ന പദം ആദ്യമായി അവതരിപ്പിച്ചത്.

1.2 ഭൗതീക ശാസ്ത്രം ആമുഖം

പ്രകൃതി എന്നർത്ഥമുള്ള ഗ്രീക്ക് പദമായ ഫ്യൂസിസിൽ നിന്നാണ് ഭൗതീകശാസ്ത്രം എന്ന ഫിസിക്സ് പദം രൂപം കൊണ്ടത്. പ്രകൃതിയെയും പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള പഠനം ഭൗതീക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ മറ്റു എല്ലാ ശാസ്=ത്രങ്ങളുടേയും അടിസ്ഥാനമായി ഭൗതീകശാസ്ത്രം കരുതപ്പെടുന്നു.

ഭൗതികശാസ്ത്രം നേരിടുന്ന രണ്ട് പ്രധാന വെല്ലുവിളികളാണ് ഏകീകരണവും ന്യൂനീകരണവും ഏതാനും ധാരണകളുടെയും കുറച്ചു സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെയും പിൻബലത്തിൽ വൈവിധ്യപൂർണമായ ഭൗതീക പ്രതിഭാസങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിന് ഏകീകരണം എന്നു പറയുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു വസ്തു സ്വതന്ത്രമായി ഭൂമിയിലേക്ക് വീഴുന്നതും ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ ചുറ്റി കൊണ്ടിരിക്കുന്നതും, സൗരയൂഥഗ്രഹങ്ങൾ സൂര്യനെ പരിക്രമണം ചെയ്തു കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുമൊക്കെ വിശദീകരിക്കപ്പെടുന്നത് ന്യൂട്ടന്റെ സാർവ്വത്രിക ഭൂഗുരുത്വ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് (അദ്ധ്യായം 6) ഇപ്രകാരം പ്രകൃതിയിലെ അടിസ്ഥാന ബലങ്ങളെ ഏകീകരിക്കുന്നു.

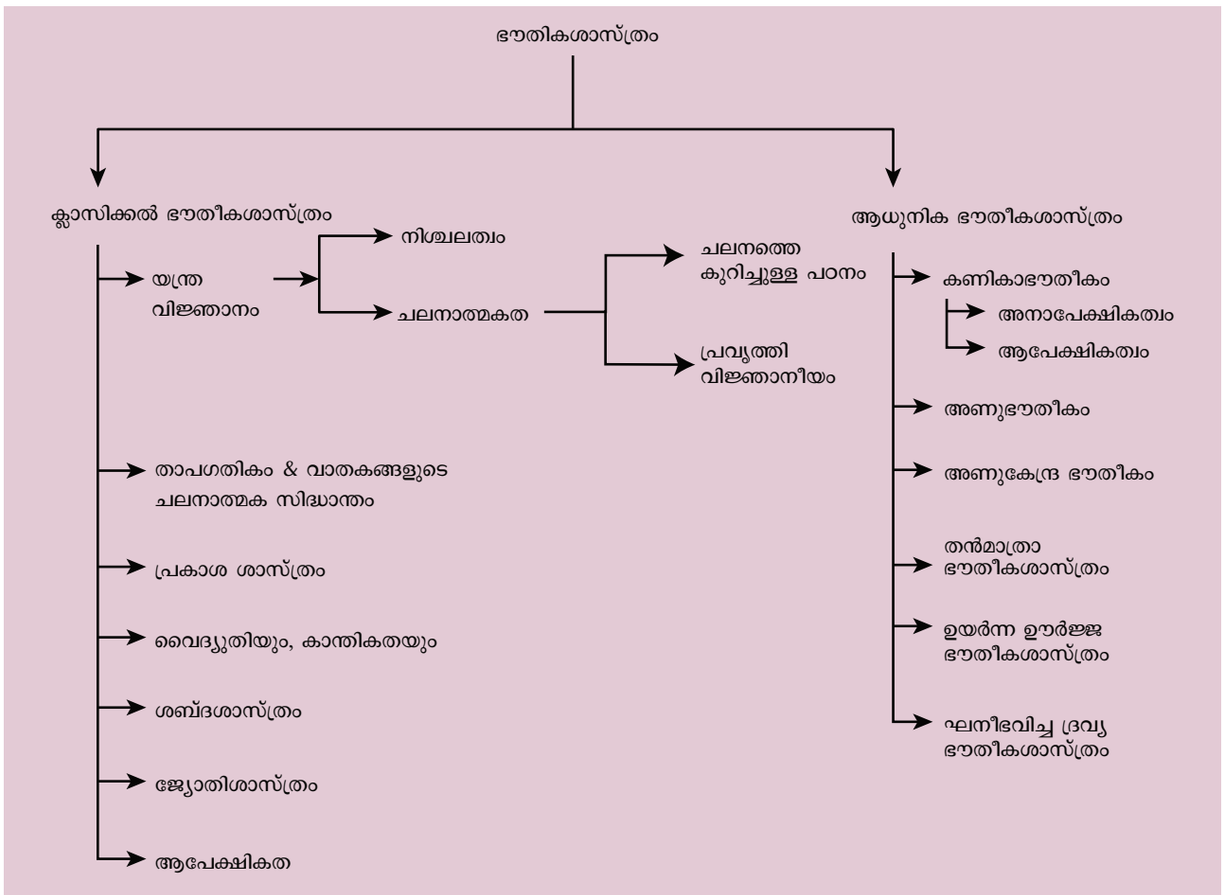
ഒരു ചെറിയ വസ്തുതയിൽ നിന്നും അതിന്റെ തന്നെ സങ്കീർണ്ണവ്യവസ്ഥയെ വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള സമീപനത്തെ ന്യൂനീകരണം എന്നുപറയുന്നു. ഉദാഹരണം സ്ഥൂലവ്യവസ്ഥയിൽ സ്ഥൂല പരിമാണങ്ങളായി പെരുമാറുന്ന താപം, എൻട്രോപ്പി എന്നിവ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിനായി ഉടലെടുത്ത താപഗതികം (അദ്ധ്യായം 8) പിന്നീട് ഈ പരിമാണങ്ങളിലേക്ക് ഗതിക നിയമത്തിന്റെയും (അദ്ധ്യായം 9) സ്ഥിതി വിവരസങ്കേതികതയുടെയും സ്വാധീനം കടന്നുവരുന്നതോടുകൂടി ആ സ്ഥൂലവ്യവസ്ഥ ആകെത്തന്നെ തൻമാത്രതലത്തിൽ വ്യവഹരിക്കപ്പെടാനിടയാവുന്നു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 2 21-07-2022 12:40:56

1.2.1 ഭൗതിക ശാസ്ത്ര ശാഖകൾ

അടിസ്ഥാന ശാസ്ത്രം എന്ന നിലയിൽ ഭൗതിക ശാസ്ത്രം, പ്രകൃതിയുടെ നിയമങ്ങൾ അനാവരണം ചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ആവിഷ്ക്കാരത്തിന്റെ ഭാഷ ഗണിത ശാസ്ത്രമാണ്. പുരാതന കാലത്ത് മനുഷ്യർ പ്രകൃതിയോടിണങ്ങിയാണ് ജീവിച്ചിരുന്നത്. അവരുടെ ജീവിതരീതി പ്രകൃതിയുമായി സമാന്യയിപ്പിച്ചിരുന്നു. നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും മറ്റ് ആകാശ ഗോളങ്ങളുടെയും ചലനത്തിൽ നിന്നുള്ള സൂചനകൾ അവർക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. ആകാശത്തെ നോക്കി വിതയ്ക്കാനും കൊയ്യാനുമുള്ള സമയം അവർക്ക് നിർണ്ണയിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. ഇത് ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിലൂടെയും ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലൂടെയും വികസിപ്പിച്ചെടുത്തതാണ്. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധ ശാഖകളുടെ ചിത്രം 1.1 ൽ വിവരിക്കുന്നു. വിവിധ മേഖലകളുടെ ആവശ്യകത പട്ടിക 1.1 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഭൗതീക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ പ്രധാന മേഖലകളിലെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ ഹയർസെക്കന്ററി ഒന്നാം വർഷ ഊർജ്ജതന്ത്ര പുസ്തകം വാല്യം 1, 2 എന്നിവയിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്. അദ്ധ്യായം 1 മുതൽ 6 വരെ യന്ത്ര ശാസ്ത്രം ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നു. അദ്ധ്യായം 1 ചില അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങളായ അളവുകളെയും, മാത്രകളെയും പ്രതിപാദിക്കുന്നതിനോടൊപ്പം ഭൗതീക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ പുരോഗതിയ്ക്കാവശ്യമായ മാർഗ്ഗങ്ങളും നിർദ്ദേശിക്കുന്നു. അദ്ധ്യായം 2 ൽ ഭൗതികതത്ത്വങ്ങളും അവയെ നിയന്ത്രനിക്കുന്ന നിയമങ്ങളെയും വിശദീകരിക്കാനാവശ്യമായ അടിസ്ഥാന ഗണിതശാസ്ത്രത്തെ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ അടിസ്ഥാന ചലനനിയമങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി വസ്തുക്കളിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങളുടെ ക്രമാനുസൃതമായ ആവിഷ്ക്കരണമാണ് അദ്ധ്യായം 3 യാന്ത്രിക ലോകത്തെ അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങളായ പ്രവൃത്തി, ഊർജ്ജം എന്നിവയെ അദ്ധ്യായം 4 ൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നു. ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ യാന്ത്രികത അദ്ധ്യായം 5 ൽ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1.1 ഭൗതീക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ശാഖകൾ

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 3 21-07-2022 12:40:57

പട്ടിക 1.1 ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ശാഖകൾ

ക്ലാസിക്കൽ ഭൗതിക ശാസ്ത്രം		**20-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിന് മുൻപ് തിരിച്ചറിഞ്ഞതും വികസിപ്പിച്ചതുമായ പരമ്പരാഗത ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.**
	ശാഖകൾ	**മുഖ്യ ഫോക്കസ്**
1.	യന്ത്ര വിജ്ഞാനം	നിശ്ചലാവസ്ഥയിലോ, ചലനാവസ്ഥയിലോ ഉള്ള വസ്തുക്കളിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
2.	താപഗതികം	താപത്തിനും മറ്റ് ഊർജ്ജ രൂപങ്ങൾക്കും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം.
3.	പ്രകാശശാസ്ത്രം	പ്രകാശത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം
4.	വൈദ്യുതിയും കാന്തികതയും	വൈദ്യുതിയുടെയും കാന്തികതയുടെയും പരസ്പരബന്ധവും പഠനവും.
5.	ശബ്ദശാസ്ത്രം	ശബ്ദതരംഗങ്ങളുടെ ഉൽപാദനത്തെയും പ്രചരണത്തെയും കുറിച്ചുള്ള പഠനം.
6.	ജ്യോതിശാസ്ത്രം	ജ്യോതി ശാസ്ത്ര വസ്തുക്കളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുന്ന ഭൗതിക ശാസ്ത്ര ശാഖ.
7.	ആപേക്ഷികത	സൈദ്ധാന്തിക ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഒരു ശാഖയാണ്. വ്യത്യസ്ത രീതികളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്ക്കളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് സ്ഥലവും സമയവും ഊർജ്ജവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സ്ഥിരീകരിക്കുക
ആധുനിക ഭൗതിക ശാസ്ത്രം		**20-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആരംഭത്തിന് ശേഷം ഉയർന്നുവരുന്ന ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ ആശയങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.**
1.	കണികാ ഭൗതീകം	അണുവിലും അണുവിലടങ്ങിയ തലങ്ങളിലുള്ള പ്രതിഭാസങ്ങളുടെ പഠനം.
2.	അണുശാസ്ത്രം	അണുവിന്റെ ഘടനയും ഗുണങ്ങളും കുറിച്ചുള്ള ഭൗതികശാസ്ത്ര ശാഖ.
3.	അണുകേന്ദ്രശാസ്ത്രം	ഒരു അണുവിന്റെ അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ ഘടനയും ഗുണങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ഭൗതികശാസ്ത്ര ശാഖ.
4.	കൺഡൻസ്ഡ് മേറ്റർ ഫിസിക്സ്	സാന്ദ്രീകൃത വസ്തുക്കളുടെ (ഖരം, ദ്രാവകങ്ങൾ അവയ്ക്കിടയിലുള്ള അവസ്ഥയിലെ വസ്തുക്കൾ, സാന്ദ്രത കൂടിയ വാതകങ്ങൾ) സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം. നാനോ സയൻസ്, ഫോട്ടോണിക്സ് തുടങ്ങിയ നവീന ഭൗതീകശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവധ ഉപവിഭാഗങ്ങൾ ഇതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. പദാർത്ഥ അടിസ്ഥാന കാര്യങ്ങൾ ഇതിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. വിജ്ഞാനത്തിന്റെ പ്രായോഗിക വിജയസാധ്യതയുള്ള ഉയർന്ന ഗുണനിലവാരമുള്ള പദാർത്ഥങ്ങളെ വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുക എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ലക്ഷ്യം.
5.	ഉയർന്ന ഊർജ്ജ ഭൗതിക ശാസ്ത്രം	കണങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം.

*ക്വാണ്ടം മെക്കാനിക്സ് വിശാലമായ സമീപനമാണ്. ക്ലാസിക്കൽ ഫലങ്ങൾ ക്വാണ്ടം മെക്കാനിക്സിലും പുനർ നിർമ്മിക്കാം. വിശദമായ വിശദീകരണം ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ പരിധിക്കപ്പുറമാണ്.

അദ്ധ്യായം 3,4 ൽ വിപരീതമായി വസ്തുക്കളെ പോയിന്റ് വസ്തുക്കളായി കാണുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന കാര്യങ്ങളും അതിന്റെ അനന്തര ഫലങ്ങളും അദ്ധ്യായം 6-ൽ ചർച്ച ചെയ്യുന്നു. ഭൗതിക ശാസ്തത്രിന്റെ പഴയ ശാഖകളായ പദാർത്ഥങ്ങളുടെ സ്വഭാവം അദ്ധ്യായം 7-ൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നു. താപത്തിന്റെ പ്രഭാവവും അതിന്റെ അനന്തരഫലങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണങ്ങളും 8, 9 അദ്ധ്യായങ്ങളിൽ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിരിക്കുന്നു. ആന്ദോളനങ്ങളുടെയും തരംഗ ചലനത്തിന്റെയും പ്രധാന സവിശേഷതകളും 10, 11 അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 4 21-07-2022 12:40:57

1.2.2 ഭൗതീകശാസ്ത്രത്തിന്റെ സാധ്യതയും വിസ്മയവും.

ഭൗതീകശാസ്ത്രത്തിന്റെ കണ്ടെത്തലുകൾ രണ്ട് തരത്തിലാണ്. അവ ബോധജന്യമായ ചിന്തയെയും പ്രവർത്തനത്തെയും അടിസ്ഥാനമാക്കി ലബോറട്ടയിയിലെ ആകസ്മിക കണ്ടെത്തലുകളും നന്നായി വിശകലനം ചെയ്ത ഗവേഷണ ഫലങ്ങളും ആകുന്നു. ഉദാഹരത്തിന് കാന്തികത, ആകസ്മികമായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടുവെങ്കിലും കാന്തത്തിന്റെ ഈ വിചിത്ര സ്വഭാവത്തിന്റെ കാരണം പിന്നീട് സൈകാന്തികമായി വിശകലനം ചെയ്തു. ഈ വിശകലനം കാന്തികതയുടെ അടിസ്ഥാന പ്രതിഭാസങ്ങളെ വെളിപ്പെടുത്തി ഈ അറിവോടെ ലബോറട്ടറിയിൽ കൃത്രിമ കാന്തങ്ങൾ തയ്യാറാക്കി. സാങ്കേതിക വിദ്യയിലെയും വൈദ്യശാസ്ത്രത്തിലെയും പുരോഗതി ഭൗതീക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട സംഭാവന യാണ് എന്നതാണ് സൈദ്ധാന്തിക പ്രവചനങ്ങൾ ഉദാഹരണത്തിന് ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ 1905 ൽ താത്ത്വികമായി കണ്ടറിഞ്ഞ $E=mc^2$ എന്ന സമീകരണം വളരെ പ്രശസ്തമാണ്. പരീക്ഷണാടിസ്ഥാനത്തിൽ കോക്റാഫ്ടും, വാൾട്ടനും 1932 ൽ ഈ സമീകരണം തെളിയിച്ചു. സൈദ്ധാന്തിക പ്രവചനങ്ങളും കണക്കു കൂട്ടലുകളും വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഉപയോഗങ്ങൾക്കനുയോജ്യമായ വസ്തുക്കളെ തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു. പുതിയ മരുന്നുകൾ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യാൻ ഫാർമസ്യൂടിക്കൽ വ്യവസായം ഈ സാങ്കേതിക വിദ്യയെ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. മനുഷ്യശരീരത്തിന് ദോഷം വരുത്താത്ത വസ്തുക്കളുപയോഗിച്ച് കൃത്രിമ അവയവങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാൻ കണികാശാസ്ത്രം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതുമൂലം പരീക്ഷണശാലയിൽ അന്വേഷിക്കുന്നതിന്മുൻപ്തന്നെകണികാഭൗതീകശാസ്ത്രം ഉപയോഗിച്ച് അനുയോജ്യമായ വസ്തുക്കളെ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്ന രീതി നവീന ചികിത്സാ സമ്പ്രാദയത്തിൽ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു ഇപ്രകാരം സിദ്ധാന്തങ്ങളും പരീക്ഷണങ്ങളും പരസ്പരം സംയോജിക്കുന്നു.

അതിവിശാലമാണ് ഭൗതീകശാസ്ത്രത്തിന്റെ സാധ്യത എന്തെന്നാൽ അത് ഭൗതീക അളവുകളായ നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം, ഊർജ്ജം എന്നിങ്ങനെ നിരവധി തരത്തിലും തോതിലുമുള്ള അളവുകളെ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. ഇലക്ട്രോൺ, പ്രോട്ടോൺ പോലുള്ള സൂക്ഷ്മ കണങ്ങൾ മുതൽ വാനശാസ്ത്ര പ്രതിഭാസങ്ങൾ പോലുള്ള വളരെ വലിയ അളവുകൾ വരെ ഭൗതീക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഉൾകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

- കാലദൈർഘ്യപരിധി : അസ്ട്രോണമിക്കൽ അളവുകൾ മുതൽ സൂഷ്മ ആളവുകൾ വരെ, 10^{18}s മുതൽ 10^{-22}s വരെ.
- ദ്രവ്യമാന ദൈർഘ്യ പരിധി: ജ്യോതിർഗോളം മുതൽ ഇലക്ട്രോൺ വരെ, 10^{55} കിലോഗ്രാം മുതൽ (പ്രപഞ്ചത്തിലെ വീക്ഷിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനം) 10^{-31}കിലോഗ്രാം (ഇലക്ട്രോണിന്റെ ദ്രവ്യമാനം) (ഇലക്ട്രോണിന്റെ യഥാർത്ഥ ദ്രവ്യമാനം 9.11×10^{-31} കിലോഗ്രാം) ആണ്.

ഭൗതികശാസ്ത്ര പഠനം ശിക്ഷണ വിഷയം മാത്രമല്ല, പലതരത്തിൽ ആകാംക്ഷജനകമാണ്.

- ചില അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ, നിയമങ്ങൾ എന്നിവ കൊണ്ട് വിവിധ ഭൗതീക പ്രതിഭാസങ്ങളെ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയും.
- ഭൗതീക നിയമങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഉപയോഗപ്രദമായ ഉപകരണങ്ങളുടെ സൃഷ്ടിയാണ് ഏറ്റവും താത്പര്യമുണർത്തുന്ന കാര്യം.

  ഉദാഹരണം i) റോബോട്ടുകളുടെ ഉപയോഗം ii) ഭൂമിയിൽ നിന്നുള്ള നിയന്ത്രണം മൂലം ചന്ദ്രതിലേയ്ക്കും അടുത്തുള്ള ഗ്രഹങ്ങളിലേയ്ക്കുമുള്ള യാത്ര iii) ആരോഗ്യ ശാസ്ത്രത്തിലെ സാങ്കേതിക പുരോഗതി മുതലായവ.
- ഭൗതീക ശാസ്ത്രം പുതിയ പരീക്ഷണങ്ങളിലേക്കും പ്രകൃതി രഹസ്യങ്ങൾ അനാവരണം ചെയ്യുന്ന ഉപാധികളിലേക്കും സിദ്ധാന്തങ്ങളുടെ കൃത്രിമത്വവും നിലനിൽപ്പും പരിശോധിക്കുന്നതിലേക്കും വ്യാപരിക്കുന്നു.
- ഗ്രഹണം എപ്രകാരമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്? തീ ഉള്ളപ്പോൾ ഒരാൾക്ക് താപം അനുഭവപ്പെടുന്നത് എങ്ങനെയാണ്? കാറ്റിന് കാരണം എന്ത്? എന്നീ പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങൾക്ക് പിന്നിലെ ശാസ്ത്രത്തെ അന്വേഷിക്കുകയും, മനസ്സിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഇന്നത്തെ സാങ്കേതിക പുരോഗമന ലോകത്ത് എല്ലാ എഞ്ചിനീയറിംഗ് സാങ്കേതിക വിദ്യാഭ്യാസത്തിന്റെയും അടിസ്ഥാനം ഭൗതീകശാസ്ത്രമാണെന്ന് ഗണിത ഉപാധികളുടെ സഹായത്താൽ വിവരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.



XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 5 21-07-2022 12:40:57

1.3

സാങ്കേതികവിദ്യയും സമൂഹവും തമ്മിലുള്ള ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം

പ്രായോഗിക ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഭൗതികശാസ്ത്ര തത്വങ്ങളുടെ പ്രയോഗമാണ് സാങ്കേതിക വിദ്യ. ഉപയോഗപ്രദമായ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനും ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നതിനും അല്ലെങ്കിൽ പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കുന്നതിനും വിവിധ മേഖലകളിലെ പ്രായോഗിക ആവശ്യങ്ങൾക്കായി അറിവിന്റെ പ്രയോഗം സാങ്കേതികവിദ്യ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ഭൂമിശാസ്ത്രത്തിനും സാങ്കേതികവിദ്യയ്ക്കും ഒരുമിച്ച്നമ്മുടെസമൂഹത്തെനേരിട്ടോഅല്ലാതെയോ സ്വാധീനിക്കാൻ കഴിയും. ഉദാഹരണത്തിന്:

i. വൈദ്യുതിയുടെയും കാന്തികതയുടെയും അടിസ്ഥാന തത്വങ്ങൾ കമ്പിയില്ലാകമ്പി എന്ന സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ വികാസത്തിലേയ്ക്ക് നയിച്ചു. ഇത് ദീർഘദൂരങ്ങളിൽ ഫലപ്രദമായ ആശയവിനിമയത്തിലൂടെ ലോകത്തെ ചുരുക്കിയിരിക്കുന്നു.

ii. ബഹിരാകാശത്തേക്ക് ഉപഗ്രഹം വിക്ഷേപിക്കുന്നത് ആശയവിനിമയത്തിൽ വിപ്ലവം സൃഷ്ടിച്ചു.

iii. മൈക്രോഇലക്ട്രോണിക്സ്, ലേസർ, കമ്പ്യൂട്ടർ, സൂപ്പർകണ്ടക്റ്റിവിറ്റി, ന്യൂക്ലിയർ എനർജി എന്നിവ മനുഷ്യരുടെ ചിന്തയേയും ജീവിതരീതിയേയും സമഗ്രമായി മാറ്റിയിരിക്കുന്നു.

ഭൗതികശാസ്ത്രം ഒരു അടിസ്ഥാനശാസ്ത്രം എന്ന നിലയിൽ മറ്റെല്ലാ ശാസ്ത്രങ്ങളുടെയും വികാസത്തിൽ ഒരു പ്രധാന പങ്ക് വഹിച്ചിട്ടുണ്ട്. കുറച്ച് ഉദാഹരണങ്ങൾ:

1. **രസതന്ത്രവുമായി ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം:** ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ ആറ്റത്തിന്റെ ഘടന റേഡിയോ ആക്റ്റിവിറ്റി, എക്സറേ ഡിഫ്രാക്ഷൻ (വ്യതിയാനം എന്നിവയെ കുറിച്ച് പഠിക്കുന്നു. രസതന്ത്രഗവേഷകൻമാർഈപഠനത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ആവർത്തനപട്ടികയിൽ മൂലക അണുസംഖ്യയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതു മാത്രമല്ല വാലൻസ് കെമിക്കൽബോഡുകളുടെസ്വഭാവങ്ങൾമനസ്സിലാക്കുന്നതിനും സങ്കീർണ്ണ രാസഘടകങ്ങളെ പറ്റി അറിയുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു. ഇതിൽ ഭൗതീകരസതന്ത്രം കണികാ രസതന്ത്രം തുടങ്ങിയ രസതന്ത്രത്തിന്റെ ഉൾശാഖകൾ ഇവിടെ പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു.

2. **ജീവശാസ്ത്രവുമായി ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം:** ഭൗതികശാസ്ത്ര തത്വങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് രൂപകൽപ്പന ചെയ്ത സൂക്ഷ്മദർശിനി ഇല്ലാതെ ജൈവശാസ്ത്ര പഠനങ്ങൾ അസാധ്യമാണ്. ഇലക്ട്രോൺ സൂക്ഷ്മദർശിനിയുടെ കണ്ടുപിടിത്തം ഒരു കോശത്തിന്റെ ഘടന പോലും കാണാൻ സാധ്യമാക്കി. സുപ്രധാന ജീവിത പ്രക്രിയകളെ നിയന്ത്രിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകളുടെ ഘടന മനസ്സിലാക്കാൻ എക്സറേ, ന്യൂട്രോൺ ഡിഫ്രാക്ഷൻ എക്സറേ ഉപയോഗിക്കുന്നു. കാൻസർ, മറ്റ് രോഗങ്ങൾ എന്നിവ പരിഹരിക്കുന്നതിനായി റേഡിയോ തെറാപ്പിയിൽ റേഡിയോ ഐസോട്ടോപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സമീപവർഷങ്ങളിൽഭൗതികശാസ്ത്രവീക്ഷണകോണിൽ നിന്ന് ജൈവ പ്രക്രിയകൾ പഠിക്കപ്പെടുന്നു.

3. **ഗണിതശാസ്ത്രവുമായിഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെബന്ധം:** ഭൗതികശാസ്ത്രംഒരുപാരിമാണികശാസ്ത്രമാണ്. ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ അതിന്റെ വികസനത്തിനുള്ള ഉപകരണമായി ഗണിതശാസ്ത്രം ഭൗതീകശാസ്ത്രവുമായി വളരെ അടുത്ത് ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

4. **ജ്യോതിശാസ്ത്രവുമായി ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം:** ആകാശത്തിലെ ഗ്രഹങ്ങളുടെയും മറ്റ് വാനവസ്തുക്കളുടെയും ചലനത്തെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാൻ വാനനിരീക്ഷണ ദൂരദർശിനികൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. റേഡിയോ ദൂരദർശിനികൾ വാനനിരീക്ഷണ ശാസ്ത്രങ്ങൾക്ക് പ്രപഞ്ചത്തിന്റെവിദൂരപോയിന്റുകൾനിരീക്ഷിക്കാൻപ്രാപ്തമാക്കുന്നു. ഭൗതിക തത്വങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് പ്രപഞ്ചത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾ നടക്കുന്നത്.

5. **ഭൂഗർഭ ശാസ്ത്രവുമായി ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം:** വിവിധ പാറകളുടെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടന പഠിക്കാൻ വിഭംഗന സാങ്കേതികവിദ്യ സഹായിക്കുന്നു. പാറകളുടെയും ഫോസിലുകളുടെയും പ്രായം, ഭൂമിയുടെ പ്രായം എന്നിവ കണക്കാക്കാൻ റേഡിയോ ആക്റ്റിവിറ്റി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

6. **സമുദ്ര ശാസ്ത്രവുമായിഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം:** സമുദ്ര ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഭൗതികവും രാസപരവുമായ പ്രക്രിയകൾ മനസ്സിലാക്കാൻ സമുദ്രത്തിന്റെ താപനില, ലവണാംശം,

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 6 21-07-2022 12:40:57

നിലവിലെ വേഗത, ഗ്യാസ് ഫ്ളക്സുകൾ (വാതകത്തിന്റെ സഞ്ചാരം), രാസഘടകങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ഘടകങ്ങൾ അളക്കുന്നു.

7. **മനഃശാസ്ത്രവുമായി ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ ബന്ധം:** എല്ലാ മാനസിക ഇടപെടലുകളും ഒരു ശാരീരിക പ്രക്രിയയിൽ നിന്ന് ഉരുത്തിരിഞ്ഞതാണ്. ന്യൂറോ ട്രാൻസ്മിറ്ററുകളുടെ ചലനങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് വ്യാപനത്തിന്റെ തന്മാത്രാചലനവും ഭൗതിക സവിശേഷതയുമാണ്. നമ്മുടെ തലച്ചോറിന്റെ പ്രവർത്തനം നമ്മിൽ അന്തർലീനമായ തരംഗ-കണിക ദ്വൈതവാദവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

പ്രകൃതി ഭൗതീകശാസ്ത്രത്തെ ഒരു സമർത്ഥമായ ഉപകരണമാക്കി യഥാർത്ഥ ശാസ്ത്രം അഭ്യസിപ്പിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രവും സാങ്കേതിക വിദ്യയും സമതുലിതമായ രീതിയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നു. അങ്ങനെ അവശാസ്ത്രത്തെ പഠിപ്പിച്ച പ്രകൃതിയെ നശിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ആയുധങ്ങളായി മാറരുത്. ആഗോള താപനവും സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ മറ്റ് വിപരീത ഫലങ്ങളുംപരിശോധിക്കേണ്ടതുണ്ട്. സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ മിതമായതും ഉചിതമായതുമായ സുരക്ഷിത ശാസ്ത്രമാണ് ഈ നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആവശ്യം.

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ ഉന്നത വിദ്യാഭ്യാസത്തിനുള്ള അവസരങ്ങളും വിവിധ ഫെല്ലോഷിപ്പുകളും പുസ്തകത്തിന്റെ തുടക്കത്തിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

1.4 മാപനം

> നിങ്ങൾ എന്തിനെക്കുറിച്ച് സംസാരിക്കുന്നുവോ അതിനെ അളക്കാനും അത് സംഖ്യകളായി പ്രകടിപ്പിക്കാനും കഴിയുമ്പോൾ അതിനെക്കുറിച്ചുള്ള ഏകദേശ അറിവ് ലഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ നിങ്ങൾക്ക് അത് സംഖ്യയായി പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയാത്തപ്പോൾ നിങ്ങളുടെ അറിവ് തുച്ഛവും തൃപ്തികരമല്ലാത്തതുമാണ്.
>
> **– ലോർഡ് കെൽവിൻ**

ഏതെങ്കിലും ഭൗതിക അളവിനെ അതിന്റെ പരിണാമ അളവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുന്നതിനെ അളക്കൽ എന്നു പറയുന്നു. എല്ലാ ശാസ്ത്രീയ പഠനങ്ങളുടെയും പരീക്ഷണങ്ങളുടെയും അടിസ്ഥാനം അളവുകളാണ്.

ഇത് നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ ഒരു പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. ഭൗതിക ശാസ്ത്രം ഒരു അളവ് ശാസ്ത്രമാണ്. ഭൗതിക ശാസ്ത്രജ്ഞർ എല്ലായിപ്പോഴും സംഖ്യകളെ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നു. അവ ഭൗതിക അളവുകളുടെ അളക്കലാണ്.

1.4.1 ഭൗതിക അളവിന്റെ നിർവചനം

അളക്കാൻ കഴിയുന്നതും ഭൗതികശാസ്ത്ര നിയമങ്ങളെ വിവരിക്കുന്നതുമായ അളവുകളെ ഭൗതിക അളവുകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. നീളം, ദ്രവ്യമാനം, ബലം, സമയം, ഊർജ്ജം മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

1.4.2 ഭൗതിക അളവുകളുടെ തരങ്ങൾ

ഭൗതിക അളവുകളെ രണ്ട് തരങ്ങളായി തരംത്തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. അവ അടിസ്ഥാനമാത്രകളും വ്യുൽപ്പന്ന മാത്രകളുമാണ്.

മറ്റേതെങ്കിലും ഭൗതിക അളവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വ്യക്തമാക്കാൻ കഴിയാത്ത അളവുകളാണ് അടിസ്ഥാന അളവുകൾ. അവ നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം, വൈദ്യുതി, താപനില, പ്രകാശ സാന്ദ്രത, പദാർത്ഥത്തിന്റെ അളവ്.

അടിസ്ഥാന അളവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വ്യക്തമാക്കാൻ കഴിയുന്ന അളവുകളെ വ്യൂൽപ്പന്ന അളവുകൾ എന്ന് പറയുന്നു. ഉദാഹരണം വിസ്തീർണ്ണം, വ്യാപ്തം, പ്രവേഗത, ത്വരണം, ബലം തുടങ്ങിയവ.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 7 21-07-2022 12:40:57

1.4.3 മാത്രകളുടെ നിർവചനവും അതിന്റെ തരങ്ങളും

അളക്കുന്ന പ്രക്രിയ അടിസ്ഥാനപരമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുന്ന പ്രക്രിയയാണ്. ഒരു അളവ് അളക്കുന്നതിന് നാം എല്ലായിപ്പോഴും അതിനെ ചില പരാമർശ പരിമാണവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു കയറിന് 10 മീറ്റർ നീളമുണ്ടെന്ന് നാം പറയുമ്പോൾ ആ വസ്തുവിന്റെ നീളം 1 മീറ്റർ എന്ന് നിർവചിക്കുന്നതിനെ 10 മടങ്ങ് നീളമുണ്ട്. അത്തരമൊരു മാനദണ്ഡത്തെ അളവിന്റെ യൂണിറ്റ് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇവിടെ 1 മീറ്റർ എന്നത് നീളത്തിന്റെ മാത്രയാണ്.

ഒരു അളവിന്റെ ഏകപക്ഷീയമായി തിരഞ്ഞെടുത്ത മാനദണ്ഡം, അത് അന്താരാഷ്ട്രതലത്തിൽ അംഗീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അതിനെ അളവിന്റെ മാത്ര എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

അടിസ്ഥാന അളവുകളെ അളക്കുന്ന മാത്രകളെ അടിസ്ഥാന മാത്രകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. മറ്റ് ഭൗതിക അളവുകളെ അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന അടിസ്ഥാന മാത്രകളുടെ അനുയോജ്യമായ ഗുണനം, ഭാഗം എന്നിവ മൂലം ലഭിക്കുന്ന മാത്രകൾ വ്യുൽപ്പന്ന മാത്രകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

1.4.4 വ്യത്യസ്തതരം അളവെടുക്കൽ സംവിധാനങ്ങൾ

എല്ലാത്തരം അടിസ്ഥാന പരവും വ്യുൽപ്പന്നപരവുമായ അളവുകൾ അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു അടിസ്ഥാന യൂണിറ്റുകളും വ്യുൽപ്പന്ന യൂണിറ്റുകളും ചേരുന്നതാണ് യൂണിറ്റുകളുടെ വ്യവസ്ഥ യന്ത്രവിജ്ഞാനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന യൂണിറ്റുകളുടെ പൊതു സംവിധാനം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.:

(a) FPS വ്യവസ്ഥ എന്നത് ബ്രിട്ടീഷ് എഞ്ചിനീയറിംഗ് വ്യവസ്ഥയാണ്. ഇത് യഥാക്രമം നീളം, ദ്രവ്യമാനം,സമയംഎന്നിവഅളക്കുന്നതിനുള്ള മൂന്ന് അടിസ്ഥാന മാത്രകളായ അടി, പൗണ്ട്, സെക്കന്റ് എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(b) CGS വ്യവസ്ഥ: ഇത് ഗാസ്സിയൻ രീതിയാണ് ഇത് യഥാക്രമം നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം എന്നിവ അളക്കുന്നതിനുള്ള മൂന്ന് അടിസ്ഥാനമാത്രകളായ സെന്റീമീറ്റർ, ഗ്രാം, സെക്കന്റ് എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(c) MKS വ്യവസ്ഥ: ഇത് യഥാക്രമം നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം അളക്കുന്നതിനുള്ള മൂന്ന് അടിസ്ഥാനമാത്രകളായ മീറ്റർ, കിലോഗ്രാം, സെക്കന്റ് എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നു.



cgs, mks, SI എന്നീ മാത്രാരീതികൾ ദശാംശ സമ്പ്രദായമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പക്ഷേ fps എന്നത് ഒരു ദശാംശ സമ്പ്രദായമല്ല.

1.4.5 SI യൂണിറ്റ് സമ്പ്രദായം

ലോകമെമ്പാടുമുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞരും എഞ്ചിനീയർമാരും ഉപയോഗിക്കുന്ന യൂണിറ്റുകളെ സാധാരണയായി ദശാംശ സമ്പ്രദായം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. പക്ഷേ 1960 മുതൽ ഇത് ഇന്റർ നാഷണൽ സിസ്റ്റം അഥവാ SI (ഫ്രഞ്ച് നാമമായ സിസ്റ്റേം ഇന്റർനാഷണൽ എന്നതിന്റെ ചുരുക്കെഴുത്ത്) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ചിഹ്നങ്ങൾ, യൂണിറ്റുകൾ, ചുരുക്കങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ഒരു സ്റ്റാൻഡേർഡ് സ്കീം ഉള്ള ശാസ്ത്ര, സാങ്കേതിക, വ്യവസായിക, വാണിജ്യ രംഗത്ത് അന്തർദേശീയമായി ഉപയോഗത്തിനായി 1971-ൽ തൂക്കവും അളവുകളും സംബന്ധിച്ച പൊതു സമ്മേളനം വികസിപ്പിക്കുകയും ശുപാർശ ചെയ്യുകയും ചെയ്തു. SI ന്റെ ഗുണങ്ങൾ:

i) ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ ഒരു ഭൗതിക അളവിന് ഒരു യൂണിറ്റ് മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളൂ. അതായത് യൂണിറ്റുകളുടെ യുക്തി സഹജമായ സമ്പ്രദായം.

ii) ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന എല്ലാ യൂണിറ്റുകളും അടിസ്ഥാന, അനുബന്ധ യൂണിറ്റുകളിൽ നിന്ന് എളുപ്പത്തിൽ ലഭിക്കും. അതായത് ഇത് യൂണിറ്റുകളുടെ ഏകീകൃത സംവിധാനമാണ്.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 8 21-07-2022 12:40:57

iii) ഇത് ഒരു ദശാംശ സമ്പ്രദായമാണ്. അതിനർത്ഥം ഗുണിതങ്ങളും ഉപഗുണിതങ്ങളും 10 ന്റെ ഘാതങ്ങളായി പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയും.

SI സമ്പ്രദായത്തിൽ 7 അടിസ്ഥാന യൂണിറ്റുകൾ ഉണ്ട്. ഇവ പട്ടിക 1.2 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

MTU03

പട്ടിക 1.2 അടിസ്ഥാന അളവുകളും അതിന്റെ SI മാത്രകളും.

അടിസ്ഥാന അളവ്	SI യൂണിറ്റുകൾ		
	മാത്ര	ചിഹ്നം	നിർവ്വചനം
നീളം	മീറ്റർ	m	ഒരു മീറ്റർ എന്നത് ശൂന്യതയിൽ പ്രകാശം 1/299, 792, 458 സെക്കന്റ് സമയത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പാതയുടെ നീളമാകുന്നു (1983)
ദ്രവ്യമാനം	കിലോഗ്രാം	kg	ഫ്രാൻസിലെ പാരീസിന് അടുത്തുള്ള പാരീസ് എന്ന സ്ഥലത്തിനടുത്തുള്ള ഇന്റർനാഷണൽ വെയിറ്റ് ആന്റ് മെഷേസ് സ്ഥാപനത്തിൽ വച്ചിട്ടുള്ള പ്ലാറ്റിനം ഇറിഡിയം ലോഹമിശ്ര സിലിണ്ടറിന്റെ (ഇതിന്റെ വ്യാസം ഉയരത്തിന് സമം) ദ്രവ്യമാനം ഒരു കിലോഗ്രാം ആകുന്നു (1901)
സമയം	സെക്കന്റ്	s	ഒരു സെക്കന്റ് എന്നത് സീസിയം 133 അണുവിന്റെ താഴ്ന്ന ഊർജ്ജനിലയിലുള്ള രണ്ട് ഹൈപ്പർ ഫൈൻ നിലകൾക്കിടയിലുള്ള ഇലക്ട്രോൺ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന വികിരണത്തിന്റെ 9,192,63,770 ദോലനങ്ങൾക്കാവശ്യമായ സമയമാണ്.
വൈദ്യുതി	ആമ്പിയർ	A	ശൂന്യതയിൽ ഒരു മീറ്റർ അകലത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അനന്തമായി നീളമുള്ളതും നിസ്സാര ഛേദതലപരപ്പളവുള്ളതുമായ രണ്ട് സമാന്തര വൈദ്യുതക്കമ്പികളിൽ കൂടി തുല്യ വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഓരോ മീറ്റർ നീളത്തിലും അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം 2×10^{-7} N/m ആണെങ്കിൽ ആ വൈദ്യുതിയുടെ അളവ് ഒരു ആംപിയർ ആകുന്നു.
താപനില	കെൽവിൻ	K	ജലത്തിന്റെ ട്രിപ്പിൾ പോയിന്റിന്റെ $\left(\frac{1}{273.16}\right)$ രാശിഭാഗത്തെ ഒരു കെൽവിൻ ആകുന്നു (1967)
പദാർത്ഥത്തിന്റെ അളവ്	മോൾ	mol	കാർബൺ – 12 അണുവിന്റെ 0.012 കിലോഗ്രാമിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിന് തുല്യ എണ്ണം കണികളുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്റെ അളവ് ഒരു മോൾ ആകുന്നു (1971).
പ്രകാശ തീവ്രത	കാൻഡെലാ	cd	ഒരു നിശ്ചിത ദിശയിൽ 5.4×10^{14} Hz ആവൃത്തിയുള്ള $\frac{1}{683}$ വാട്ട്/സ്റ്റെറേഡിയൻ തീവ്രതയുള്ള ഏകവർണ്ണ പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രകാശതീവ്രത ഒരു കാൻഡെലാ ആകുന്നു. (1979)

* ജലത്തിന്റെ ട്രിപ്പിൾ പോയിന്റ് എന്നത് പൂരിത നീരാവി, ശുദ്ധജലം, ഉരുകുന്ന മഞ്ഞുകട്ട എന്നിവ മൂന്നും സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ ഉള്ളപ്പോഴുള്ള താപനില. ജലത്തിന്റെ ട്രിപ്പിൾ പോയിന്റ് 273.16K

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 9 21-07-2022 12:40:57

പട്ടിക 1.3 ചില വ്യുൽപ്പന്ന അളവുകളും അവയുടെ മാത്രകളും.

ഭൗതിക അളവ്	സൂത്രം	മാത്ര
പ്രതലകോൺ	ചാപത്തിന്റെ നീളം/വ്യാസാർദ്ധം	rad
ഘനകോൺ	ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണം/വ്യാസാർത്ഥം^{2}	sr
വിസ്തീർണ്ണം	നീളം × വീതി	m^2
വ്യാപ്തം	വിസ്തീർണ്ണം × ഉയരം	m^3
പ്രവേഗം	സ്ഥാനാന്തരം/സമയം	$m\ s^{-1}$
ത്വരണം	പ്രവേഗം/സമയം	$m\ s^{-2}$
കോണിയ പ്രവേഗം	കോണിയ സ്ഥാനാന്തരം/സമയം	$rad\ s^{-1}$
കോണിയ ത്വരണം	കോണിയ പ്രവേഗം/സമയം	$rad\ s^{-2}$
സാന്ദ്രത	ദ്രവ്യമാപം/വ്യാപ്തം	$kg\ m^{-3}$
രേഖീയ ആക്കം	ദ്രവ്യമാനം × പ്രവേഗം	$kg\ m\ s^{-1}$
മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷിയ	ദ്രവ്യമാനം × (ദൂരം)^2	$kg\ m^2$
ബലം	ദ്രവ്യമാനം × ത്വരണം	$kg\ m\ s^{-2}$ അല്ലെങ്കിൽ N
മർദ്ദം	ബലം/വിസ്തീർണ്ണം	$N\ m^{-2}$ അല്ലെങ്കിൽ Pa
ഊർജ്ജം (പ്രവൃത്തി)	ബലം × ദൂരം	N m അല്ലെങ്കിൽ J
ശക്തി	ജോലി/സമയം	$J\ s^{-1}$ അല്ലെങ്കിൽ watt(W)
ഇംബൽസ്	ബലം × സമയം	N s
പ്രതല ബലം	ബലം / നീളം	$N\ m^{-1}$
ബലത്തിന്റെ മൊമെന്റ് (ടോർക്ക്)	ബലം × സമയം	N m
വൈദ്യുതചാർജ്ജ്	വൈദ്യുതി × സമയം	A s or C
വിദ്യുത്സാന്ദ്രത	വൈദ്യുതി x വിസ്തീർണ്ണം	$A\ m^{-2}$
കാന്തിക പ്രേരണം	ബലം/വൈദ്യുതി × നീളം	$N\ A^{-1}\ m^{-1}$, tesla
ബലത്തിന്റെ സ്ഥിരാങ്കം	ബലം/സ്ഥാനാന്തരം	$N\ m^{-1}$
പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാങ്കം	പ്രോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജം/തരംഗ ദൈർഘ്യം	J s
ആപേക്ഷികതാ താപം (S)	താപ ഊർജ്ജം/ദ്രവ്യമാനം × താപനില)	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
ബോൾട്ട്മാൻ സ്ഥിരാങ്കം (k)	ഊർജ്ജം/താപനില	$J\ K^{-1}$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 10 21-07-2022 12:40:57

കുറിപ്പ്:

π റേഡിയൻ $= 180°$

$$1 \text{ റേഡിയൻ} = \frac{180°}{\pi} = \frac{180° \times 7}{22} = 57.27°$$

കൂടാതെ, $1°$ (ചാപത്തിന്റെ ഡിഗ്രി) $= 60'$ ചാപത്തിന്റെ മിനിട്ട് അല്ലെങ്കിൽ $1'$ (ചാപത്തിന്റെ മിനിട്ട്) $= 60''$ (ചാപത്തിന്റെ സെക്കന്റ്)

റേഡിയൻ ഡിഗ്രി, മിനിറ്റ് ഇവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം:

$$1° = \frac{\pi}{180} \text{ rad} = 1.745 \times 10^{-2} \text{ റേഡിയൻ}$$

$$\therefore 1' = \frac{1°}{60} = \frac{1.745 \times 10^{-2}}{60} = 2.908 \times 10^{-4} \text{ റേഡിയൻ}$$
$$\approx 2.91 \times 10^{-4} \text{ റേഡിയൻ}$$

$$\therefore 1'' = \frac{1°}{3600} = \frac{1.745 \times 10^{-2}}{3600} = 4.847 \times 10^{-6} \text{ റേഡിയൻ}$$
$$\approx 4.85 \times 10^{-6} \text{ റേഡിയൻ}$$

റേഡിയൻ (rad): ഒരു വൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധത്തിന് തുല്യമായ ചാപം വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്ന കോണം ഒരു റേഡിയൻ ആകുന്നു.

സ്റ്റേറാഡിയൻ (sr): ഒരു ഗോളത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധത്തിന്റെ വർഗ്ഗത്തിന് തുല്യമായ വിസ്തീർണ്ണമുള്ള ഗോള പ്രതലത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ആഗോളത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ രൂപീകരിക്കുന്ന ഘനകോൺ ഒരു സ്റ്റേറാഡിയൻ ആകുന്നു.

1.5 അടിസ്ഥാന അളവുകളുടെ നിർണ്ണയം

1.5.1 നീള നിർണ്ണയം

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലെ നീളം എന്ന ആശയം ദൈനംദിന ജീവിതത്തിലെ ദൂരം എന്ന ആശയവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. പ്രതലത്തിലെ രണ്ടു ബിന്ദുക്കൾക്കിടയിലെ ദൂരം നീളമാകുന്നു. നീളത്തിന്റെ മാത്ര മീറ്ററാണ്. വസ്തുക്കളുടെ വലിപ്പം നമ്മെ അതിശയിപ്പിക്കുന്ന രീതിയിൽ വ്യത്യാസപ്പെട്ട് കാണുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് വളരെ അകലെയുള്ള ഭീമ വസ്തുക്കളായ താരാപഥം, നക്ഷത്രങ്ങൾ, സൂര്യൻ, ഭൂമി, ചന്ദ്രൻ എന്നിവ പ്രപഞ്ചത്തെ (മൈക്രോകോസം) രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് ഒരു വലിയ ലോകത്തെയും ലോക വസ്തുക്കളെയും ദൈർഘ്യത്തെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. രൈമറിച്ച് തന്മാത്രകൾ, അണുക്കൾ, പ്രോട്ടോണുകൾ, ന്യൂട്രോണുകൾ, ഇലന ക്ട്രോണുകൾ, ബാക്ടീരിയ തുടങ്ങിയ വസ്തുക്ക ളുടെ ഇടയിലുള്ള ദൂരം മൈക്രോകോശത്തിനെ സൃഷ്ടിക്കുന്നു വളരെ ചെറിയ വസ്തുക്കളും വളരെ ചെറിയ ദൂരവും ഉള്ള ഒരു സൂക്ഷ്മ ലോകത്തെ സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

10^{-5} മീറ്റർ മുതൽ 10^{2} മീറ്റർ വരെയുള്ള ദൂരത്തെ നേരിട്ട് അളക്കാൻ കഴിയും. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു മീറ്റർ സ്കെയിൽ ഉപയോഗിച്ച് 10^{-3} മീറ്റർ മുതൽ 1 മീറ്റർ വരെയുള്ള ദൂരത്തെ അളക്കാൻ സാധിക്കും. വെർണിയർ ക്ര്യൂലിപ്പർ കൊണ്ട് 10^{-4} മീറ്റർ വരെയുള്ള ദൂരത്തെയും സ്ക്രൂകേജ് കൊണ്ട് 10^{-5} മീറ്റർ വരെയുള്ള ദൂരത്തെയും അളക്കാൻ സാധിക്കും. അണുകേന്ദ്രം, ബഹിരാകാശ വസ്തുക്കളുടെ ദൂരം എന്നിവ നേരിട്ട് അളക്കാൻ സാധിക്കില്ല. അതിനാൽ വളരെ ചെറുതും വലുതുമായ ദൂരം അളക്കാൻ പരോക്ഷ രീതികൾ ആവിഷ്ക്കരിച്ചിട്ടുണ്ട്. പട്ടിക 1.4 ൽ 10 ന്റെ ഘാതം (പോസിറ്റീവ്, നെഗറ്റീവ്) പട്ടികപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ

അനുബന്ധ അളവുകളായ പ്രതലകോൺ, ഘനകോൺ എന്നിവ 1995-ാം വർഷം (GWM) വ്യൂൽപ്പന്ന അളവുകളായി അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 11 21-07-2022 12:40:58

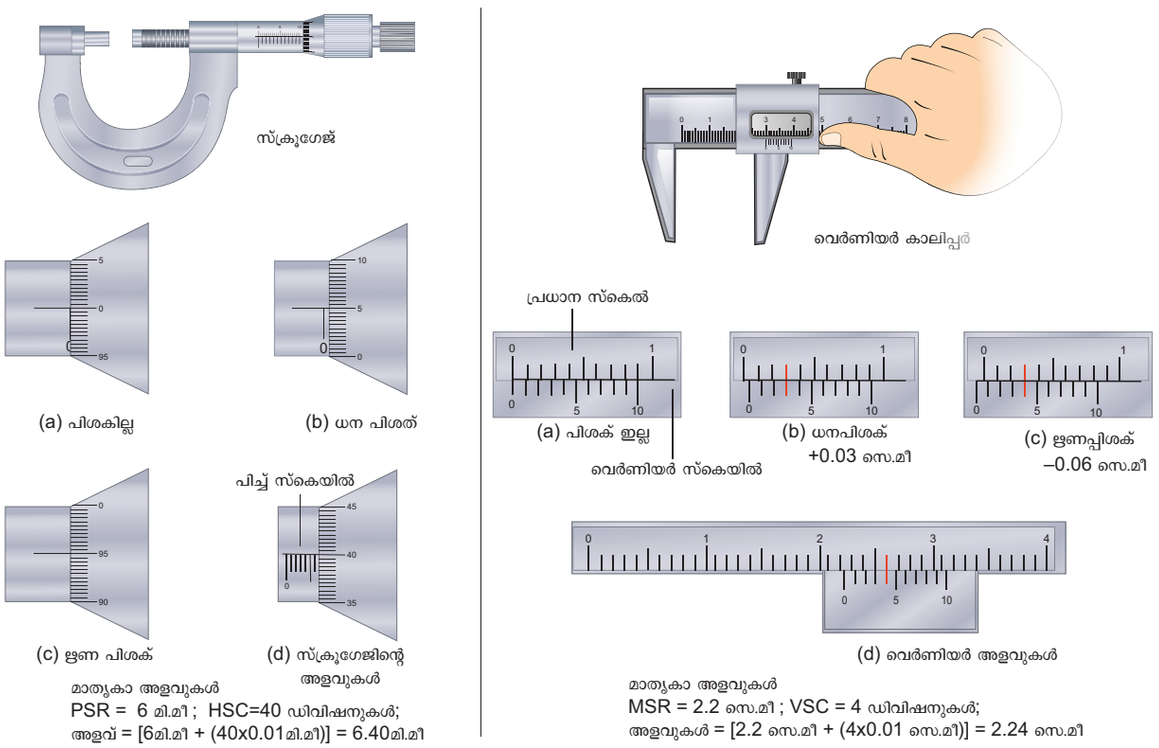
പട്ടിക 1.4 പത്തിന്റെ ഘാതത്തെ രേഖപ്പെടുത്തുന്ന പ്രിഫിക്സുകൾ

ഗുണകസംഖ്യ	പൂർവ്വ പദം	ചിഹ്നം	ഉപഘാതം	പൂർവ്വപദം	ചിഹ്നം
10^{1}	ഡെക്ക	da	10^{-1}	ഡെസി	d
10^{2}	ഹെക്ട്രോ	h	10^{-2}	സെന്റി	c
10^{3}	കിലോ	k	10^{-3}	മില്ലി	m
10^{6}	മെഗാ	M	10^{-6}	മൈക്രോ	μ
10^{9}	ജിഗാ	G	10^{-9}	നാനോ	n
10^{12}	ടെറാ	T	10^{-12}	പികോ	p
10^{15}	ബീറ്റ	P	10^{-15}	ഫെംറ്റോ	f
10^{18}	എക്സ	E	10^{-18}	ആട്ടോ	a
10^{21}	സീറ്റ	Z	10^{-21}	സെപ്റ്റോ	z
10^{24}	യോട്ട	Y	10^{-24}	യോക്റ്റോ	y

i) സ്ക്രൂഗേജ്, വെർണിയർ കേലിപ്പർ എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് ചെറിയ ദൂരങ്ങളെ അളക്കൽ

സ്ക്രൂഗേജ് : പരമാവധി 50 മില്ലീമീറ്റർ വരെ ദൈർഘ്യമുള്ള വസ്തുക്കളുടെ നീളത്തെ കൃത്യമായി അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് സ്ക്രൂഗേജ്. സ്ക്രൂവിന്റെ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനത്തെ ആസ്പദമാക്കി വിപുലീകരിച്ച നേർരേഖാ ചലനം സ്ക്രൂഗേജിന്റെ തത്വമാണ്. സ്ക്രൂഗേജിന്റെ അൽപതമാങ്കം 0.01 മില്ലീ മീറ്ററാകുന്നു.

വെർണിയർ കേലിപ്പർ: ഒരു വസ്തുവിന്റെ അളവുകൾ ഒരു സൂക്ഷിരത്തിന്റെ വ്യാസം അല്ലെങ്കിൽ ഒരു സൂക്ഷിരത്തിന്റെ ആഴം അളക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു വൈവിധ്യമാർന്ന ഉപകരണമാണ് വെർണിയർ കേലിപ്പർ. ഇതിന്റെ അൽപത മാങ്കം 0.01 സെന്റീ മീറ്റർ.



ചിത്രം 1.2 പിശകുകളുള്ള സ്ക്രൂ ഗേജും വെർണിയർ കാലിപ്പറും

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 12 21-07-2022 12:40:58

ii) വലിയ ദൂരങ്ങൾ അളക്കുന്ന വിധം

ഒരു വൃക്ഷത്തിന്റെ ഉയരം, ചന്ദ്രൻ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അകലം അല്ലെങ്കിൽ ഭൂമിയിൽ നിന്നുള്ള ഒരു ഗ്രഹം എന്നിങ്ങനെയുള്ള വലിയ ദൂരം അളക്കുന്നതിന് ചില പ്രത്യേക രീതികൾ സ്വീകരിക്കുന്നു. വളരെ അധിക ദൂരം നിർണ്ണയിക്കാൻ ത്രികോണ രീതി ലംബന രീതി റഡാർ രീതി എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ത്രികോണ രീതി ഉപയോഗിച്ച് ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഉയരം കണക്കാക്കൽ

AB = h എന്നത് അളക്കേണ്ട മരത്തിന്റെ അല്ലെങ്കിൽ ഗോപുരത്തിന്റെ ഉയരം എന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കും. B യിൽ നിന്ന് x ദൂരത്തിലുള്ള C എന്ന സ്ഥലത്ത് വീക്ഷകൻ ഇരിക്കുന്നതായി കരുതുക. C എന്ന ബിന്ദുവിൽ ശ്രേണി കണ്ടെത്തൽ ഉപകരണം വച്ചിരിക്കുന്നു. വിശകലന കോൺ കണക്കാക്കുക. ചിത്രം 1;3 ൽ നിന്ന് ACB = θ

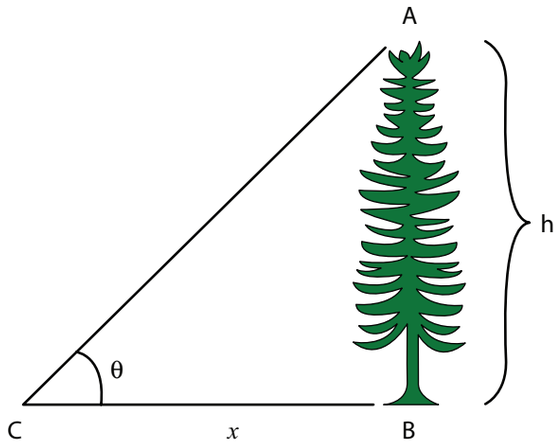
മട്ടത്രികോണം ABC യിൽ നിന്ന്

$$\tan\theta = \frac{AB}{BC} = \frac{h}{x}$$

(അല്ലെങ്കിൽ)

$$\text{ഉയരം } h = x \tan\theta$$

ദൂരം x അറിയാമെങ്കിൽ ഉയരം h കണ്ടുപിടിക്കാം.



ചിത്രം 1.3 ത്രികോണ രീതി

വിവിധതരം വസ്തുക്കളുടെ നീളത്തിന്റെ പരിധിയും വ്യവസ്ഥയും പട്ടിക 1.5 നൽകിയിരിക്കുന്നു

ഉദാഹരണം 1.1

നിലത്ത് ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് ഒരു വൃക്ഷത്തിന്റെ മുകൾഭാഗത്ത് 60° വികലനകോണിൽ വീക്ഷിക്കുന്നു. ആ ബിന്ദുവിനും മരത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരം 50 മീറ്റർ ആണെങ്കിൽ മരത്തിന്റെ ഉയരം കണക്കാക്കുക?

നിർദ്ധാരണം

$$\text{കോൺ } \theta = 60^\circ$$

ബിന്ദുവിനും മരത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള ദൂരം

$x = 50$ m

വൃക്ഷത്തിന്റെ ഉയരം (h) = ?

ത്രികോണ രീതി അനുസരിച്ച് $\tan\theta = \frac{h}{x}$

$$h = x \tan\theta$$
$$= 50 \times \tan 60^\circ$$
$$= 50 \times 1.732$$
$$h = 86.6 \text{ മീ}$$

വൃക്ഷത്തിന്റെ ഉയരം 86.6 മീറ്റർ.

ദൃഗ്ഭ്രംശ രീതി

ഭൂമിയിൽ നിന്ന് വളരെ അകലെയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രത്തിന്റെയോ ഗ്രഹത്തിന്റെയോ ദൂരം ദൃഗ്ഭ്രംശ രീതി ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാം. രണ്ട് വ്യത്യസ്ത സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിന്ന് വസ്തുവിനെ കാണുമ്പോൾ പശ്ചാത്തലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനത്ത് പ്രകടമായ മാറ്റത്തിന് നൽകിയ പേരാണ് ദൃഗ്ഭ്രംശ രീതി വ്യത്യാസം രണ്ട് സ്ഥാനങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തെ (അതായത് നിരീക്ഷണ പോയിന്റുകൾ) ലംബനം (b) എന്നു വിളിക്കുന്നു. O എന്ന സ്ഥലത്ത് ഏതെങ്കിലും ഒരു വസ്തു ഇരിക്കുന്നതായി കരുതുക. (ചിത്രം 1.4.)

L, R എന്നിവ യഥാക്രമം നിരീക്ഷകന്റെ ഇടതു വലതു കണ്ണുകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു.

വലതു കണ്ണ് അടച്ചിട്ട് ഇടതു കണ്ണ് (L) കൊണ്ട് വസ്തുവിനെ (O) വീക്ഷിക്കുന്നു. അതേ വസ്തുവിനെ ഇടതു കണ്ണ് (R) അടച്ചിട്ട് വലതു കണ്ണ് കൊണ്ട് വീക്ഷിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 13 21-07-2022 12:40:59

ചിത്രം 1.4-ൽ, ഇടതു, വലതു കണ്ണുകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളിൽ നിന്ന് വസ്തുവിലേയ്ക്ക് വരച്ച രേഖകളാണ് LO, RO എന്നിവ. ഈ രണ്ട് രേഖകളും O യുമായി θ കോൺ സ്ഥാപിക്കുന്നു. ഈ കോണിനെ ലംബന കോൺ എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

OL, OR എന്നിവ ഒരു വൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധങ്ങളായി (x) കണക്കാക്കുന്നു. വാനശാസ്ത്ര കണക്കുകൂട്ടലിന്, ദൂരം LR = b (ലംബനം) ഈ വൃത്തത്തിന്റെ ചാപമായി കണക്കാക്കാം. തുടർന്ന്

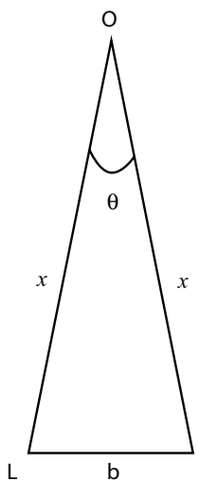
$$OL = OR = x$$

ആയതിനാൽ LR = b

$$\theta = \frac{b}{x}$$

b യും θ യും അറിയാമെങ്കിൽ x കണക്കാക്കാം. ഇത് വസ്തുവിന് നിരീക്ഷകനും ഇടയ്ക്കുള്ള ഏകദേശ ദൂരമായിരിക്കും.

വസ്തു ചന്ദ്രനോ അല്ലെങ്കിൽ അടുത്തുള്ള ഏതെങ്കിലും നക്ഷത്രമോ ആണെങ്കിൽ നിരീക്ഷകന്റെ സ്ഥാനത്തിനും വസ്തുവിനും ഇടയ്ക്കുള്ള ദൂരം വളരെ കൂടുതലായതുകൊണ്ട് θ വളരെ ചെറുതായിരിക്കും. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ നിരീക്ഷണത്തിന്റെ രണ്ട് ബിന്ദുക്കളും ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ മതിയായ അകലത്തിൽ ആയിരിക്കണം.



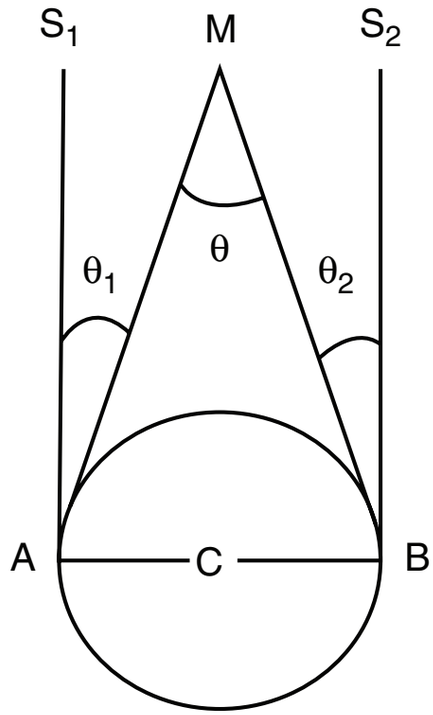
ചിത്രം1.4 ദൃഗ്ഭ്രംശ രീതി

ഭൂമിയിൽ നിന്നുള്ള ചന്ദ്രന്റെ ദൂരം നിർണ്ണയിക്കൽ

ചിത്രം 1.5 ൽ C ഭൂമിയുടെ മേന്ദ്രമാണ്. A, B എന്നിവ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള തികച്ചും വിപരീതമായ രണ്ട് ബിന്ദുക്കളാണ്. ഒരു ടെലസ്കോപ്പിന്റെ സഹായത്താൽ A, B എന്നിവയ്ക്ക് അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രത്തിനും ചന്ദ്രനും (M) ഇടയ്ക്കുള്ള ലംബന കോൺ യഥാക്രമം θ_1, θ_2 എന്നിവ കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. ചന്ദ്രനിൽ നിന്നുള്ള മൊത്ത ലംബന കോൺ $\angle AMB = \theta_1 + \theta_2 = \theta$.

θ റേഡിയനിൽ അളക്കപ്പെടുന്നുവെങ്കിൽ $\theta = \frac{AB}{AM}$; AM≈MC

$\theta = \frac{AB}{MC}$, അല്ലെങ്കിൽ $MC = \frac{AB}{\theta}$ AB, θ, എന്നിവയുടെ മൂല്യം അറിയാമെങ്കിൽ ഭൂമിക്കും ചന്ദ്രനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരം കണക്കാക്കാം.



ചിത്രം 1.5 ദൃഗ്ഭ്രംശ രീതി ഉപയോഗിച്ച് ഭൂമിയിൽ നിന്ന് ചന്ദ്രനിലേയ്ക്കുള്ള ദൂരം കണക്കാക്കാം.

ഉദാഹരണം 1.2

ഭൂമിയുടെ വ്യാസാഗ്ര ബിന്ദുക്കളുമായി ചന്ദ്രൻ $1^\circ 55'$ കോൺ ഉണ്ടാക്കുന്നു. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഭൂമിയിൽ നിന്ന് ചന്ദ്രന്റെ ദൂരം കണക്കാക്കുക. (ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർദ്ധം $6.4 \times 10^6 m$)

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 14 21-07-2022 12:41:00

നിർദ്ധാരണം

കോൺ $\theta = 1^\circ\ 55' = 115'$

$= (115 \times 60)'' \times (4.85 \times 10^{-6})$ റേഡിയൻ

$= 3.34 \times 10^{-2}$ റേഡിയൻ

ആയതിനാൽ $1'' = 4.85 \times 10^{-6}$ റേഡിയൻ

ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർദ്ധം $= 6.4 \times 10^6$ മീ

ചിത്രം 1.5 ൽ ഭൂമിയുടെ വ്യാസം AB ഭൂമിയിൽ നിന്ന് ചന്ദ്രന്റെ ദൂരം x =?

$$x = \frac{b}{\theta} = \frac{2 \times 6.4 \times 10^6}{3.34 \times 10^{-2}}$$

$$x = 3.83 \times 10^8 \text{മീ}$$

റഡാർ രീതി

റഡാർ (RADAR) എന്നത് എന്നതിന്റെ ചുരുക്ക മാണ്. റഡാർ ഉപയോഗിച്ച് ഭൂമിയ്ക്കടുത്തുള്ള ചൊവ്വ പോലുള്ള ഗ്രഹങ്ങളുടെ ദൂരം കൃത്യമായി കണക്കാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഈ രീതി യിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്ന് റേഡി യോ തരംഗങ്ങൾ ട്രാൻസ്മിറ്ററുകളിൽ നിന്ന് പ്രക്ഷേ പണം ചെയ്യുന്നു. ഇവ ഗ്രഹത്തിൽ പതിച്ച് പ്രതി ഫലനം സംഭവിച്ചതിനു ശേഷം റിസീവർ കണ്ടെ ത്തുന്നു. റേഡിയോ തരംഗം ഭൂമിയിൽ നിന്ന് പ്ര ക്ഷേപണം ചെയ്യപ്പെട്ടതിനും റിസീവറിന് ലഭി ച്ചതിനും ഇടയ്ക്കുള്ള സമയം (t) ആണെങ്കിൽ ഭൂമിയ്ക്കും ഗ്രഹത്തിനുമിടയ്ക്കുള്ള ദൂരം താഴെ പറയുന്ന സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാം.

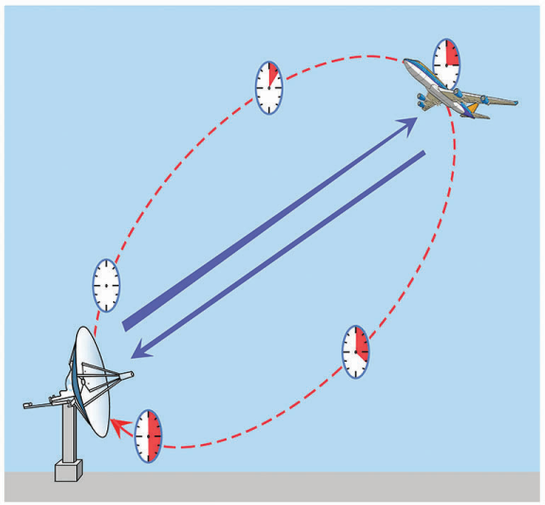
വേഗത = സഞ്ചരിച്ച ദൂരം/എടുത്ത സമയം

(വേഗത അധ്യായം 2 ൽ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നു)

ദൂരം(d) = റേഡിയോ തരംഗത്തിന്റെ വേഗത × എടുത്ത സമയം

$$d = \frac{v \times t}{2}$$

ഇവിടെ v എന്നത് റേഡിയോ തരംഗത്തിന്റെ വേഗത. വസ്തുവിന്റെ യഥാർത്ഥ ദൂരം കണ ക്കാക്കാൻ റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടുമുള്ള പാതയുടെ സഞ്ചരിക്കാനെടുത്ത സമയം (t) ആയതിനാൽ അതിനെ 2 കൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നു. ഒരു വിമാനം ഭൂമിയിൽ നിന്ന് എത്ര ഉയരത്തിൽ പറക്കുന്നു എന്നതിനെ ഈ രീതി ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാൻ സാധിക്കും.



ചിത്രം 1.6 റഡാർ രീതി

ഉദാഹരണം 1.3

ഒരു ഗ്രഹത്തിലേയ്ക്ക് റഡാർ സിഗ്നൽ പ്രക്ഷേപി ക്കുകയും അതിന്റെ പ്രതിധ്വനി 7 മിനിറ്റിനുശേഷം ലഭിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗ്രഹവും ഭൂമിയും തമ്മി ലുള്ള ദൂരം 6.3×10^{10} മീ ആണെങ്കിൽ സിഗ്ന ലിന്റെ വേഗത കണക്കാക്കുക.?

ഉത്തരം

ഗ്രഹത്തിനും ഭൂമിയ്ക്കും ഇടയ്ക്കുള്ള ദൂരം $d = 6.3 \times 10^{10}$ മീ

സമയം $t = 7$ മിനിറ്റ് $= 7 \times 60$ s.

സിഗ്നലിന്റെ വേഗത v = ?

സിഗ്നലിന്റെ വേഗത

$$v = \frac{2d}{t} = \frac{2 \times 6.3 \times 10^{10}}{7 \times 60} = 3 \times 10^8 \text{ മീ/സെക്കന്റ്}$$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 15 21-07-2022 12:41:00

പട്ടിക 1.5 നീളത്തിന്റെ പരിധിയും വ്യവസ്ഥയും

വസ്തുവിന്റെ വലിപ്പം അഥവാ ദൂരം	നീളം (m)
നിരീക്ഷണത്തിൽ കഴിയുന്ന പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ അറ്റത്തേക്കുള്ള ദൂരം	10^{26}
ആൻഡ്രോമിഡിയ ഗാലക്സിയിലേയ്ക്കുള്ള ദൂരം	10^{22}
നമ്മുടെ താരാപഥ (ഗാലക്സി) ത്തിന്റെ വലിപ്പം	10^{21}
ഭൂമിയിൽ നിന്നും ഏറ്റവും അടുത്തുള്ള നക്ഷത്രത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം (സൂര്യനു പുറമേ)	10^{16}
പ്ലൂട്ടോയുടെ ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ ശരാശരി വ്യാസാർദ്ധം (റേഡിയസ്)	10^{12}
ഭൂമിയിൽ നിന്ന് സൂര്യനിലേക്കുള്ള ദൂരം	10^{11}
ഭൂമിയിൽ നിന്ന് ചന്ദ്രനിലേക്കുള്ള ദൂരം	10^{8}
ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർദ്ധം	10^{7}
സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നും എവറസ്റ്റിന്റെ ഉയരം	10^{4}
ഒരു ഫുട്ബോൾ മൈതാനത്തിന്റെ നീളം	10^{2}
ഒരു പേപ്പറിന്റെ കനം	10^{-4}
ചുവന്ന രക്താണുക്കളുടെ വ്യാസം	10^{-5}
പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗദൈർഘ്യം	10^{-7}
സവിശേഷമായ വൈറസിന്റെ ദൈർഘ്യം	10^{-8}
ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിന്റെ വ്യാസം	10^{-10}
അണുകേന്ദ്രത്തിന്റെ വലിപ്പം	10^{-14}
ഒരു പ്രോട്ടോണിന്റെ വ്യാസം	10^{-15}

ചില പൊതുവായ പ്രായോഗിക മാത്രകൾ

(i) ഫെർമി = 1 fm = 10^{-15} m

(ii) 1 ആംസ്ട്രോംങ്ങ് = 1 Å = 10^{-10} m

(iii) 1 നാനോമീറ്റർ = 1 nm = 10^{-9} m

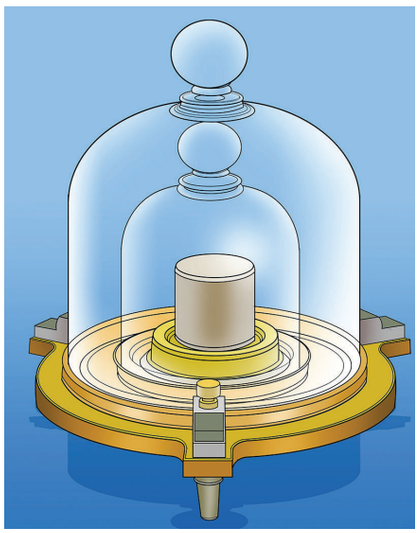
(iv) 1 മൈക്രോൺ = 1μm = 10^{-6} m

(v) 1 പ്രകാശവർഷം = (ശൂന്യതയിൽ പ്രകാശം 1 വർഷം കൊണ്ട് സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം) 1 പ്രകാശവർഷം = 9.467×10^{15} m

(vi) 1 അസ്ട്രോണമിക്കൽ ദൂരം (ഭൂമിയും സൂര്യനുമിടയ്ക്കുള്ള ശരാശരി ദൂരം) 1 AU = 1.496×10^{11} m

(vii) പർസക് (പാരലാറ്റിക് സെക്കന്റ്) = 1 AU ചാപനീളവും 1 സെക്കന്റ് കേന്ദ്രകോണുമുള്ള ഒരു വൃത്തചാപത്തിന്റെ വ്യാസാർദ്ധം 1 പർസക് ആകുന്നു.

1 പർസക് = 3.08×10^{16} m
=3.26 പ്രകാശവർഷം



ചിത്രം 1.7 അന്തർദേശീയ പരിമാണമായുള്ള ഒരു കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനം പ്ലാറ്റിനം - ഇറിഡിയം(9:1) കൊണ്ടു നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ള 3.9 സെ.മീ ഉയരവും വ്യാസവുമുള്ള സിലിണ്ടർ.

നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ

കിലോമീറ്ററിനെനിർവചിക്കുവാൻപ്രയോജനപ്പെടുന്നസിലിണ്ടർ പ്ലാറ്റിനം - ഇറിഡിയം ലോഹമിശ്രിതം കൊണ്ട് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ട്? എന്തെന്നാൽപരിസ്ഥിതിയും സമയവും പ്ലാറ്റിനം-ഇന്റിഡിയം ലോഹമിശ്രിതത്തെ വളരെ കുറഞ്ഞ തോതിൽ മാത്രമേ ബാധിക്കുകയുള്ളൂ.

ചന്ദ്രശേഖർ ലിമിറ്റ് (CSL) എന്നത് ഏറ്റവും കൂടിയ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ പ്രായോഗിക മാത്രയാണ്.
1 CSL = 1.4 സൂര്യന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മടങ്ങാണ്.

സമയത്തിന്റെ ഏറ്റവും ചെറിയ പ്രായോഗിക മാത്ര ഷേയ്ക് ആണ്.
1 ഷേയ്ക് = 10^{-8} സെക്കന്റ്

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 16 21-07-2022 12:41:01

1.5.2 ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മാപനം

ദ്രവ്യമാനം എന്നത് ദ്രവ്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന സ്വഭാവമാണ് ഇത് താപനില, മർദ്ദം, വസ്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സ്ഥലം എന്നിവയെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. ഒരു വസ്തുവിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പദാർത്ഥത്തിന്റെ അളവ് അതിന്റെ ദ്രവ്യമാനം എന്ന് നിർവചിക്കപ്പെണുന്നു. ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ SI മാത്ര കിലോഗ്രാം (Kg) ആണ്. നമ്മുടെ പാഠ്യക്രമത്തിൽ പഠിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനം വളരെ വിശാലമാണ്. ഇലക്ട്രോണിന്റെ വളരെ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനം (9.11×10^{-31}kg) മുതൽ പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ ഏറ്റവും വലിയ ദ്രവ്യമാനമായ ($=10^{55}$ kg) വരെ വ്യത്യാസപ്പെടാം. വിവിധ വസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ശ്രേണി പട്ടിക 1.6 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

സാധാരണഗതിയിൽ പലചരക്ക് കടയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് പോലുള്ള ഒരു സാധാരണ ത്രാസ് ഉപയോഗിച്ച് ഒരു വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം കിലോ ഗ്രാമിൽ നിർണ്ണയിക്കപ്പെടുന്നു. ഗ്രഹങ്ങൾ, നക്ഷത്രങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ഭീമ വസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനം അളക്കാൻ ഗുരുത്വാകർഷണ രീതികൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. അറ്റോമിക്/സബ് അറ്റോമിക് കണങ്ങളുടെ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനം അളക്കുന്നതിന് മാസ്സ്പെക്ട്രോഗ്രാഫ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

സാധാരണ ത്രാസ്, സ്പ്രിംഗ് ബാലൻസ്, ഇലക്ട്രോണിക് ബാലൻസ് തുടങ്ങിയവയാണ് സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ബാലൻസുകൾ

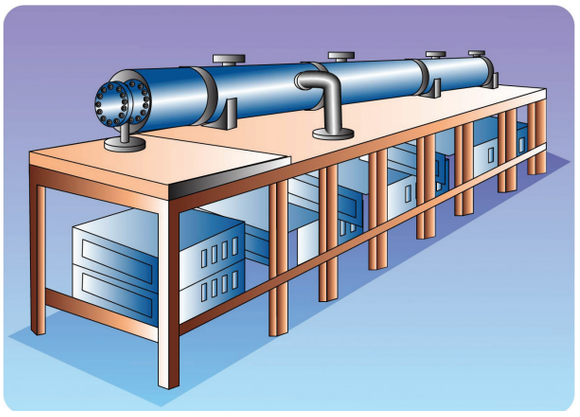
പട്ടിക 1.6 ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ശ്രേണി

വസ്തു	ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ക്രമം (kg)
ഇലക്ട്രോൺ	10^{-30}
പ്രോട്ടോൺ അല്ലെങ്കിൽ ന്യൂട്രോൺ	10^{-27}
യുറേനിയം ആറ്റം	10^{-25}
ചുവന്ന രക്താണുക്കൾ	10^{-14}
കോശം	10^{-10}
പൊടിപടലം	10^{-9}
മഴത്തുള്ളി	10^{-6}
കൊതുക്	10^{-5}
മുന്തിരി	10^{-3}
തവള	10^{-1}
മനുഷ്യൻ	10^{2}
കാർ	10^{3}
കപ്പൽ	10^{5}
ചന്ദ്രൻ	10^{23}
ഭൂമി	10^{25}
സൂര്യൻ	10^{30}
ക്ഷീരപഥം	10^{41}
നിരീക്ഷിക്കാവുന്ന പ്രപഞ്ചം	10^{55}

1.5.3 സമയ നിർണയം

"സമയം ഏകാത്മകമായി മുന്നോട്ടു പോകുന്നു" – *സർ ഐസക്ന്യൂട്ടൺ*
"ഘടികാരം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് സമയം"
– *ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ*

സമയ ഇടവേള അളക്കാൻ ഘടികാരം ഉപയോഗിക്കുന്നു. സമയത്തിന്റെ അറ്റോമിക് പരിമാണം സീസിയം ആറ്റത്തിൽ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ക്രമാവർത്തന കമ്പനങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണ്. ഇലക്ട്രിക് ആന്ദോലകം, ഇലക്ട്രോണിക് ആന്ദോലകം, സോളാർ ക്ലോക്ക്, ക്വാർട്സ്പടികക്ലോക്ക്, അറ്റോമിക് ക്ലോക്ക്, റേഡിയോ ആക്റ്റീവ് ഡേറ്റിംഗ് മുതലായവ ഇപ്പോൾ വികസിപ്പിച്ച ചില ഘടികാരങ്ങളാണ്. കാലദൈർഘ്യത്തിന്റെ ക്രമം പട്ടിക 1.7 ൽ പട്ടികപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 1.8 സിസീയം ആറ്റങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വികിരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആറ്റോമിക് ക്ലോക്ക്. ഇത് പ്രതിവർഷം സെക്കന്റിൽ ഏകദേശം മൂന്ന് മില്യണിൽ ഒരു അംശം വരെ കൃത്യമാണ്.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 17 21-07-2022 12:41:01

പട്ടിക 1.7 സമയ ഇടവേളയുടെ ക്രമം

സംഭവം	കാലദൈർഘ്യത്തിന്റെ ക്രമം (s)
ഏറ്റവും അസ്ഥിരമായ കണികയുടെ ആയുസ്സ്	10^{-24}
ന്യൂക്ലിയർ വലിപ്പത്തിന്റെ ദൂരം കടക്കാൻ പ്രകാശം എടുത്ത സമയം	10^{-22}
എക്സ് - കിരണത്തിന്റെ പിരീഡ്	10^{-19}
ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റത്തിലെ ഇലക്ട്രോണിന്റെ സമയ പരിധി.	10^{-15}
പ്രകാശ തരംഗങ്ങളുടെ ആവർത്തനകാലം	10^{-15}
ജന്നൽപാളിയിലൂടെ ദൃശ്യ പ്രകാശം കടന്നുപോകാൻ എടുക്കുന്ന സമയം.	10^{-8}
ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ ഉത്തേജിത അവസ്ഥയുടെ ആയുസ്സ്.	10^{-8}
റേഡിയോ തരംഗങ്ങളുടെ പിരീഡ്.	10^{-6}
ശബ്ദതരംഗങ്ങളുടെ പിരീഡ്.	10^{-3}
കണ്ണിന്റെ ഇമവെട്ടൽ.	10^{-1}
അടുത്തടുത്ത ഹൃദയമിടിപ്പുകൾ തമ്മിലുള്ള സമയ ഇടവേള	10^{0}
ചന്ദ്രനിൽ നിന്നും പ്രകാശം ഭൂമിയിൽ വന്നുചേരാൻ എടുക്കുന്ന സമയം	10^{0}
സൂര്യനിൽ നിന്നും പ്രകാശം ഭൂമിയിൽ വന്നു ചേരാൻ എടുക്കുന്ന സമയം.	10^{2}
ഒരു സ്വതന്ത്ര ന്യൂട്രോണിന്റെ അർദ്ധായുസ്സിന്റെ സമയം.	10^{3}
ഒരു ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ പിരീഡ്.	10^{4}
ഭൂമി അച്ചുതണ്ടിൽ കറങ്ങാൻ എടുക്കുന്ന സമയം (ഒരു ദിവസം)	10^{5}
ഭൂമി സൂര്യനെ ചുറ്റിവരാൻ എടുക്കുന്ന കാലയളവ് (ഒരു വർഷം).	10^{7}
മനുഷ്യന്റെ ശരാശരി ആയുസ്സ്.	10^{9}
ഈജിപ്റ്റിലെ പിരമിഡുകളുടെ കാലപ്പഴക്കം.	10^{11}
പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ വയസ്സ്	10^{17}

1.6 പിശകുകളുടെ സിദ്ധാന്തം

എല്ലാ പരീക്ഷണ ശാസ്ത്രത്തിന്റെയും സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെയും അടിസ്ഥാനം അളവാണ്. ഏതെങ്കിലും അളവിൽ നിന്ന് ലഭിച്ച ഫലത്തിൽ ചില അനിശ്ചിതത്വം അടങ്ങിയിരിക്കും. അത്തരമൊരു അനിശ്ചിതത്വത്തെ പിശക് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അളന്ന മൂല്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് നടത്തിയ ഏത് കണക്കുകൂട്ടലിലും ഒരു പിശക് ഉണ്ടായിരിക്കാം. ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ വളരെ കൃത്യമായ അളവുകൾ എടുക്കാൻ കഴിയില്ല. അളവുകളിൽ കൃത്യത, സൂഷ്മത എന്നീ രണ്ട് വ്യത്യസ്ത പദങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ പദങ്ങളെ നാം കൃത്യമായി തിരിച്ചറിയേണ്ടതുണ്ട്. കൃത്യത എന്നത് യഥാർത്ഥ്യ മൂല്യത്തിൽ നിന്ന് നാം എത്ര ദൂരെയാണെന്നതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. സൂഷ്മത എന്നത് നാം എത്ര നന്നായി അളക്കുന്നു എന്നതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ

ഇന്ത്യയിൽ നാഷണൽ ഫിസിക്കൽ ലബോറട്ടറി (ന്യൂഡൽഹി) നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം എന്നീ അളവുകളുടെ പരിമാണത്തെ പരിപാലിക്കുന്നതിനും മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിനുമുള്ള ഉത്തരവാദിത്തം നിർവഹിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 18 21-07-2022 12:41:01

1.6.1 കൃത്യതയും സൂഷ്മതയും

നിങ്ങളുടെ ശരിയായ ഉയരം കൃത്യമായി 5′9″ എന്ന് കരുതുക. നിങ്ങൾ ഒരു അളവുകോൽ കൊണ്ട് ഉയരം അളക്കുമ്പോൾ5′0″ എന്ന മൂല്യം ലഭിക്കുന്നു എങ്കിൽ നിങ്ങളുടെ അളവ് കൃത്യമല്ല. ഇപ്പോൾ നിങ്ങൾ ഒരു ലേസർ അളവുകോൽ ഉപയോഗിച്ച് നിങ്ങളുടെ ഉയരം അളക്കുമ്പോൾ 5′9″ എന്ന മൂല്യം ലഭിക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ നിങ്ങളുടെ അളവ് കൃത്യമാണ്. യഥാർത്ഥ മൂല്യത്തെ താത്ത്വിക മൂല്യം എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഓരോ ഉപയുക്തതക്കും ആവശ്യമായ കൃത്യത യുടെ തോത് വളരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വളരെ കൃത്യമായ വിവരങ്ങൾ നിർമ്മിക്കാനും സമാഹരിക്കാനും വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി നിങ്ങളുടെ ഉയരം ഒരു സ്കെയിൽ ഉപയോഗിച്ച് പല പ്രാവശ്യം അളക്കുമ്പോൾ5′0″ എന്ന മൂല്യം തുടർച്ചയായി ലഭിക്കുന്നു എങ്കിൽ നിങ്ങളുടെ അളവ് സൂഷ്മത ഉള്ളതാണ്. വ്യത്യസ്ത ഉപയോഗങ്ങൾക്ക് ആവശ്യമായ അളവുകളുടെ അളവ് വളരെയധികം വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. റോഡ്, ഉപയുക്തപരമായ നിർമ്മിതി പോലുള്ള എഞ്ചിനിയറിംഗ് പ്രോജക്റ്റുകൾക്ക് മില്ലീമീറ്റർ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ഇഞ്ചിന്റെ പത്തിലൊന്ന് അളക്കുന്ന കൃത്യമായ വിവരങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്.

ഒരു അളവ് കൃത്യമാണെങ്കിൽ പോലും അത് സൂഷ്മമാകണമെന്നില്ല. എന്നിരുന്നാലും അളവ് സ്ഥിരമായി കൃത്യമാണെങ്കിൽ അത് സൂഷ്മത ഉള്ളതാണ്.

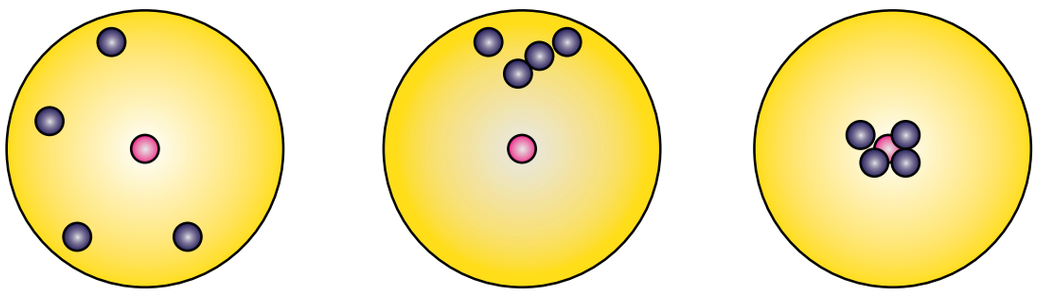
ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു കെട്ടിടത്തിന്റെ പുറത്തുള്ള താപനില 40°C ആകുന്നു. ഇതിനെ ഒരു കാലാവസ്ഥ തെർമോമീറ്റർ 40°C എന്ന് അളക്കുന്നു എങ്കിൽ ആ തെർമോമീറ്റർ കൃത്യമാണ്. തെർമോമീറ്റർ ഈ കൃത്യമായ താപനിലയെ തുടർച്ചയായി രജിസ്റ്റർ ചെയ്യുന്നുവെങ്കിൽ തെർമോമീറ്റർ സൂഷ്മതയുള്ളതാണ്.

മറ്റൊരു ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു തെർമോമീറ്റർ ആവർത്തിച്ച് അളക്കുന്ന ഒരു റഫ്രിജറേറ്ററിന്റെ താപനില 10.4°C, 10.2°C, 10.3°C, 10.1°C, 10.2°C, 10.1°C, 10.1°C, 10.1°C എന്നിരുന്നാലും റഫ്രിജറേറ്ററിനുള്ളിലെ യഥാർത്ഥ താപനില 9°C ആണെങ്കിൽ തെർമോമീറ്റർ കൃത്യമല്ല. (യഥാർത്ഥ മൂല്യത്തിൽ നിന്ന് 1°C കുറവായിരിക്കുന്നു). എന്നാൽ അളന്ന എല്ലാ അളവുകളും 10°C അടുപ്പിച്ച് ഉള്ളതിനാൽ ആ തെർമോമീറ്റർ സൂഷ്മതയുള്ളതാണ്.

ഒരു ദൃശ്യ ഉദാഹരണം:

കൃത്യതയും സൂഷ്മതയും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം വിശദീകരിക്കുന്ന ഒരു ഉദാഹരണമാണ് ടാർഗെറ്റ് ഷൂട്ടിംഗ് ചിത്രം 1.9(a) ൽ ലക്ഷ്യ ബിന്ദുവിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്ക് അമ്പുകൾ എറിയപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അമ്പുകൾ കേന്ദ്രത്തെ ചുറ്റിയുള്ള വെവ്വേറെ സ്ഥലത്തിൽ പതിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ അമ്പ് എയ്യൽ കൃത്യതയോ സൂഷ്മതയോ ഉള്ളതല്ല.

ചിത്രം 1.9 (b), ൽ എല്ലാ അമ്പുകളും ഒരു ബിന്ദുവിനടുത്ത് പതിക്കുന്നു. പക്ഷേ പതിച്ചത് കേന്ദ്രപോയിന്റിലല്ല. ആയതിനാൽ ഇത് സൂഷ്മതയുള്ളതാണ്. പക്ഷേ കൃത്യത ഉള്ളതല്ല. ചിത്രം. 1.9 (c), യിൽ എല്ലാ അമ്പുകളും കേന്ദ്ര ബിന്ദുവിനടുത്ത് പതിച്ചിരിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ഇത് സൂഷ്മതയും കൃത്യതയും ഉള്ളതാണ്.



(a) കൃത്യക ഇല്ല സൂക്ഷ്മത ഇല്ല

(b) കൃത്യത ഇല്ല സൂക്ഷ്മത ഉണ്ട്

(c) കൃത്യതയും സൂക്ഷ്മതയും ഉണ്ട്

ചിത്രം 1.9 കൃത്യതയ്ക്കും സൂക്ഷ്മതയ്ക്കും ഉള്ള ഒരു ദൃശ്യ ഉദാഹരണം

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 19 21-07-2022 12:41:01

ഒരു സംഖ്യാവിഷയ ഉദാഹരണം

ഒരു വസ്തുവിന്റെ നീളത്തിന്റെ യഥാർത്ഥ മൂല്യം ഏകദേശം 5.678 സെ.മീ. അത് ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ 0.1 സെ.മീ. ദൃബാഗ്രഹം ഉള്ള ഒരു ഉപകരണം ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ നീളം 5.5 സെ.മീ. എന്ന് കാണുന്നു. മറ്റൊരു പരീക്ഷണത്തിൽ 0.01 സെ.മീ. റസലൂഷൻ ഉള്ള ഉപകരണം കൊണ്ട് അളക്കുമ്പോൾ നീളം 5.38 സെ.മീ. എന്നു വരുന്നു. ആദ്യത്തെ അളവ് യഥാർത്ഥ അളവിനേറ്റ് കൃത്യതയുള്ളതും എന്നാൽ സൂഷ്മമല്ലാത്തതുമാണെന്ന് കണ്ടെത്തി. പക്ഷേ രണ്ടാമത്തെ അളവ് കൃത്യത കുറവും സൂഷ്മതയുള്ളതുമാണെന്ന് കണ്ടെത്തി.

1.6.2 അളവുകളിലെ പിശകുകൾ

ഒരു അളവുകളിലുണ്ടാകുന്ന അനിശ്ചിതത്വത്തെ പിശക് എന്നുവിളിക്കുന്നു. സ്വാഭാവിക പിശക്, ക്രമ പിശക്, മൊത്തത്തിലുള്ള പിശക് എന്നിവയാണ് മൂന്ന് തരം പിശകുകൾ.

i) ക്രമ പിശകുകൾ

ക്രമ പിശകുകൾ ഒരേ ദിശയിൽ സ്ഥിരമായി, പുനർനിർമ്മിക്കാൻ കഴിയുന്നവയാണ്. ഇത് പരീക്ഷണത്തിലുട നീളം നിലനിൽക്കുന്ന ഒരു പ്രശ്നംമൂലമാണ് പലപ്പോഴും സംഭവിക്കുന്നത്. ക്രമ പിശകുകൾ ഇനിപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ തരം തിരിക്കാം.

1) ഉപകരണ പിശകുകൾ

നിർമ്മാണ സമയത്ത് ഒരു ഉപകരണം കാലിബ്രേറ്റ് ചെയ്യാത്തപ്പോൾ ഉപകരണ പിശകുകൾ ഉണ്ടാകാം. അഗ്രം തേഞ്ഞ ഒരു മീറ്റർ സ്കെയിൽ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു അളവെടുക്കുകയാണെങ്കിൽ ലഭിച്ച ഫലത്തിൽ പിശകുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ശരിയായ ഉപകരണം തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നതിലൂടെ ഇത്തരം പിശകുകൾ പരിഹരിക്കാനാകും.

2) പരീക്ഷണ സാങ്കേതത്തിലോ പ്രവർത്തനത്തിലോ ഉണ്ടാകുന്ന കൃത്യതയില്ലായ്മ

പരീക്ഷണാത്മക ക്രമീകരണതത്തിലെ പരിമിതികൾ കാരണം ഈ പിശകുകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഒരു കലോറി മീറ്റർ പരീക്ഷണത്തിൽ, ശരിയായ ഇൻസുലേഷൻ ഇല്ലെങ്കിൽ, വികിരണ നഷ്ടം ഉണ്ടാകും. ഇത് പിശകുകൾക്ക് കാരണമാകും. ഇത് പരിഹരിക്കാൻ ആവശ്യമായ തിരുത്തലുകൾ ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട്.

3) വ്യക്തിഗത പിശകുകൾ

ഈ പിശകുകൾ പരീക്ഷണം നടത്തുന്ന വ്യക്തികൾ മൂലമാണ്. പരീക്ഷണത്തിന്റെ പ്രാരംഭ ക്രമീകരണം അല്ലെങ്കിൽ അനുചിതമായ മുൻകരുതലുകൾ, അളക്കുന്ന ആളിന്റെ അശ്രദ്ധ എന്നീ കാരണത്താൽ ഈ പിശക് ഉണ്ടാകുന്നു.

4) ബാഹ്യകാരണങ്ങളാൽ ഉണ്ടാകുന്ന പിശകുകൾ

ഒരു പരീക്ഷണ സമയത്ത് ബാഹ്യ അവസ്ഥകളിലെ മാറ്റം മുഖേന പിശക് ഉണ്ടാകും. ഉദാഹരണത്തിന് താപനില വായുവിലെ ഈർപ്പനില അല്ലെങ്കിൽ മർദ്ദം എന്നിവയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ എന്നിവ അളവിന്റെ ഉദ്ദിഷ്ട ഫലത്തെ ബാധിച്ചേക്കാം.

5) അല്പതമാങ്ക പിശക്

ഒരു ഉപകരണം ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുന്ന ഏറ്റവും ചെറിയ അളവാണ് അല്പതമാങ്കം അഥവാ ലിസ്റ്റ് കൗണ്ട് എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പിശക് അല്പതമാങ്ക പിശക്. അളവെടുപ്പിനായി ഉയർന്ന കൃത്യതയുള്ള ഉപകരണം ഉപയോഗിച്ച് അല്പതമാങ്ക പിശക് കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും.

ii) സ്വാഭാവിക പിശകുകൾ

മർദ്ദം, താപനില, വോൾട്ടേജ് വിതരണം തുടങ്ങിയ പരീക്ഷണാത്മക സാഹചര്യങ്ങളിൽ യാദൃശ്ചികമായും പ്രവചനാതീതവുമായ വ്യതിയാനങ്ങൾ കാരണം സ്വാഭാവിക പിശകുകൾ ഉണ്ടാകാം. പരീക്ഷണം നടത്തുന്ന നിരീക്ഷകന്റെ അശ്രദ്ധമൂലവും പിശകുകൾ ഉണ്ടാകാൻ കാരണമാകുന്നു. സ്വാഭാവികപിശകുകളെ ചിലപ്പോൾ ആകസ്മിക പിശകുകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഓരോ വ്യക്തിയും ഓരോ തവണ അളവെടുക്കുമ്പോൾ വ്യക്തിഗത പ്രവണത മൂലം

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 20 21-07-2022 12:41:01

പിശക് ഏർപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് സ്ക്രൂഗേജ് ഉപയോഗിച്ച് കമ്പിയുടെ നീളം അളക്കുന്നു. ഒരോ തവണ എടുക്കുന്ന അളവുകളും വ്യത്യാസമായിരിക്കും. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ ധാരാളം അളവുകൾ നടത്തുകയും തുടർന്ന് ഗണിത ശരാശരി എടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ 'n' അളവുകൾ എടുക്കുന്നു. ആ അളവുകൾ a_1, a_2, a_3,..... a_n എന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതിന്റെ ഗണിതക ശരാശരി

$$a_m = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + ...a_n}{n} \quad (1.1)$$

അല്ലെങ്കിൽ

$$a_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i \quad (1.2)$$

സാധാരണയായി ഈ ഗണിതക ശരാശരിയെ ആ അളവിന്റെ ഉത്തമ യഥാർത്ഥ മൂല്യമായി കണക്കാക്കുന്നു.

പരീക്ഷണാത്മക പിശകുകൾ കുറയ്ക്കുന്നതിന് പാലിക്കേണ്ട ചില നടപടിക്രമങ്ങൾ ഉദാഹരണങ്ങൾക്കൊപ്പം പട്ടിക 1.8 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

iii) മൊത്ത പിശക്

നിരീക്ഷകന്റെ അശ്രദ്ധമൂലം ഉണ്ടാകുന്ന പിശക് മൊത്തപിശക് എന്നു പറയുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന്

(i) ഒരു ഉപകരണം ശരിയായ രീതിയിൽ സജ്ജീകരിക്കാതെ അളവെടുക്കൽ.

(ii) പിശകുകളുടെ ഉറവിടത്തെ കുറിച്ചും മുൻകരുതലുകളെ കുറിച്ചും ചിന്തിക്കാതെ തെറ്റായ രീതിയിൽ നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നു.

(iii) തെറ്റായ രീതിയിൽ നിരീക്ഷണങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

(iv) കണക്കുകൂട്ടലുകളിൽ നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ തെറ്റായ മൂല്യങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഒരു നിരീക്ഷകൻ ജാഗ്രതയോടും മാനസികമായ ജാഗ്രതയോടും ഇരുന്നാൽ മാത്രമേ ഈ പിശകുകൾ കുറയ്ക്കാൻ കഴിയൂ.

പട്ടിക 1.8 പരിക്ഷണാത്മക പിശക് കുറയ്ക്കൽ

പിശകുകളുടെ തരങ്ങൾ	ഉദാഹരണം	ലഘൂകരിക്കുന്ന വിധം
സ്വാഭാവിക പിശകുകൾ	ഒരു വളയത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം ഒരു ത്രാസ് ഉപയോഗിച്ച് മൂന്ന് തവണ അളക്കുമ്പോൾ വളരെ ചെറിയ വ്യത്യാസമുള്ള മൂന്ന് മൂല്യങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നു. 15.46 g, 15.42 g, 15.44 g എന്നിരിക്കട്ടെ	കൂടുതൽ അളവുകൾ എടുക്കുക. സ്റ്റാറ്റിസ്റ്റിക്കൽ വിശകലനം വഴി സ്വാഭാവിക പിശകുകളെ കുറയ്ക്കുന്നതിന് എല്ലാ അളവുകളുടെയും ശരാശരി കണ്ടു പിടിക്കുക
ക്രമ പിശകുകൾ	ഒരു തുണിനിർമ്മിത അളവ് നാട കുറെക്കാലം ഏതെങ്കിലും വസ്തുവിന്റെ നീളം അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ അത് സ്വാഭാവിക മാറ്റത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ആ മാറ്റത്താൽ നീളത്തിന്റെ അളവിൽ വ്യത്യാസം വരുകയും ചെയ്യുന്നു	ക്രമ പിശകുകൾ കണ്ടുപിടിക്കുന്നത് ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. കൂടാതെ ഇവയുടെ സ്റ്റാറ്റിസ്റ്റിക്കൽ വിശകലനം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കില്ല. എന്തെന്നാൽ എല്ലാ അളവുകളും ഒരേ രീതിയിൽ ആയിരിക്കും (ഒന്നുകിൽ വളരെ ഉയർന്നതോ അല്ലെങ്കിൽ തീരെ താഴ്ന്നതോ ആയിരിക്കും).

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 21 21-07-2022 12:41:01

1.6.3 പിശക് വിശകലനം

i) കേവല പിശക്

ഒരു പരിമാണത്തിന്റെ യഥാർത്ഥ മൂല്യവും, അളന്നമൂല്യവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസത്തിനെ കേവല പിശക് എന്ന് പറയുന്നു. n പ്രാവശ്യം നടത്തിയ ഒരു പരീക്ഷണത്തിൽ 'a' എന്ന ഒരു അളവിന്റെ മൂല്യം a_1, a_2, a_3, ...a_n എങ്കിൽ അതിന്റെ ഗണിത ശരാശരി യഥാർത്ഥ എല്ലാം ഗണിതക ശരാശരിയെ ആ പരിമാണത്തിന്റെ യഥാർത്ഥ മൂല്യം a_m എന്നു വിളിക്കുന്നു.

$$a_m = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + ... + a_n}{n} \text{ അല്ലെങ്കിൽ}$$

$$a_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i$$

അളന്ന മൂല്യങ്ങളുടെ സമ്പൂർണ്ണ പിശകിനെ ഇപ്രകാരം പ്രതിനിധീകരിക്കാം

$$|\Delta a_1| = |a_m - a_1|$$

$$|\Delta a_2| = |a_m - a_2|$$

.....

.....

$$|\Delta a_n| = |a_m - a_n|$$

ii) ശരാശരി കേവല പിശക്

സമ്പൂർണ്ണ പിശകിന്റെ ഗണിതക ശരാശരി യാണ് ശരാശരി കേവല പിശക്.

$$\Delta a_m = \frac{|\Delta a_1| + |\Delta a_2| + |\Delta a_3| + ... + |\Delta a_n|}{n}$$

$$\text{അല്ലെങ്കിൽ} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |\Delta a_i|$$

എങ്കിൽ a_m എന്നത് യഥാർത്ഥ മൂല്യവും Δa_m എന്നത് ശരാശരി കേവല പിശകുമാണെങ്കിൽ ആ അളവിന്റെ മൂല്യം $a_m + \Delta a_m$ മുതൽ $a_m - \Delta a_m$ വരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടേയ്ക്കാം.

iii) ആപേക്ഷിക പിശക്

ശരാശരി കേവല പിശകിനും ശരാശരി മൂല്യത്തിനും തമ്മിലുള്ള അനുപാതത്തെ ആപേക്ഷിക പിശക് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇതിനെ ഭിന്ന പിശക് എന്നും പറയുന്നു.

$$\text{ആപേക്ഷിക പിശക്} = \frac{\textit{ശരാശരി കേവല പിശക്}}{\textit{ശരാശരി മൂല്യം.}}$$

$$= \frac{\Delta a_m}{a_m}$$

അളക്കപ്പെട്ട വസ്തുവിന്റെ വലിപ്പവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ കേവല വിശക് എത്ര വലുതാണെന്ന് ആപേക്ഷിക പിശക് പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഉദാഹരണം ഒരു കാർ 62 km h^{-1} വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ സ്പീഡോ മീറ്റർ 60 km h^{-1} അളവ് കാണിക്കുന്നു. ഇവിടെ കേവല പിശക് 62-60 km h^{-1} = 2 km h^{-1} ആപേക്ഷിക പിശക് 2 km h^{-1} / 60 km h^{-1} = 0.033 ഉം ആകുന്നു

iv) ശതമാന പിശക്

ആപേക്ഷിക പിശകിനെ ശതമാനത്തിൽ സൂചിപ്പിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിനെ ശതമാന പിശക് എന്ന് പറയുന്നു.

$$\text{ശതമാന പിശക്} = \frac{\Delta a_m}{a_m} \times 100\%$$

ശതമാന പിശക് പൂജ്യത്തിനോട് അടുത്താണെങ്കിൽ എടുത്ത അളവ് വളരെ ശരിയായതും അംഗീകൃത പ്രദവുമാണ്. എപ്പോഴും ഉണ്ടാകുന്നത് പിശക് കൃത്യതയില്ലാത്ത ഉപകരണം മുഖേനയാണോ അല്ലെങ്കിൽ പരീക്ഷകന്റെ തെറ്റായ പരീക്ഷണം കൊണ്ടാണോ എന്ന് മനസ്സിലാക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ഉദാഹരണം 1.2

ഒരു സിബിൾ പെൻഡുല പരീക്ഷണത്തിൽ ആവർത്തന കാലത്തിന്റെ തുടർച്ചയായ അളവുകൾ 2.63s, 2.56 s, 2.42s, 2.71s, 2.80s. ആണെങ്കിൽ (i) അപ വർത്തന കാല യളവിന്റെ ശരാശരി മൂല്യം (ii) ഓരോ

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 22 21-07-2022 12:41:03

അളവിന്റെയും കേവല പിശക് (iii) ശരാശരി കേവല പിശക് (iv) ആപേക്ഷിക പിശക് (v) ശത മാന പിശക് എന്നിവയെ കണക്കാക്കുക. ഇതിന്റെ പരിണിത ഫലത്തെ അനുയോജ്യ രൂപത്തിൽ പ്രകടിപ്പിക്കുക.

നിർദ്ധാരണം

$$t_1 = 2.63\,s,\ t_2 = 2.56\,s,\ t_3 = 2.42\,s,$$
$$t_4 = 2.71\,s,\ t_5 = 2.80\,s$$

(i) $$T_m = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$
$$= \frac{2.63 + 2.56 + 2.42 + 2.71 + 2.80}{5}$$
$$T_m = \frac{13.12}{5} = 2.624s$$
$T_m = 2.62s$ (രണ്ട് ദശാംശ സ്ഥാനത്തേയ ്ക്ക് റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു)

(ii) കേവല പിശക് $|\Delta T| = |T_m - t|$

$$|\Delta T_1| = |2.62 - 2.63| = +0.01s$$
$$|\Delta T_2| = |2.62 - 2.56| = +0.06s$$
$$|\Delta T_3| = |2.62 - 2.42| = +0.20s$$
$$|\Delta T_4| = |2.62 - 2.71| = +0.09s$$
$$|\Delta T_5| = |2.62 - 2.80| = +0.18s$$

(iii) ശരാശരി കേവല പിശക് $= \frac{\Sigma|\Delta T_i|}{n}$

$$\Delta T_m = \frac{0.01 + 0.06 + 0.20 + 0.09 + 0.18}{5}$$

$\Delta T_m = \frac{0.54}{5} = 0.108s = 0.11s$ (രണ്ട് ദശാംശ സ്ഥാനത്തേക്ക് റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്തിരിക്കുന്നു)

(iv) ആപേക്ഷിക പിശക്:

$$S_T = \frac{\Delta T_m}{T_m} = \frac{0.11}{2.62} = 0.0\ 419$$
$$S_T = 0.04$$

(v) ശരാശരി പിശക് $T = 0.04 \times 100\% = 4\%$

(vi) സിമ്പിൾ പെൻഡുലത്തിന്റെ ആവർത്തന കാലം $= T = (2.62 \pm 0.11)s$

1.6.4 പിശകുകളുടെ വ്യാപനം

ഒരു പരീക്ഷണത്തിന്റെ അന്തിമ കണക്കുകൂട്ടലിൽ അളന്ന നിരവധി അളവുകൾ ഉൾപ്പെട്ടേയ്ക്കാം. ഈ അളവുകൾ എടുക്കുന്നതിന് വ്യത്യസ്ത തരം ഉപക രണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കാം. അതിനാൽ വിവിധ അളവുകൾ കൂട്ടായി അളക്കുന്നതിലെ പിശകുകൾ നമുക്ക് നേക്കേണ്ടതുണ്ട്.

അന്തിമ ഫലത്തിലെ പിശക് ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത്,

(i) ഓരോ വ്യത്യസ്ത അളവുകളിലെ പിശകുകൾ.

(ii) അവസാന ഫലം ലഭിക്കുന്നതിനായി ഗണിത ശാസ്ത്രത്തിൽ നമ്മൾ പ്രയോഗിച്ച ക്രിയകളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. അതിനാൽ പിശകുകളുടെ സംയോജന നിയമങ്ങൾ അറിഞ്ഞിരിക്കണം.

പിശകുകളുടെ വ്യാപനം അഥവാ സംയോജന ത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്ത ഗണിതക്രിയാ നിയമ ങ്ങളുടെ പലതരം സാദ്ധ്യതകളെ കുറിച്ച് താഴെ പ്രതി പാദിച്ചിരിക്കുന്നു:

(i) രണ്ട് അളവുകളുടെ തുകയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പിശക്.

രണ്ട് അളവുകൾ A, B എന്നിവയുടെ കേവല പിശകുകൾ ΔA, ΔB എന്നിവ യഥാക്രമം ആയാൽ,

അളന്ന A യുടെ മൂല്യം $= A \pm \Delta A$

അളന്ന B യുടെ മൂല്യം $= B \pm \Delta B$

ആകെ തുക Z ആയി പരിഗണിക്കുക $= A + B$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 23 21-07-2022 12:41:05

Z ലെ ΔZ പിശക് പിന്നീട് നൽകുന്നത്,

$$Z \pm \Delta Z = (A \pm \Delta A) + (B \pm \Delta B)$$

$$= (A + B) \pm (\Delta A + \Delta B)$$

$$= Z \pm (\Delta A + \Delta B)$$

(അല്ലെങ്കിൽ) $\Delta Z = \Delta A + \Delta B$ (1.3)

രണ്ട് അളവുകളുടെ തുകയിലുണ്ടാകുന്ന സാധ്യയായ പരമാവധി പിശക് എന്നത് ഓരോ അളവിലേയും കേവല പിശകുകളുടെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

ഉദാഹരണം 1.5

രണ്ട് പ്രതിരോധങ്ങൾ $R_1 = (100 \pm 3)\ \Omega$, $R_2 = (150 \pm 2)\ \Omega$, ശ്രേണിയിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയുടെ സഫല പ്രതിരോധം എന്താണ്?

നിർദ്ധാരണം

$$R_1 = 100 \pm 3\Omega;\ R_2 = 150 \pm 2\Omega$$

സഫല പ്രതിരോധം R = ?

സഫല പ്രതിരോധം $R = R_1 + R_2$

$$= (100 \pm 3) + (150 \pm 2)$$

$$= (100 + 150) \pm (3 + 2)$$

$$R = (250 \pm 5)\ \Omega$$

(ii) രണ്ട് അളവുകളുടെ വ്യത്യാസത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പിശക്

യഥാക്രമം A, B എന്നീ രണ്ട് അളവുകളിലെ കേവല പിശകുകൾ യഥാക്രമം ΔA, ΔB, എന്നിരിക്കട്ടെ. എങ്കിൽ

അളന്ന A യുടെ മൂല്യം = $A \pm \Delta A$
അളന്ന B യുടെ മൂല്യം = $B \pm \Delta B$
വ്യവകലനം പരിഗണിക്കുക, $Z = A - B$
Z ലെ പിശക് ΔZ ഇങ്ങനെ നൽകാം
$Z \pm \Delta Z = (A \pm \Delta A) - (B \pm \Delta B)$

$$= (A - B)) \pm \Delta A \mp \Delta B$$

$$= Z \pm \Delta A \mp \Delta B$$

(അല്ലെങ്കിൽ) $\Delta Z = \Delta A + \Delta B$.....(1.4)

രണ്ട് അളവുകളുടെ വ്യത്യാസത്തിലുണ്ടാകുന്ന സാധ്യമായപരമാവധി പിശക് ഓരോ അളവുകളിലെയും കേവല പിശകുകളുടെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

ഉദാഹരണം 1.6

ഒരു തെർമോമീറ്ററിനാൽ അളന്ന രണ്ട് വസ്തുക്കളുടെ താപനില, $t_1 = (20 + 0.5)°C$, $t_2 = (50 \pm 0.5)°C$. എന്നിവയാണ് താപനിലയിലെ വ്യത്യാസവും അതിലെ പിശകും കണക്കാക്കുക.

നിർദ്ധാരണം

$t_1 = (20 \pm 0.5)°C$ $t_2 = (50 \pm 0.5)°C$

താപനിലയിലെ വ്യത്യാസം t=?

$t = t_2 - t_1 = (50 \pm 0.5) - (20 \pm 0.5)°C$

(സമവാക്യം 1.4 ഉപയോഗിക്കുന്നു)

$= (50 - 20) \pm (0.5 + 0.5)$

$t = (30 \pm 1)°C$

(iii) രണ്ട് അളവുകളുടെ ഗുണനഫലത്തിലുണ്ടാകുന്ന പിശക്

A, B എന്നീ രണ്ട് അളവുകളിലെ കേവല പിശകുകൾ യഥാക്രമം ΔA, ΔB എന്നിവയാണ് $Z = AB$ പരിഗണിക്കുക
Z ലെ പിശക് ΔZ നൽകിയിരിക്കുന്നത് $Z \pm \Delta Z = (A \pm \Delta A)\ (B \pm \Delta B)$

$$= (AB) \pm (A\ \Delta B) \pm (B\ \Delta A) \pm (\Delta A\ .\ \Delta B)$$

ഇടതുഭാഗത്തെ Z, കൊണ്ടും വലതുഭാഗത്തെ AB കൊണ്ടും ഹരിക്കുമ്പോൾ,

$$1 \pm \frac{\Delta Z}{Z} = 1 \pm \frac{\Delta B}{B} \pm \frac{\Delta A}{A} \pm \frac{\Delta A}{A} \cdot \frac{\Delta B}{B}$$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 24 21-07-2022 12:41:07

ΔA /A, ΔB / B രണ്ടും ചെറിയ അളവായതിനാൽ അവയുടെ ഗുണന ഫലം ചെറുതായതിനാൽ $\frac{\Delta A}{A}.\frac{\Delta B}{B}$ യെ അവഗണിക്കാം. Z ലെ പരമാവധി ഭിന്ന പിശക്

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \pm\left(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}\right) \qquad (1.5)$$

രണ്ട് അളവുകളുടെ ഗുണനത്തിലെ പരമാവധി ഭിന്ന പിശക് ഓരോ അളവുകളിലെ ഭിന്ന പിശകുകളുടെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

[ഇതര രീതി അനുബന്ധം A1.2 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു]

ഉദാഹരണം 1.7

ഒരു ദീർഘ ചതുരത്തിന്റെ നീളവും വീതിയും യഥാക്രമം (5.7 ± 0.1) സെ.മീ. (3.4 ± 0.2) സെ. മീറ്ററുമാണ്. ദീർഘ ചതുരത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണത്തെ പിശക് പരിധി ഉൾപ്പെടുത്തി കണ്ടുപിടിക്കുക

നിർദ്ധാരണം

നീളം $\ell = (5.7 \pm 0.1)$ സെ.മീ

വീതി $b = (3.4 \pm 0.2)$ സെ.മീ

പിശക് പരിധിയുള്ള വിസ്തീർണ്ണം $= A \pm \Delta A = ?$

വിസ്തീർണ്ണം $A = \ell \times b = 5.7 \times 3.4 = 19.38 = 19.4$ സെ.മീ^{2}

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta b}{b}$$

$$\Delta A = \left(\frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta b}{b}\right)A$$

$$\Delta A = \left(\frac{0.1}{5.7} + \frac{0.2}{3.4}\right)19.4$$

$$= (0.0175 + 0.0588) \times 19.4$$

$$= 1.48 = 1.5$$

പിശക് പരിധികൾ ഉൾപ്പെട്ട വിസ്തീർണ്ണം

വിസ്തീർണ്ണം $A = (19.4 \pm 1.5)$ സെ.മീ^{2}

(iv) രണ്ട് അളവുകളുടെ ഹരണം അഥവാ അനുപാതത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പിശക്.

രണ്ട് അളവുകൾ A, B യുടെ കേവല പിശകുകൾ യഥാക്രമം $\Delta A, \Delta B$ എന്നിങ്ങനെ കണക്കാക്കുക

ഘടക ഭാഗം പരിഗണിക്കുക, $Z = \frac{A}{B}$

Z ലെ ΔZ പിശകിനെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം.

$$Z \pm \Delta Z = \frac{A \pm \Delta A}{B \pm \Delta B} = \frac{A\left(1 \pm \frac{\Delta A}{A}\right)}{B\left(1 \pm \frac{\Delta B}{B}\right)}$$

$$= \frac{A}{B}\left(1 \pm \frac{\Delta A}{A}\right)\left(1 \pm \frac{\Delta B}{B}\right)^{-1}$$

അല്ലെങ്കിൽ $Z \pm \Delta Z = Z\left(1 \pm \frac{\Delta A}{A}\right)\left(1 \mp \frac{\Delta B}{B}\right)$

$[(1+x)^n \approx 1+nx$, ഇവിടെ $x<<1$ ആകുന്നു]

ഇരുവശവും Z, കൊണ്ട് ഹരിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്,

$$1 \pm \frac{\Delta Z}{Z} = \left(1 \pm \frac{\Delta A}{A}\right)\left(1 \mp \frac{\Delta B}{B}\right)$$

$$= 1 \pm \frac{\Delta A}{A} \mp \frac{\Delta B}{B} \pm \frac{\Delta A}{A}.\frac{\Delta B}{B}$$

$\Delta A/A$, $\Delta B/B$ എന്നീ പദങ്ങൾ ചെറുതായതിനാൽ അവയുടെ ഗുണന പദം അവഗണിക്കാം.

Z ലെ പരമാവധി ഭിന്ന പിശക് നൽകുന്നത്,

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \left(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}\right) \qquad (1.6)$$

രണ്ട് അളവുകളുടെ ഹരണത്തിലെ പരമാവധി ഭിന്ന പിശക് അവയുടെ ഓരോ ഭിന്ന പിശകുകളുടെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

(ഇതര രീതി അനുബന്ധം A1.2 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു)

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 25 21-07-2022 12:41:10

ഉദാഹരണം 1.8

ഒരു വയറിനു കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ് (100 ± 5)V അതിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന കറന്റ് (10 ± 0.2) A യും ആകുന്നു. വയറിന്റെ പ്രതിരോധം കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം

വോൾട്ടേജ് $V = (100\pm5)V$

കറന്റ് $I = (10\pm0.2)$ A

പ്രതിരോധം $R = ?$

ഓം നിയമപ്രകാരം പ്രതിരോധം R നൽകുന്നത് $R = \frac{V}{I}$

$$= \frac{100}{10} = 10\Omega$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I}\right)$$

$$\Delta R = \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I}\right)R$$

$$= \left(\frac{5}{100} + \frac{0.2}{10}\right)10$$

$$= (0.05 + 0.02)10$$

$$= 0.07 \times 10 = 0.7$$

പ്രതിരോധം $R = (10 \pm 0.7)\Omega$

(v) ഉയർന്ന പവറിലുള്ള അളവിൽ വരുന്ന പിശക്

A യുടെ n ന്റെ ഘാതം Z എന്നിരിക്കട്ടെ $= A^n$

Z ലെ പിശക് ΔZ നൽകുന്നത്,

$$Z \pm \Delta Z = (A \pm \Delta A)^n = A^n\left(1 \pm \frac{\Delta A}{A}\right)^n$$

$$= Z\left(1 \pm n\frac{\Delta A}{A}\right)$$

ഉയർന്ന പദങ്ങളെ ഒഴിവാക്കിയാൽ നമുക്ക് അറിയാം $[(1+x)^n \approx 1+nx$, ഇവിടെ $x<<1]$ ആണ്. ഇരുഭാഗത്തും Z കൊണ്ട് ഹരിക്കുക

$$1 \pm \frac{\Delta Z}{Z} = 1 \pm n\frac{\Delta A}{A}$$ അല്ലെങ്കിൽ

$$\frac{\Delta Z}{Z} = n.\frac{\Delta A}{A} \qquad (1.7)$$

n എന്ന പവറിലേക്ക് ഉയർത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഒരു അളവിലുണ്ടാകുന്ന ആപേക്ഷിക പിശക് അളവിലെ ആപേക്ഷിക പിശകിന്റെ n മടങ്ങായിരിക്കും.

പൊതു നിയമം: $Z = \frac{A^p B^q}{C^r}$ ആണെങ്കിൽ,

ലെ പരമാവധി ഭിന്ന പിശക് നൽകുന്നത്

$$\frac{\Delta Z}{Z} = p\frac{\Delta A}{A} + q\frac{\Delta B}{B} + r\frac{\Delta C}{C}$$

Z ലെ ശതമാന പിശക് നൽകുന്നത്,

$$\frac{\Delta Z}{Z} \times 100 = p\frac{\Delta A}{A} \times 100 + q\frac{\Delta B}{B} \times 100 + r\frac{\Delta C}{C} \times 100$$

ഉദാഹരണം 1.9

ഒരു ഭൗതിക അളവ് x നൽകുന്നത് $x = \frac{a^2b^3}{c\sqrt{d}}$. a, b, c, d എന്നീ അളവിലെ ശതമാന പിശക് യഥാക്രമം 4%, 2%, 3%, 1% എന്നിവയാണ് എങ്കിൽ x ന്റെ കണക്കാക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ശതമാന പിശക് കണ്ടുപിടിക്കുക

നിർദ്ധാരണം

$x = \frac{a^2b^3}{c\sqrt{d}}$ നൽകിയിരിക്കുന്നു

x ൽ ഉണ്ടാകുന്ന ശതമാന പിശക് എന്നത്,

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 26 21-07-2022 12:41:12

$$\frac{\Delta x}{x}\times 100 = 2\frac{\Delta a}{a}\times 100 + 3\frac{\Delta b}{b}\times 100$$
$$+\frac{\Delta c}{c}\times 100 + \frac{1}{2}\frac{\Delta d}{d}\times 100$$
$$= (2\times 4\%) + (3\times 2\%) + (1\times 3\%) + (\tfrac{1}{2}\times 1\%)$$
$$= 8\% + 6\% + 3\% + 0.5\%$$

x ലെ ശതമാന പിശക് = 17.5%

1.7 സാർഥക അക്കങ്ങൾ

1.7.1 സാർഥക അക്കങ്ങളുടെ നിർവചനവും നിയമങ്ങളും

മീറ്റർ സ്കെയിൽ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു വടിയുടെ നീളം അളക്കാൻ ഞങ്ങൾ മൂന്ന് വിദ്യാർത്ഥിക ളോട് ആവശ്യ പ്പെട്ടു എന്നു കരുതുക. (മീ റ്റർ സ്കെയിലിൽ അല്പത മാങ്കം 1 mm അല്ലെങ്കിൽ 0.1 cm) അതിനാൽ, അള വിന്റെമൂല്യം(വടിയുടെനീളം)ഇനിപ്പറയുന്നവയിൽ ഏതെങ്കിലും ആകാം, 7.20 cm അല്ലെങ്കിൽ 7.23 cm മൂന്ന് വിദ്യാർത്ഥികളും ആദ്യ രണ്ട് അക്കങ്ങൾ കൃത്യ മായ രീതിയിൽ അളന്നുവെന്നത് കുറിക്കുക. (ആത്മ വിശ്വാസത്തോടെ) എന്നാൽ അവസാന അക്കങ്ങൾ ഓരോ വ്യക്തിക്കും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ, സാർത്ഥക അക്കങ്ങ ളുടെ എണ്ണം 3 ആണ്, അത് അള ക്കലും (കാണ്ടിറ്റേറ്റീവ്) ഒപ്പം ഉപയോഗിച്ച ഉപകരണ ത്തിന്റെ കൃത്യതയും പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. സാർഥ അക്കം അതിനാൽ, സുപ്രധാന സംഖ്യ അല്ലെങ്കിൽ സാർഥഖ സംഖ്യ 3 ആണ് വിശ്വസിനീയമായി അറിയപ്പെടുന്ന എല്ലാ അക്കങ്ങളും ആദ്യത്തെ അനിശ്ചിതത്വ സംഖ്യയും അടങ്ങുന്നതാണ് സാർഥക അക്കങ്ങളുടെ എണ്ണമായി നിർവചിക്ക പ്പെടുന്നത്.

ഉദാഹരണം: അക്കത്തിന്റെ സാർഥക സംഖ്യ 5 ആണ്, 1.2 ന്റെ സാർഥക സംഖ്യ 2 ആണ്, 0.123 അക്കത്തിന്റെ സാർഥക സംഖ്യ 3 ആണ്, 0.1230 ന് സാർഥക സംഖ്യ 4, 0.0123 ന് സാർഥക സംഖ്യ 3, 1230 ന് സാർഥക സംഖ്യ 3, 1230 ന് (ഡസിബലി നൊപ്പം) 4 ഉം 20000000 ന്റെ സുപ്രധാന സംഖ്യ 1 ഉം ആണ്. (കാരണം $20000000 = 2\times 10^7$ ന് ഒരു പ്രധാന അക്കമേ ഉള്ളൂ, അതായത് 2).

ഭൗതിക അളവെടുപ്പിൽ, ഒരു വസ്തുവിന്റെ നീളം $l = 1230$. ആണെങ്കിൽ, 1 ന്റെ സാർഥക സംഖ്യ 4 ആണ്.

സാർഥക സംഖ്യ കണക്കാക്കുന്നതിനുള്ള നിയങ്ങൾ പട്ടിക 1.9 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 1.10

ഇനിപ്പറയുന്നവയിലെ സാർഥക സംഖ്യ കണക്കാക്കുക

i) 600800
ii) 400
iii) 0.007
iv) 5213.0
v) $2.65\times 10^{24}\,m$
vi) 0.0006032

നിർദ്ധാരണം: i) നാല് ii) ഒന്ന് iii) ഒന്ന് iv) അഞ്ച് v) മൂന്ന് vi) നാല്

1.7.2 റൗണ്ടിംഗ് ഓഫ്

കാൽക്കുലേറ്ററുകൾ ഇപ്പോൾ കണക്കുകൂട്ടലുകൾ നടത്താൻ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു കാൽക്കുലേറ്റർ നൽകിയ ഉത്തരത്തിന് വളരെയ ധികം സംഖ്യകളുണ്ട്. ഒരു കാരണവശാലും കണക്കു കൂട്ടലിനായിഉപയോഗിക്കുന്ന ഡാറ്റയിൽഉൾപ്പെട്ടിരി ക്കുന്ന കണക്കുകളെക്കാൾ പ്രധാന്യമർഹിക്കുന്ന സാർഥക സംഖ്യകൾ ഫലത്തിൽ ഉണ്ടാകരുത്. ഒന്നിൽ കൂടുതൽ അനിശ്ചിത അക്കങ്ങൾ അടങ്ങിയ അക്കങ്ങളുടെ കണക്കുകൂട്ടലിന്റെ ഫലം റൗണ്ട് ചെയ്യണം റൗണ്ടിംഗ് ഓഫിനായുള്ള നിയമങ്ങൾ 1.10 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 1.11

സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെഇനിപ്പറയുന്നഅക്ക ങ്ങൾ റൗണ്ട് ചെയ്യുക.

i) 18.35, 3 അക്കങ്ങൾ വരെ
ii) 19.45, 3 അക്കങ്ങൾ വരെ
iii) 101.55×10^6 അക്കങ്ങൾ വരെ
iv) 248337, 3 അക്കങ്ങൾ വരെ
v) 12.653, 3 അക്കങ്ങൾ വരെ.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 27 21-07-2022 12:41:13

പട്ടിക 1.9 സാർഥക സംഖ്യാ മൂല്യം കണക്കാക്കുന്നതിനുള്ള നിയമങ്ങൾ.

	നിയമങ്ങൾ	ഉദാഹരണം
i)	പൂജ്യമല്ലാത്ത എല്ലാ അക്കങ്ങളും സാർഥകമാണ്.	1342 ന് നാല് സാർഥക സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്.
ii)	പൂജ്യമല്ലാത്ത രണ്ട് അക്കങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള എല്ലാ പൂജ്യങ്ങളും സാർഥകമാണ്.	2008 ന് നാല് സാർഥക സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്.
iii)	പൂജ്യമല്ലാത്ത അക്കത്തിന്റെ വലതുവശത്തുള്ള എല്ലാ പൂജ്യങ്ങളും എന്നാൽ ഒരു ദശാംശ സ്ഥാനത്തിന്റെ ഇടതു വശത്ത് വരുന്ന പൂജ്യങ്ങളും സാർഥമാണ്.	30700 ന് അഞ്ച് പ്രധാന സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്.
iv)	a) ഒരു ദശാംശ ബിന്ദു ഇല്ലാത്ത സംഖ്യയ്ക്ക്, ടെർമിനൽ അല്ലെങ്കിൽ പുറകിലുള്ള പൂജ്യം (s) സാർഥകമല്ല.	a) 30700 ന് മൂന്ന് പ്രധാന സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്.
v)	ഒന്നിനേക്കാളും കുറഞ്ഞ സംഖ്യകളിൽ ദശാംശ ബിന്ദുവിന് വലതു ഭാഗത്തും, പൂജ്യമല്ലാത്ത ആദ്യ അക്കത്തിന് ഇടതു ഭാഗത്തും വരുന്ന പൂജ്യമോ പൂജ്യങ്ങളോ സാർഥകമല്ല	0.00345 ന് മൂന്ന് സാർഥക സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്.
vi)	ദശാംശബിന്ദുവിന് വലതുഭാഗത്തു വരുന്ന എല്ലാ പൂജ്യങ്ങളും അതു കൂടാതെ പൂജ്യമല്ലാത്ത അക്കത്തിന്റെ വലതു ഭാഗത്തുള്ള പൂജ്യങ്ങളും സാർഥകങ്ങളാണ്	40.00 ന് നാല് സാർഥക സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്. 0.030400 ന് അഞ്ച് പ്രധാന സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങളുണ്ട്.
vii)	സാർഥക അക്കങ്ങളുടെ എണ്ണം യൂണിറ്റുകൾ ഏത് സമ്പ്രദായത്തിലുള്ളതാണെന്നതിനെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.	1.53 cm, 0.0153 m, 0.0000153 km, എന്നിവയ്ക്ക് മൂന്നിനും സാർഥക സംഖ്യ മൂന്നാണ്.

കുറിപ്പ് 1 : അളന്ന മൂല്യങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന പൂർണ്ണമാക്കപ്പെട്ട സംഖ്യ, സംഖ്യകളല്ലാത്ത ഗുണിതമോ വിഭജന ഘടകങ്ങളോ കൃത്യമാണ്, സാഹചര്യത്തിനനുസരിച്ച് അവയ്ക്ക് അനന്തമായ പ്രാധാന്യമുള്ള സാർഥക സംഖ്യകൾ ഉണ്ട്. ഉദാഹരണം, വൃത്തത്തിന്റെ ചുറ്റളവ് $S = 2\pi r$ ഇവിടെ ഘടകം 2 ഒരു കൃതയമായ സംഖ്യയാണ്. ആവശ്യാനുസരണം ഇത് 2.0, 2.00 അല്ലെങ്കിൽ 2.000 എന്ന് എഴുതാം.

കുറിപ്പ് 2 : സാർഥക സംഖ്യകളുടെ നിർണ്ണയത്തിൽ 10 ന്റെ പരിമാണഘാതം അപ്രസക്തമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്, $x = 5.70$ m $= 5.70 \times 10^2$ cm $= 5.70 \times 10^3$ mm $= 5.70 \times 10^{-3}$ km ഓരോ കേസിലും സാർഥക സംഖ്യയുടെ എണ്ണം മൂന്നാണ്.

പട്ടിക 1.10 റൗണ്ടിംഗ് ഓഫിനായുള്ള നിയമങ്ങൾ

	നിയമം	ഉദാഹരണം
i)	ഉപേക്ഷിക്കേണ്ട അക്കം 5 നെ ക്കാൾ ചെറുതാണെങ്കിൽ മുമ്പത്തെ അക്കത്തിൽ മാറ്റമില്ല.	i) 7.32 നെ റൗണ്ടഡ് ഓഫ് ചെയ്യുമ്പോൾ 7.3 ii) 8.94 നെ 8.9 ആയി റൗണ്ടഡ് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു.
ii)	ഉപേക്ഷിക്കേണ്ട അക്കം 5 നെ ക്കാൾ വലുതാണെങ്കിൽ മുമ്പത്തെ അക്കൗണ്ടിൽ 1 വർദ്ധിപ്പിക്കണം.	i) 17.26 നെ 17.3 ആയി റൗണ്ടഡ് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു. ii)11.89 നെ 11.9 ആയി റൗണ്ടഡ് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു.
iii)	ഉപേക്ഷിക്കേണ്ട അക്കം 5 ഉം അതിനു മുമ്പിലത്തെ അക്കം പൂജ്യമല്ലാതെ, ഇരുന്നാൽ മുമ്പിലത്തെ അക്കത്തിൽ 1 കൂടി എഴുതണം	i) 7.352, ആദ്യ ദശാംശത്തിൽ റൗണ്ടഡ് ഓഫ് ചെയ്യുമ്പോൾ 7.4 ആകും. ii)18.159 ആദ്യ ദശാംശത്തിൽ റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്യുമ്പോൾ 18.2 ആകും
iv)	ഉപേക്ഷിക്കേണ്ട അക്കം 5 അല്ലെങ്കിൽ 5 തുടർന്ന് പൂജ്യങ്ങളാണെങ്കിൽ മുമ്പത്തെ അക്കം മാറ്റേണ്ട കാര്യമില്ല അത് ഇരട്ട സംഖ്യയാണെങ്കിൽ	i) 3.45,3.4 ആയി റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു. ii)8.250, 8.2 ആയി റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു.
v)	ഉപേക്ഷിക്കേണ്ട അക്കം 5 അല്ലെങ്കിൽ 5 നെതുടർന്ന് പൂജ്യങ്ങളാണെങ്കിൽ അതിനു ശേഷം മുമ്പത്തെ അക്കത്തിൽ കൂട്ടുന്നു, അത് ഒറ്റസംഖ്യയാണെങ്കിൽ.	i) 3.35, 3.4 ആയി റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു. ii)8.350, 8.4 ആയി റൗണ്ട് ഓഫ് ചെയ്യുന്നു.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 28 21-07-2022 12:41:13

ഉത്തരം

i) 18.4 ii) 19.4 iii) 101.6×10^6

iv) 248000 v) 12.7

1.7.3 സാർഥക അക്കങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന ഗണിതക ക്രിയകൾ

(i) സങ്കലനവും വ്യവകലനവും

സങ്കലനത്തിലും വ്യവകലനത്തിലും, അന്തിമ ഫലം ഏറ്റവും ചെറിയ സംഖ്യയിലുള്ളത്ര ദശാംശ സ്ഥാനങ്ങൾ എത്രയാണോ അതു പോലെ നിലനിർത്തണം.

ഉദാഹരണം:

1. 3.1 + 1.780 + 2.046 = 6.926

   ഇവിടെ ദശാംശത്തിനു ശേഷം ഏറ്റവും ചെറിയ സാർഥക സംഖ്യകളുടെ എണ്ണം ഒന്നാണ്. അതിനാൽ ഫലം 6.9 ആയിരിക്കും.

2. 12.637 – 2.42 = 10.217

   ഇവിടെ ദശാംശത്തിനു ശേഷം ഏറ്റവും ചെറിയ സാർഥക സംഖ്യകളുടെ എണ്ണം രണ്ടാണ്. അതിനാൽ ഫലം 10.22 ആയിരിക്കും.

(ii) ഗുണനവും ഹരണവും

ഗുണത്തിലും ഹരണത്തിലും, അന്തിമ ഫലം യഥാർത്ഥ സംഖ്യയിൽ ഉള്ളതു പോലെതന്നെ ഏറ്റവും ചെറിയ സാർഥക സംഖ്യയുടെ എണ്ണത്തെ നിലനിർത്തണം.

ഉദാഹരണം:

1. $1.21 \times 36.72 = 44.4312 = 44.4$

   ഇവിടെ അളന്ന മൂല്യങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ചെറിയ സാർഥക സംഖ്യകളുടെ എണ്ണം മൂന്നാണ്. അതിനാൽ മൂന്ന് സുപ്രധാന അക്കങ്ങളിലേയ്ക്ക് റൗണ്ട് ചെയ്യുമ്പോൾ ഫലം 44.4.

2. $36.72 \div 1.2 = 30.6 = 31$

   ഇവിടെ അളന്ന മൂല്യങ്ങളിൽ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ സാർഥക സംഖ്യകളുടെ എണ്ണം രണ്ടാണ്. അതിനാൽ പ്രധാനപ്പെട്ട അക്കത്തിലേയ്ക്ക് റൗണ്ട് ചെയ്യുമ്പോൾ ഫലം 31 ആയി മാറുന്നു.

1.8 ഡൈമെൻഷണൽ വിശകലനം

1.8.1 ഭൗതിക അളവുകളുടെ ഡൈമെൻഷൻ

മെക്കാനിക്സിൽ ദ്രവ്യമാനം, സമയം, നീളം, വേഗത, ത്വരണം മുതലായ ഭൗതിക അളവുകൾ നാം കൈകാര്യം ചെയ്തു. ഇത് M, L, T എന്നിങ്ങനെ മൂന്ന് സ്വതന്ത്ര അടിസ്ഥാന അളവുക്കളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രകടിപ്പിക്കാം. അതിനാൽ ഒരു ഭൗതിക അളവിന്റെ ഡൈമെൻഷനെ ഇപ്രകാരം നിർവചിക്കാം. അടിസ്ഥാന അളവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന ഏതൊരു ഭൗതിക അളവിന്റെയും എക്സ്പോണന്റ് (പവർ) ഭൗതിക അളവിന്റെ ഡൈമെൻഷനെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. (ഒരു ഭൗതിക അളവിന്റെ അളവിനെ സൂചിപ്പിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന അടയാളം എന്നത് ചതുര ബ്രാക്കറ്റിനുള്ളിലെ ഭൗതിക അളവ്). ഉദാഹരണത്തിന്, (നീളം) എന്നാൽ നീളത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ, (വിസ്തീർണ്ണ്) വിസ്തീർണ്ണത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ എന്നിങ്ങനെ. നീളത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ അടിസ്ഥാന അളവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ

$$[\text{നീളം}] = M^0 LT^0 = L$$

അതുപോലെ, $[\text{വിസ്തീർണ്ണം}] = M^0 L^2 T^0 = L^2$

അതുപോലെ, $[\text{വ്യാപ്തം}] = M^0 L^3 T^0 = L^3$

എല്ലാ സാഹചര്യങ്ങളിലും അടിസ്ഥാന അളവ് L തുല്യമാണെങ്കിലും എക്സ്പോണന്റ് (പവർ) വ്യത്യസ്തമാണെന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക. അതായത് ഡൈമെൻഷൻ വ്യത്യസ്തമാണ്. ഒരു സംഖ്യയ്ക്ക്, അടിസ്ഥാന അളവിന്റെ എക്സ്പോണന്റ് പൂജ്യമാണ്. ഉദാഹരണത്തിന്, 2 എന്ന അക്കം പരിഗണിക്കുക, ഇതിന് ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ല. ഇതിനെ ഇപ്രകാരം ആവിഷ്ക്കരിക്കാം.

$\Rightarrow [2] = M^0 L^0 T^0$ (ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ലാത്ത)

നമുക്ക് കുറച്ച് ഭൗതിക അളവുകളുടെ ഡൈമെൻഷനുകൾ എഴുതാം.

$$\text{വേഗത}, s = \frac{\text{ദൂരം}}{\text{എടുത്ത സമയം}} \Rightarrow [s] = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

$$\text{പ്രവേഗം}, \vec{v} = \frac{\text{സ്ഥാനാന്തരണം}}{\text{എടുത്ത സമയം}} \Rightarrow [\vec{v}] = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 29 21-07-2022 12:41:13

വേഗത ഒരു സ്കെയിലർ അളവാണെന്നും, പ്രവേഗം ഒരു വെക്റ്റർ അളവാണെന്നും മനസ്സിലാക്കുക. (സ്കെയിലറുംവെക്റ്ററുംയൂണിറ്റ്2ൽചർച്ചചെയ്യും). എന്നാൽ ഇവ രണ്ടിനും ഒരേ ഡൈമെഷനൽ സൂത്രവാക്യങ്ങളാണുള്ളത്.

ത്വരണം, $\vec{a} = \frac{\text{പ്രവേഗം}}{\text{എടുത്ത സമയം}} \Rightarrow [\vec{a}] = \frac{\mathrm{LT}^{-1}}{\mathrm{T}} = \mathrm{LT}^{-2}$

പ്രവേഗ നിരക്കാണ് ത്വരണം.

ലീനിയർ മൊമെന്റം അല്ലെങ്കിൽ സംവേഗം,

$$[\vec{p}] = m\vec{v} \Rightarrow [\vec{p}] = MLT^{-1}$$

ബലം $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow [\vec{F}] = MLT^{-2} = \frac{\text{സംവേഗം}}{\text{സമയം}}$

ഏത് തരത്തിലുള്ള ബലത്തിനും ഇത് ബാധകമാണ് ശക്തമായബലം,വൈദ്യുതകാന്തികബലം,ദുർബലബലം, ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം എന്നിങ്ങനെ നാല് തരം ബലങ്ങൾ മാതമേ പ്രകൃതിയിൽ നിലകൊള്ളുന്നുണ്ട്.കൂടാതെ,ഘർഷണബലം,അഭികേന്ദ്രബലം, അപകേന്ദ്രബലം ഇവയുടെയെല്ലാം ഡൈമെൻഷനുകൾ സൂത്രവാക്യം MLT^{-2} ആകുന്നു.

ആവേഗം $\vec{I} = \vec{F}t \Rightarrow [\vec{I}] = MLT^{-1}$

= മൊമെന്റത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ

രേഖീയ മൊമെന്റത്തിന്റെ മൊമെന്റാണ് കോണീയ ആവേഗം (യൂണിറ്റ് 5 ൽ ചർച്ചചെയ്യുന്നു).

കോണീയ മൊമെന്റം $\vec{\mathrm{L}} = \vec{r} \times \vec{p} \Rightarrow [\vec{\mathrm{L}}] = ML^2T^{-1}$

ചെയ്ത പ്രവൃത്തി,

$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \Rightarrow [W] = ML^2T^{-2}$

ഗതിക ഊർജ്ജം

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow [KE] = \left[\frac{1}{2}\right][m][v^2]$$

$\frac{1}{2}$ എന്നത് ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ലാത്ത നമ്പർ, ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെഡൈമെൻഷൻ, $[KE] = [m][v^2] = ML^2T^{-2}$ അതുപോലെ, സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ ലഭിക്കുന്നതിന്, നമുക്ക് ഗുരുത്വാകർഷണസ്ഥിതിക ഊർജ്ജം പരിഗണിക്കാം, $PE = mgh \Rightarrow [PE] = [m][g][h]$,, ഇവിടെ,$m$ എന്നത്കണത്തിന്റെദ്രവ്യമാനം,g എന്നത്ഗുരുത്വാകർഷണ ത്വരണം, h ആണ് നിലത്തു നിന്നുള്ള ഉയരം. അതിനാൽ, $[PE] = [m][g][h] = ML^2T^{-2}$.

ഇപ്രകാരം, ഏത് തരത്തിലുള്ള ഊർജ്ജത്തിന്റേയും (ആന്തരിക ഉർജ്ജം, മൊത്തം ഊർജ്ജം മുതലായവ) ഡൈമെൻഷൻ എന്നത്.

$$\text{ഊർജ്ജം} = ML^2T^{-2}$$

ബലത്തിന്റെ മൊമെന്റിനെ ടോർക്ക് എന്ന് പറയുന്നു. $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow [\vec{\tau}] = ML^2T^{-2}$ (τ ചിഹ്നത്തെ ടൗ എന്ന് വായിക്കുക - ഗ്രീക്ക് അക്ഷരമാല). ടോർക്കിന്റെ അളവും ഊർജ്ജത്തിന്റെ അളവും ഒരുപോലെയാണെങ്കിലും അവ വ്യത്യസ്ത ഭൗതിക അളവുകളാണെന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക. അവയിലൊന്ന് അദിശവും (എനർജി) മറ്റൊന്ന് സദിശവും (ടോർക്ക്) ആകുന്നു ഇതിന്റെ അർത്ഥം ഡൈമെഷൻ ഒരുപോലുള്ള ഭൗതിക അളവുകൾ ഒരേ ഭൗതിക അളവ് ആകണമെന്നില്ല. എന്നതാണ്.

കുറിപ്പ്

1. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ പല വ്യത്യസ്ത സാഹചര്യങ്ങളിലും ഡൈമെൻഷനുകൾ കടന്നു വരാറുണ്ട്. അതിനാൽ ഈ പദം ഡൈമെൻഷൻ എന്നത് പലപ്പോഴും ആശയകുഴപ്പം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ, ഒരു ഡൈമെൻഷനിലുള്ള ചലനം, ആറ്റത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ എന്നിങ്ങനെയുള്ള വാക്യങ്ങൾ കടന്നുവരാറുണ്ട്. ഒരു കാര്യം മനസ്സിലാക്കേണ്ടത്, ഭൗതിക അളവിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ എന്നത് അടിസ്ഥാന അളവിന്റെ ഘാതങ്ങളായി ഒരു ഭൗതിക അളവിനെ ആവിഷ്ക്കരിക്കുക എന്നതാണ്. ഒരു ഡൈമെൻഷൻ, രണ്ടുഡൈമെൻഷൻ, മൂന്നു ഡൈമെൻഷൻ ചലനം എന്നത് ചലന വ്യാപ്തിയെ ആണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ആറ്റത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ എന്നാൽ അതിന്റെ വലിപ്പം ആണ് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ഡൈമെൻഷൻ എന്ന വെറും പദം അർത്ഥ ശൂന്യമാണ്. അതിനാൽ ഏത് സാഹചര്യത്തിൽ നാം ഉപയോഗിക്കുമോ അതിനനുസരിച്ചായിരിക്കും.

2. Sin θ, Cos θ പോലുള്ള ത്രികോണമിതി ഫംഗ്ഷനുകൾക്ക് ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ല (θ യ്ക്ക് ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ല) എക്സ്പൊണൻഷ്യൽ ഫംഗ്ഷൻ e^x ലോഗരിത ഫംഗ്ഷൻ $ln\ x$ ഇവയെല്ലാം (x നു ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ല) ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ലാത്തവയാണ് ശ്രേണി വിപുലീകരണ ഫംഗ്ഷനെ നാം (പരിമിതമോ,അനന്തമോ)വികസിപ്പിക്കുന്നുവെന്ന്കരുതുക. ഇതിൽ x^0, x^1, x^2 തുടങ്ങിയ പദങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ഇവയിൽx എന്നത് ഡൈമെൻഷൻ ഇല്ലാത്ത അളവായിരിക്കും.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 30 21-07-2022 12:41:16

പട്ടിക 1.11 ഡൈമെൻഷണൽ ഫോർമുല

ഭൗതിക അളവ്	ആവിഷ്ക്കരണം	ഡൈമെൻഷണൽ സൂത്രവാക്യം
വിസ്തീർണ്ണം (ദീർഘ ചതുരം)	നീളം × വീതി	$[L^2]$
വ്യാപ്തം	വിസ്തീർണ്ണം × ഉയരം	$[L^3]$
സാന്ദ്രത	ദ്രവ്യമാനം/വ്യാപ്തം	$[ML^{-3}]$
പ്രവേഗം	സ്ഥാനാന്തരം/സമയം	$[LT^{-1}]$
ത്വരണം	വേഗത/സമയം	$[LT^{-2}]$
സംവേഗം	ദ്രവ്യമാനം × വേഗത	$[MLT^{-1}]$
ബലം	ദ്രവ്യമാനം × ത്വരണം	$[MLT^{-2}]$
പ്രവൃത്തി	ബലം × ദൂരം	$[ML^2T^{-2}]$
ശക്തി	പ്രവൃത്തി/സമയം	$[ML^2T^{-3}]$
ഊർജ്ജം	പ്രവൃത്തിം	$[ML^2T^{-2}]$
ആവേഗം	ബലം × സമയം	$[MLT^{-1}]$
റേഡിയസ് ഓഫ് ഗൈറേഷൻ	ദൂരം	$[L]$
മർദ്ദം അല്ലെങ്കിൽ സ്ട്രസ്	ബലം/വിസ്തീർണ്ണം	$[ML^{-1}T^{-2}]$
പ്രതലബലം	ബലം/നീളം	$[MT^{-2}]$
ആവൃത്തി	1 / സമയ കാലയളവ്	$[T^{-1}]$
ഗുരുത്വ ആസൂർണ്ണം	ദ്രവ്യമാനം × (ദൂരം)^2	$[ML^2]$
ബലത്തിന്റെ ആസൂർണ്ണം അല്ലെങ്കിൽ ടോർക്ക്	ബലം × ദൂരം	$[ML^2T^{-2}]$
കോണീയ പ്രവേഗം	കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം/സമയം	$[T^{-1}]$
കോണീയ ത്വരണം	കോണീയ പ്രവേഗം/സമയം	$[T^{-2}]$
കോണീയ ആവേഗം	ലീനിയർ ആവേഗം × ദൂരം	$[ML^2T^{-1}]$
ഇലാസ്തികയുടെ ഗുണാങ്കം	സ്ട്രസ്/സ്ട്രെയിൻ	$[ML^{-1}T^{-2}]$
വിസ്കോസിറ്റിയുടെ ഗുണാങ്കം	(ബലം × ദൂരം) / (വസ്തീർണ്ണം × പ്രവേഗം)	$[ML^{-1}T^{-1}]$
ഉപരിതല ഊർജ്ജം	പ്രവർത്തനം/വിസ്തീർണ്ണം	$[MT^{-2}]$
താപധാരിത	താപ ഊർജ്ജം × ഊഷ്മാവ്	$[ML^2T^{-2}K^{-1}]$
ചാർജ്ജ്	വൈദ്യുത പ്രവാഹം × സമയം	$[AT]$
കാന്തിക പ്രേരണ	ബലം/വൈദ്യുത പ്രവാഹം × നീളം	$[MT^{-2}A^{-1}]$
ബലസ്ഥിരാങ്കം	ബലം/സ്ഥാനാന്തരം	$[MT^{-2}]$
ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കം	[ബലം × (ദൂരം)^2] / (ദ്രവ്യമാനം)^2	$[M^{-1}L^3T^{-2}]$
പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാങ്കം	ഊർജ്ജം/ആവൃത്തി	$[ML^2T^{-1}]$
ഫാരഡെ സ്ഥിരാങ്കം	അവഗാഡ്രോ സ്ഥിരാങ്കം × ചാർജ്ജ്	$[AT\ mol^{-1}]$
ബോൾസ്മാൻ സ്ഥിരാങ്കം	ഊർജ്ജം/താപനില	$[ML^2\ T^{-2}\ K^{-1}]$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 31 21-07-2022 12:41:16

1.8.2 ഡൈമൻഷണൽ അളവുകൾ ഡൈമൻഷണൽ ഇല്ലാത്ത അളവുകൾ, ഏകാത്മക തത്വം

ഡൈമെൻഷന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, നമുക്ക് അളവുകളെ നാല് വിഭാഗങ്ങളായി തരം തിരിക്കാം.

(1) ഡൈമൻഷണൽ വേരിയബിളുകൾ

ഡൈമൻഷൻ ഉള്ളതും, അസ്ഥിര മൂല്യങ്ങളുള്ളതുമായ ഭൗതിക അളവുകളെ ഡൈമൻഷണൽ വേരിയബിളുകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. നീളം, പ്രവേഗം ത്വരണം മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

(2) ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്ത വേരിയബിളുകൾ

ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്തതും എന്നാൽ വേരിയബിൾ മൂല്യങ്ങളുള്ളതുമായ ഭൗതിക അളവുകളെ ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്ത വേരിയബിളു കൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ആപേക്ഷിക ഗുരുത്വാകർഷണം, സ്ട്രയിൻ, അപവർത്തനാങ്കം മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

(3) ഡൈമൻഷണൽ സ്ഥിരാങ്ക മൂല്യങ്ങൾ

സ്ഥിരമൂല്യവുംഡൈമെൻഷനുമുള്ളഭൗതികഅളവുകളെ ഡൈമൻഷണൽ സ്ഥിരമൂല്യങ്ങൾ വിളിക്കുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കം, പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാങ്കം മുതലായവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

(4) ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്ത സ്ഥിരമൂല്യങ്ങൾ

സ്ഥിര മൂല്യങ്ങളുള്ളതും ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്തതുമായ അളവുകളെ ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്ത സ്ഥിരമൂല്യങ്ങൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഉദാഹരണം π, e എന്നിവ.

ഡൈമൻഷനുകളുടെ ഏകാത്മക തത്വം

ഭൗതിക പദപ്രയോഗത്തിലെ എല്ലാ പദങ്ങളുടെയും ഡൈമൻഷൻ ഒരുപോലെ ആയിരിക്കും. എന്നാണ് ഡൈമൻഷൻകളുടെ ഏകാത്മക തത്വം പറയുന്നത്. ഉദാഹരണത്തിന് $v^2 = u^2 + 2as$ എന്ന പദപ്രയോഗത്തിൽ, v^2, u^2, 2 എന്നിവയുടെ ഡൈമെൻഷനുകൾ ഒരുപോലെയും, $[L^2T^{-2}]$ന് തുല്യവുമാണ്.

1.8.3 ഡൈമൻഷൻഷണൽ വിശകലന രീതിയുടെ പ്രയോജനങ്ങളും പരിമിതികളും

ഈ സമ്പ്രദായം ഉപയോഗിക്കുന്നത്

(i) ഒരു ഭൗതിക അളവിനെ ഒരു വ്യവസ്ഥയിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്യുന്നതിന് ഈ രീതി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(ii) വിവിധഭൗതികഅളവുകൾക്കിടയിലെസമാനതകൾ പരിശോധിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(iii) വ്യത്യസ്ത ഭൗതിക അളവുകൾക്കിടയിലെ ബന്ധം രൂപീകരിക്കുന്നതിനും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

(i) ഒരുഭൗതികഅളവിനെഒരുസമ്പ്രദായയൂണിറ്റിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്യൽ

സംഖ്യാ മൂല്യം (n) ന്റെയും അതിന്റെ തത്തുല്യമായ മാത്രയുടേയും (u) ഗുണനഫലം സ്ഥിരമായിരിക്കുംനന്നതത്വത്തെഅടിസ്ഥാനപെടുത്തിരിക്കുന്നു. അതായത് $n\,[u]$ = സ്ഥിരം അല്ലെങ്കിൽ $n_1[u_1] = n_2[u_2]$.

ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ഡൈമൻഷൻ '*a*' യും നീളത്തിന്റെ ഡൈമൻഷൻ, '*b*' യും ഉള്ള ഒരു ഭൗതിക പരിമാണത്തെ സങ്കല്പിക്കുക. ഒരു സമ്പ്രദായ വ്യവസ്ഥിതിയിൽ അടിസ്ഥാന യൂണിറ്റുകൾ M_1, L_1, T_1 ഉം മറ്റൊരു വ്യവസ്ഥിതിയിൽ യഥാക്രമം M_2, L_2, T_2 ഉം ആണെങ്കിൽ ഇതിനെ നമുക്ക് ഇങ്ങനെ എഴുതാം, $n_1 [M_1^a L_1^b T_1^c] = n_2 [M_2^a L_2^b T_2^c]$

ഇപ്രകാരം നമ്മൾ ഒരു ഭൗതിക പരിമാണത്തിന്റെ സംഖ്യാ മൂല്യത്തെ ഒരു സമ്പ്രദായത്തിൽ നിന്നും മറ്റൊരു സമ്പ്രദായത്തിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെട്ടു.

ഉദാഹരണം 1.12

ഡൈമൻഷണൽ രീതി ഉപയോഗിച്ച് 76 സെ.മീ. മെർക്കുറി മർദ്ദത്തെ Nm^{-2} ൽ ആയി പരിവർത്തനം ചെയ്യുക.

നിർദ്ധാരണം

cgs സിസ്റ്റത്തിൽ 76 cm മെർക്കുറിയുടെ മർദ്ദം $= 76 \times 13.6 \times 980$ dyne cm^{-2}

മർദ്ദത്തിന്റെ ഡൈമൻഷണൽ സൂത്രവാക്യം $[ML^{-1}T^{-2}]$

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 32 21-07-2022 12:41:16

$$P_1\left[M_1^{\,a}L_1^{\,b}T_1^{\,c}\right]=P_2\left[M_2^{\,a}L_2^{\,b}T_2^{\,c}\right]$$

നമുക്ക് $P_2=P_1\left[\frac{M_1}{M_2}\right]^a\left[\frac{L_1}{L_2}\right]^b\left[\frac{T_1}{T_2}\right]^c$

$M_1 = 1g, M_2 = 1kg$

$L_1 = 1\ cm, L_2 = 1m$

$T_1 = 1\ s, T_2 = 1s$

As a =1, b= -1, കൂടാതെ c = -2

എങ്കിൽ

$$P_2=76\times13.6\times980\left[\frac{1g}{1kg}\right]^1\left[\frac{1cm}{1m}\right]^{-1}\left[\frac{1s}{1s}\right]^{-2}$$

$$=76\times13.6\times980\left[\frac{10^{-3}kg}{1kg}\right]^1\left[\frac{10^{-2}m}{1m}\right]^{-1}\left[\frac{1s}{1s}\right]^{-2}$$

$$=76\times13.6\times980\times[10^{-3}]\times10^2$$

$$P_2=1.01\times10^5\ \mathrm{Nm^{-2}}$$

ഉദാഹരണം 1.13

SI വ്യവസ്ഥിതിയിൽ സാർവത്രിക ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കത്തിന്റെ മൂല്യം $6.6\times10^{-11}\ \mathrm{Nm^2\,kg^{-2}}$, ആണെങ്കിൽ, അതിന്റെ മൂല്യം CGS സിസ്റ്റത്തിൽ കണ്ടെത്തുക?

ഉത്തരം

G_{SI} എന്നത് സിസ്റ്റത്തിലെ ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കവും, CGS സിസ്റ്റത്തിൽ G_{cgs} ഉം ആണെങ്കിൽ,

$$G_{SI}=6.6\times10^{-11}\mathrm{Nm^2\,kg^{-2}}$$

G_{cgs} =?

$$n_2=n_1\left[\frac{M_1}{M_2}\right]^a\left[\frac{L_1}{L_2}\right]^b\left[\frac{T_1}{T_2}\right]^c$$

$$G_{cgs}=G_{SI}\left[\frac{M_1}{M_2}\right]^a\left[\frac{L_1}{L_2}\right]^b\left[\frac{T_1}{T_2}\right]^c$$

$M_1 = 1\ kg \quad L_1 = 1m \quad T_1 = 1s$

$M_2 = 1\ g \quad L_2 = 1\ cm \quad T_2 = 1s$

G ന്റെ ഡൈമൻഷണൽ ഫോർമുല $M^{-1}L^3T^{-2}$

a = -1 b = 3 കൂടാതെ c = -2

$$G_{cgs}=6.6\times10^{-11}\left[\frac{1kg}{1g}\right]^{-1}\left[\frac{1m}{1cm}\right]^3\left[\frac{1s}{1s}\right]^{-2}$$

$$=6.6\times10^{-11}\left[\frac{1kg}{10^{-3}kg}\right]^{-1}\left[\frac{1m}{10^{-2}m}\right]^3\left[\frac{1s}{1s}\right]^{-2}$$

$$=6.6\times10^{-11}\times10^{-3}\mathrm{x}\ 10^6\times1$$

$$G_{cgs}=6.6\times10^{-8}\ dyne\ \mathrm{cm^2}\ g^{-2}$$

(ii) തന്നിട്ടുള്ള ഭൗതിക സമവാക്യത്തിലെ ഡൈമൻഷണൽ കൃത്യത പരിശോധിക്കുക

ഡൈമൻഷന്റെ കൃത്യത പരിശോധിക്കുന്നതിന് v = u + at എന്ന ചലനസമവാക്യം എഴുതുക

ഇരുവശത്തും ഡൈമൻഷണൽ ഫോർമുല പ്രയോഗിക്കുക $[LT^{-1}] = [LT^{-1}] + [LT^{-2}]\ [T]$

$$[LT^{-1}] = [LT^{-1}] + [LT^{-1}]$$

(ഒരേ അളവിന്റെ ഡൈമൻഷൻ മാത്രമേ ചേർക്കാൻ കഴിയൂ)

ഇരുവശത്തിന്റെയും ഡൈമൻഷനുകൾ തുല്യമാണെന്ന് നാം കാണുന്നു. അതിനാൽ സമവാക്യം ഡൈമൻഷൻ അനുസരിച്ച് ശരിയാണ്.

ഉദാഹരണം 1.14

ഡൈമൻഷണൽ വിശകലന രീതി ഉപയോഗിച്ച് $\frac{1}{2}mv^2=mgh$ എന്ന സമവാക്യത്തിന്റെ കൃത്യത പരിശോധിക്കുക.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 33 21-07-2022 12:41:20

നിർദ്ധാരണം

ഡൈമൻഷണൽ ഫോർമുല

$$\frac{1}{2}mv^2 = [M][LT^{-1}]^2 = [ML^2T^{-2}]$$

ഡൈഡമൻഷണൽ ഫോർമുല

$$mgh = [M][LT^{-2}][L] = [ML^2T^{-2}]$$

$$[ML^2T^{-2}] = [ML^2T^{-2}]$$

ഇരുവശങ്ങളും ഡൈമൻഷൻ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സമമാണ്. അതിനാൽ സമവാക്യം $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ എന്നത് ഡൈമൻഷൻ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ശരിയാണ്.

(iii) വിവിധ ഭൗതിക അളവുകൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നതിന്

Q എന്ന ഭൗതിക അളവ് Q_1, Q_2, Q_3 എന്നീ അളവുകളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതായത് Q_1, Q_2, Q_3 എന്നിവയ്ക്ക് Q ആനുപാതികമാണ്

എങ്കിൽ,

$$Q \propto Q_1^{\,a} Q_2^{\,b} Q_3^{\,c}$$

$$Q = k\, Q_1^{\,a} Q_2^{\,b} Q_3^{\,c}$$

ഇവിടെ k എന്നത് അളവില്ലാത്ത സ്ഥിരാങ്കമാണ്. Q, Q_1, Q_2, Q_3 എന്നിവയുടെ ഡൈമൻഷണൽ ഫോർമുല ഇടുമ്പോൾ ഏകതത്വത്തിന്റെ തത്വം അനുസരിച്ച് M, L, T എന്നിവയുടെ പവർ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശത്തും തുല്യമാകുന്നു. ഇതിൽനിന്ന് നമുക്ക് a, b, c എന്നിവയുടെ മൂല്യങ്ങൾ ലഭിക്കും.

ഉദാഹരണം 1.15

ഒരു സിമ്പിൾ പെന്റുലത്തിന്റെ T സമയ പരിധിക്കുള്ള ഒരു ആവിഷ്ക്കരണം കണ്ടുപിടിക്കുക. T സമയദൈർഘ്യം (i) ബോബിന്റെ ദ്രവ്യമാനം '*m*' (ii) പെന്റുലത്തിന്റെ നീളം '*l*' (iii) പെന്റുലം താൽക്കാലികമായി നിർത്തിവച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥലത്ത് ഗുരുത്വ ത്വരണം *g* എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. (സ്ഥിരാങ്കം $k = 2\pi$) അതായത്

ഉത്തരം

$$T \propto m^a l^b g^c$$

$$T = k.\quad m^a l^b g^c$$

ഇവിടെ k എന്നത് ഡൈമെൻഷ്യൽ ഇല്ലാത്ത സ്ഥിരാംഗമാണ്. മുകളിലുള്ള സമവാക്യം ഡൈമൻഷൻ ഉപയോഗിച്ച് മാറ്റി എഴുതുക

$$[T^1] = [M^a]\ [L^b]\ [LT^{-2}]^c$$

$$[M^0L^0T^1] = [M^a\, L^{b+c}\, T^{-2c}]$$

എന്നിവയുടെ ഘാതങ്ങളെ M, L, T ഇരുവശത്തും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ, $a=0$, $b+c=0$, $-2c=1$

a,b,c എന്നിവയുടെ നിർദ്ധാരണം $a=0, b=1/2, c=-1/2$

മുകളിലുള്ള സമവാക്യത്തിൽ നിന്ന്, $T = k.\, m^0\, \ell^{1/2}\, g^{-1/2}$

$$T = k\left(\frac{\ell}{g}\right)^{1/2} = k\sqrt{\ell/g}$$

പരീക്ഷണാത്മകമായി $k = 2\pi$, അതിനാൽ $T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$

ഡൈമൻഷണൽ വിശകലനത്തിന്റെ പരിമിതികൾ

1. ഈ രീതി 1, 2, ……..π, e നമ്പർ പോലുള്ള സമയാകൃത്തിലെ ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്ത സ്ഥിര മൂല്യങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഒരു വിവരവും നൽകുന്നില്ല. (യൂളർ നമ്പർ), മുതലായവ
2. തന്നിരിക്കുന്ന അളവ് ഒരു സദിശ അളവാണോ അതോ അദിശ അളവാണോ എന്ന് തീരുമാനിക്കാൻ കഴിയില്ല.
3. ത്രികോണമിതി, എക്സ്പൊണൽഷ്യൽ മാറ്റം, ലോഹരിതമിക് ഫംഗ്ക്ഷനുകൾ ഉൾപ്പെടുന്ന ബന്ധങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കാൻ ഈ രീതി അനയോജ്യമല്ല.
4. മൂന്നിൽ കൂടുതൽ ഭൗതിക അളവുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു സമവാക്യത്തിൽ ഇത് പ്രയോഗിക്കാൻ കഴിയില്ല.
5. ഒരു ഭൗതിക ബന്ധം ഡൈമൻഷണൽ അനുസരിച്ച് ശരിയാണോന്ന് മാത്രമേ ഇത് പരിശോധിക്കാൻ കഴിയൂ. പക്ഷേ ആ ബന്ധത്തിന്റെ യഥാർത്ഥ കൃത്യതയെ പരിശോധിക്കാൻ കഴിയുകയില്ല. ഉദാഹരണത്തിന്, ഡൈമൻഷണൽ അനാലിസിസ് ഉപയോഗിച്ച്, $s = ut + \frac{1}{3}at^2$ എന്നത് ഡൈമൻഷണലായി ശരിയാണ്, അതേ സമയം യഥാർത്ഥ ശരിയായ ബന്ധം $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ആണ്.

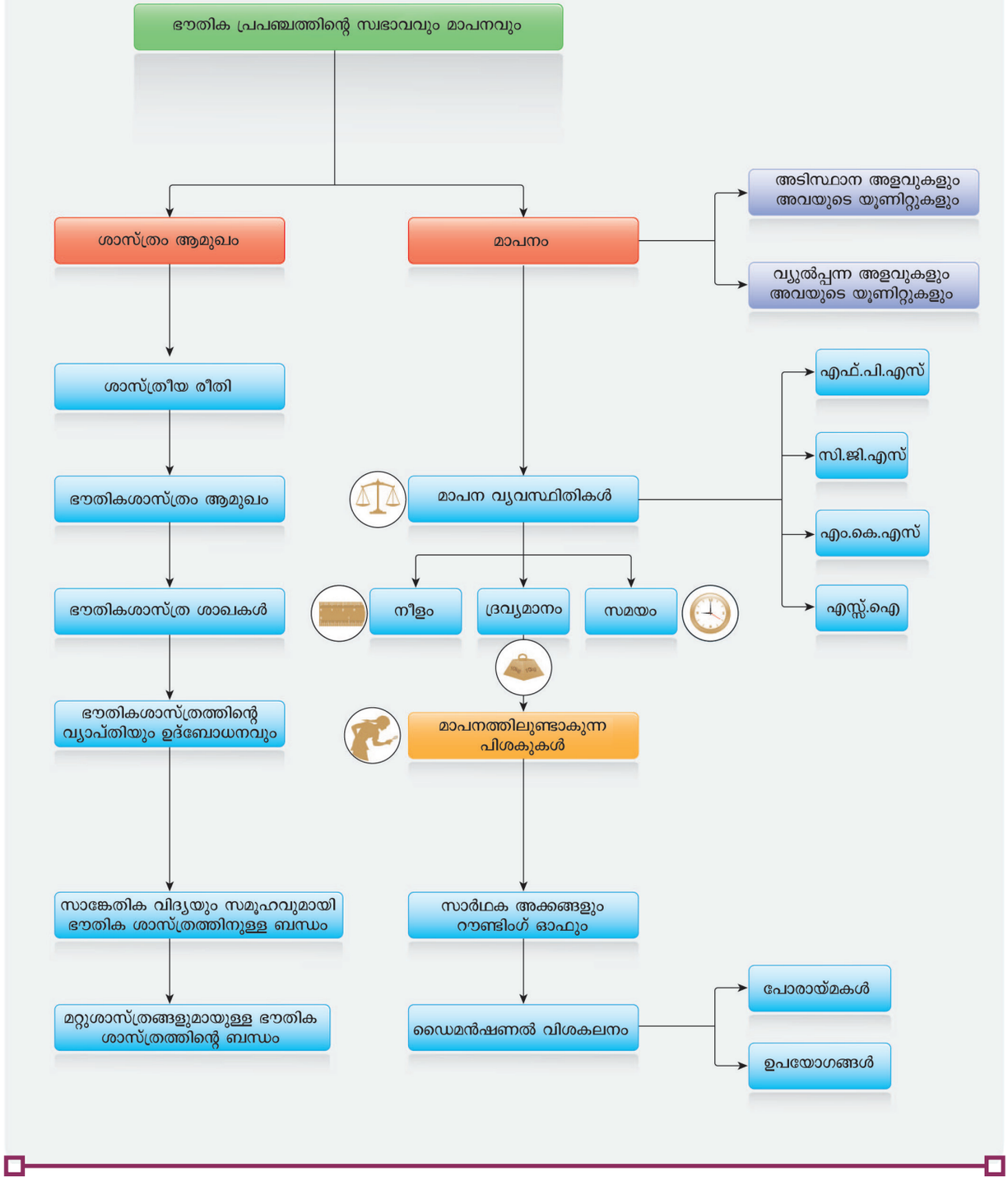
XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 34 21-07-2022 12:41:21

സംഗ്രഹം

- ഭൗതികശാസ്ത്രം ഒരു പരീക്ഷാണാത്മക ശാസ്ത്രമാണ്. അതിൽ മാപന അളവുകളെ യൂണിറ്റു കളായി പ്രകടിപ്പിക്കണം.
- എല്ലാ ഭൗതിക അളവുകൾക്കും ഒരു പരിമാണവും(വലിപ്പം), ഒരു യൂണിറ്റും ഉണ്ട്.
- നീളം, ദ്രവ്യമാനം, സമയം, താപനില, വൈദ്യുത പ്രവാഹം, പദാർത്ഥത്തിന്റെ അളവ്, പ്രകാശ സാന്ദ്രത എന്നിവയുടെ SI യൂണിറ്റുകൾ യഥാക്രമം മീറ്റർ, കിലോഗ്രാം, സെക്കന്റ്, കെൽവിൻ, ആമ്പിയർ, മോൾ, കാൻഡെലാ എന്നിവ ആകുന്നു.
- എല്ലാ മെക്കാനിക്കൽ, ഇലക്ട്രിക്കൽ, മാഗ്നെറ്റിക് താപ അളവുകളിലെ എല്ലാ യൂണിറ്റുകൾ ഈ അടിസ്ഥാന യൂണിറ്റുകളിൽ നിന്നും ഉരുത്തിരിവയാണ്.
- ചെറിയ ദൂരത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ നീളം അളക്കുന്നതിന് സ്ക്രൂഗേജ്, വെർണിയർ കാലിപ്പർ രീതി കൾ ലഭ്യമാണ്.
- ദീർഘ നീളം അളക്കുന്നതിന് പാരലാക്സ് രീതികൾ, RADAR രീതികൾ ലഭ്യമാണ്.
- ഒരു അളവിലെ മാപനത്തിലുണ്ടാകുന്ന അനിശ്ചിതത്വത്തെ പിശക് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. അളക്കുന്ന മൂല്യം അളവിന്റെ യഥാർത്ഥ മൂല്യവുമായി എത്രത്തോളം അടുത്ത് നിൽക്കുന്നു എന്നതിന്റെ അള വുകോലാണ് ഒരു അളവെടുപ്പിന്റെ കൃത്യത, എല്ലാ കൃത്യമായ അളവുകളും സൂഷ്മമെങ്കിലും എല്ലാ സൂഷ്മമായ അളവുകളും കൃത്യമായിരിക്കേണ്ടതില്ല.
- രണ്ടോ അതിലധികമോ അളവുകൾ സങ്കലനം ചെയ്യുമ്പോഴോ വ്യവകലനം ചെയ്യുമ്പോഴോ, ഫലം വ്യക്തിഗത കൃത്യതകളിൽ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞതുപോലെ കൃത്യമായിരിക്കും. അളവുകൾ ഗുണിക്കുമ്പോഴോ ഹരിക്കുമ്പോഴോ പരിണിത ഫലത്തിൽ ചെറിയ സംഖ്യകളുള്ള സാർഥക സംഖ്യ തുല്യമായ അളവു തന്നെ ആയിരിക്കും. സാർഥക അക്കങ്ങളിലേയും സംഖ്യ.
- സമവാക്യങ്ങളുടെ മൂല്യതയെ കുറിച്ച് വേഗത്തിൽ പരിശോധിക്കുന്നതിന് ഡൈമൻഷണൽ അനാലിസിസ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. അളവുകൾ ചേർക്കുമ്പോഴോ കുറയ്ക്കുമ്പോഴോ തുല്യമാകു മ്പോഴോ അവയ്ക്ക് ഒരേ ഡൈമെൻഷൻ ഉണ്ടായിരിക്കണം. ഡൈമൻഷണലായി ശരിയായ സമ വാക്യം ഒരു യഥാർത്ഥ സമവാക്യമായിരിക്കില്ല, പക്ഷേ എല്ലാ യഥാർത്ഥ സമവാക്യങ്ങളും അനി വാര്യമായി ഡയമെൻഷണലായി ശരിയായതാണ്.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 35 21-07-2022 12:41:22

ആശയ ഭൂപടം



XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 36 21-07-2022 12:41:22

I. ഒന്നിലധികം ചോയിസ് ചോദ്യങ്ങൾ

1. അടിസ്ഥാന ഭൗതിക സ്ഥിരാംഗങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള കോമ്പിനേഷനുകളിൽ ഒന്നാണ് $\frac{hc}{G}$ ഈ പ്രയോഗത്തിന്റെ മാത്ര

a) kg^2 b) m^3

c) s^{-1} d) m

2. ഒരു ഗോളത്തിന്റെ ആരം കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോൾ ഉണ്ടായ പിശക് 2%, ആണെങ്കിൽ വ്യാപ്തം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിലുണ്ടാകുന്ന പിശക്.

a) 8% b) 2%

c) 4% d) 6%

3. ഓസിലേറ്റിംഗ് പെന്റുലത്തിന്റെ നീളം, സമയവും എന്നിവയുടെ പിശക് യഥാക്രമം 1%,3% എന്നുണ്ടെങ്കിൽ ഗുരുത്വാകർഷണം ത്വരണം അളക്കുന്നതിലെ പിശക്

a) 4%
b) 5%
c) 6%
d) 7%

4. ഒരു വസ്തുവിന്റെ നീളം 3.51 മീ. ആയി കണക്കാക്കുന്നു, കൃത്യത 0.01 മീ. ആണെങ്കിൽ, അളവിലെ ശതമാന പിശക്

a) 351% b) 1%

c) 0.28% d) 0.035%

5. ഇനിപ്പറയുന്നവയിൽ ഏതിനാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ സാർഥക സംഖ്യയുള്ളത്?

a) 0.007 m^2
b) 2.64×10^{24} kg
c) 0.0006032 m^2
d) 6.3200 J

6. $\pi = 3.14$, ആണെങ്കിൽ π^2 ന്റെ മൂല്യം

a) 9.8596 b) 9.860

c) 9.86 d) 9.9

7. 19.95 എന്ന സംഖ്യയെ മൂന്ന് അക്കങ്ങൾക്ക് ഏകദേശ മൂല്യ നിർണ്ണയം ചെയ്യുമ്പോൾ താഴെ തന്നിട്ടുള്ളവയിൽ ഏതാണ് ലഭിക്കുക?

a) 19.9 b) 20.6

c) 20.1 d) 19.5

8. ഭൗതിക അളവുകളിൽ ഏത് ജോഡിയ്ക്ക് ഒരേ ഡൈമൻഷൻ ഉള്ളത്?

a) ബലം, ശക്തി
b) ടോർക്ക്, ഊർജ്ജം
c) ശക്തി ടോർക്ക്
d) ബലം, ടോർക്ക്

9. പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാംഗത്തിന്റെ h ന്റെ ഡൈമൻഷണൽ ഫോർമുല [JEE, NEET]

a) $[ML^2T^{-1}]$ b) $[ML^2T^{-3}]$

c) $[MLT^{-1}]$ d) $[ML^3T^{-3}]$

10. ഒരു കണികയുടെ തൽക്ഷണ പ്രവേഗം $v = at + bt^2$. എന്നിരിക്കട്ടെ b യുടെ ഡൈമൻഷൻ എന്നത്

a) [L] b) $[LT^{-1}]$

c) $[LT^{-2}]$ d) $[LT^{-3}]$

11. ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കം G യുടെ ഡൈമൻഷൻ ഫോർമുല

a) $[ML^3T^{-2}]$ b) $[M^{-1}L^3T^{-2}]$

c) $[M^{-1}L^{-3}T^{-2}]$ d) $[ML^{-3}T^2]$

12. CGS സിസ്റ്റത്തിലെ ഒരു വസ്തുവിന്റെ സാന്ദ്രത 4 g cm^{-3} മറ്റൊരു സിസ്റ്റത്തിൽ ഒരു യൂണിറ്റ് നീളത്തിൽ 10 സെന്റീമീറ്ററും ഒരു യൂണിറ്റ് ദ്രവ്യമാന 100 ആണെങ്കിൽ വസ്തുവിന്റെ സാന്ദ്രതയുടെ മൂല്യം.

a) 0.04 b) 0.4

c) 40 d) 400

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 37 21-07-2022 12:41:22

13. ബലം വേഗതയുടെ വർഗ്ഗത്തിന് ആനുപാതികമാണെങ്കിൽ, ആനുപാതികത സ്ഥിരാംഗത്തിന്റെ ഡൈമൻഷൻ [JEE-2000]

a) $[MLT^0]$ b) $[MLT^{-1}]$

c) $[ML^{-2}T]$ d) $[ML^{-1}T^0]$

14. $\left(\mu_0\varepsilon_0\right)^{-\frac{1}{2}}$ ന്റെ ഡൈമൻഷൻ [Main AIPMT 2011]

(a) നീളം (b) സമയം

(c) പ്രവേഗം (d) ബലം

15. പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാങ്കം (h), ശൂന്യതയിലെ പ്രകാശം വേഗത (c) ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കം (G) എന്നിവയെ മൂന്ന് അടിസ്ഥാന സ്ഥിരാംഗമായി എടുക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഇനിപ്പറയുന്നവയിൽ ഏത് കോമ്പിനേഷനിലാണ് നീളത്തിന്റെ ഡൈമെൻഷൻ കിട്ടുന്നത്? [NEET 2016 (phase II)]

(a) $\frac{\sqrt{hG}}{c^{\frac{3}{2}}}$ (b) $\frac{\sqrt{hG}}{c^{\frac{5}{2}}}$

(c) $\sqrt{\frac{hc}{G}}$ (d) $\sqrt{\frac{Gc}{h^{\frac{3}{2}}}}$

ഉത്തരങ്ങൾ:

1) a	2) d	3) d	4) c
5) d	6) c	7) b	8) b
9) a	10) d	11) b	12) c
13) d	14) c	15) a	

II. ഹ്രസ്വ ഉത്തര ചോദ്യങ്ങൾ

1. വിവിധതരം ഭൗതിക അളവുകളെ സംക്ഷിപ്തമായി വിവരിക്കുക.
2. പാരലാകസ് രീതി ഉപയോഗിച്ച് ചന്ദ്രന്റെ വ്യാസം എങ്ങനെ അളക്കും?
3. സാർഥക സംഖ്യ നിർണ്ണയിക്കുന്നതിനുള്ള നിയമങ്ങൾ എഴുതുക.
4. ഡൈമൻഷണൽ വിശകലനത്തിന്റെ പരിമിതികൾ എന്തൊക്കെയാണ്?
5. സൂഷ്മതയും കൃത്യതയും നിർവചിക്കുക. ഇവയെ ഒരു ഉദാഹരണം ഉപയോഗിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.

III. ദൈർഘ്യമേറിയ ഉത്തര ചോദ്യങ്ങൾ

1. i) ചെറിയ ദൂരം അളക്കുന്നതിന് സ്ക്രൂഗേജ്, വെർഗിയർ കാലിപ്പർ എന്നിവയുടെ ഉപയോഗം വിശദീകരിക്കുക.

   ii) ദീർഘദൂരം അളക്കുന്നതിന് ത്രികോണരീതി, റഡാർരീതി എന്നിവയെക്കുറിച്ച് ഒരു കുറിപ്പ് എഴുതുക.
2. വിവിധതരം പിശകുകൾ വിശദമായി വിവരിക്കുക.
3. പിശകുകൾ പ്രചരിപ്പിക്കുന്നതിലൂടെ നിങ്ങൾ എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത്? സങ്കലനവും ഗുണനവുംകൂടാതെപിശകുകളുടെപ്രചരണം വിശദീകരിക്കുക.
4. ഇനിപ്പറയുന്നവയെ കുറിച്ച് ഹ്രസ്വ കുറിപ്പുകൾ എഴുതുക.

   a) മാത്ര

   b) റൗണ്ടിംഗ് ഓഫ്

   c) ഡൈമൻഷണൽ ലെസ് അളവുകൾ
5. ഡൈമൻഷന്റെ ഏകതത്വത്തിന്റെ തത്വം വിശദീകരിക്കുക. ഉദാഹരണം നൽകുക.

IV. കണക്കുകൾ

1. സോനാർ ഘടിപ്പിച്ച ഒരു അന്തർവാഹിനിയിൽ, ഒരു പൾസിന്റെ ഉൽപ്പാദനവും, ശത്രു അന്തർവാഹിനിയിൽ നിന്നുള്ള പ്രതിഫലനത്തിനു ശേഷം അതിന്റെ പ്രതിധ്വനിയും തമ്മിലുള്ള സമയകാലതാമസം 80 s വെള്ളത്തിൽ ശബ്ദത്തിന്റെ വേഗത 1460 ms^{-1} ആണെങ്കിൽ ശത്രു അന്തർവാഹിനിയുടെ ദൂരം എന്താണ്?

   ഉത്തരം: (58.40 കി.മീ.)
2. വൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസാർത്ഥം 3.12 m സാർഥക സംഖ്യയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് വൃത്തത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം കണക്കാക്കുക.

   ഉത്തരം: (30.6 m^2)

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 38 21-07-2022 12:41:24

3. വൈബ്രേറ്റിംഗ് സ്ട്രിംഗിന്റെ ആവൃത്തി γ i) പ്രയോഗിച്ച് ബലം (F) ii) നീളം (ℓ) iii) ദ്രവ്യ മാനം യൂണിറ്റ് നീളത്തിൽ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും എന്നു കരുതുക ഡൈമൻഷണൽ വിശക ലനം ഉപയോഗിച്ച് $\gamma \alpha \frac{1}{l}\sqrt{\frac{F}{m}}$ എന്ന് തെളി യിക്കുക

(JIPMER 2001ആയി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു)

4. ഭൂമിയിൽ നിന്ന് 824.7 ദശലക്ഷം കി.മീ. അക ലെയാണ് വ്യാഴം. ഇതിന്റെ കോണിയ വ്യാസം 35.72″ ആയി കണക്കാക്കുന്നു. വ്യാ ഴത്തിന്റെ വ്യാസം കണക്കാക്കുക. ഉത്തരം.

ഉത്തരം: (1.428×10^5 km)

5. സിമ്പിൾ പെൻഡുലത്തിന്റെ നീളത്തിന്റെ അളവ് മൂല്യം 2 mm കൃത്യതയോടെ അറിയ പ്പെടുന്നത് 20 cm ആണ്. 50 ആന്ദോളനങ്ങ ളുടെ സമയം 1 s റസല്യൂഷനുള്ളിൽ 40 s ആയി കണക്കുക്കുന്നു. മുകളിലുള്ള അളവിൽ നിന്ന് ഗുരുത്വാകർഷണം 'g' കാരണം ത്വരണ ത്തിന്റെ ശതമാനം നിർണ്ണയിക്കുന്ന കൃത്യത കണക്കാക്കുക. ഉത്തരം: (6%)

പരാമർശ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ

1. Karen Cummings, Priscilla Laws, Edward Redish, Patrick Cooney, Understanding Physics, Wiley India Pvt LTd, 2nd Edition 2007.
2. Sears and Zemansky's, College Physics, Pearson Educatoin Ltd,10th Edition, 2016.
3. Halliday. D and Resnick.R, Physics. Part-I, Wiley Easter, New Delhi
4. Sanjay Moreshwar Wagh and Dilip Abasaheb Deshpande, Essentials of Physics Volume I, PHI learning Pvt Ltd, New Delhi. 2013.
5. James S. Walker , Physics, Addison-Wesley Publishers, 4th Edition

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 39 21-07-2022 12:41:24



ICT കോർണർ

സ്ക്രൂഗേജും വെർണിയർ കാലിപ്പറും

ആനന്ദത്തോടെ അളക്കൽ

ഘട്ടങ്ങൾ:

- കടക്കുക/താഴെകൊടുത്തിട്ടുള്ളലിങ്ക്അഥവാQR കോഡിന്റെ സഹായത്തോടെ ആപ്ലിക്കേഷനിൽ പ്രവേശിക്കുക.
- തന്നിരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ വ്യാസം കനം, അളക്കാൻ ആ വസ്തുവിനെ സ്കൂവിന്റേയും ആൻവില്ലിന്റേയും ഇടയിൽ വയ്ക്കുക സ്കൂ ക്രമീകരിച്ചുകൊണ്ട് വസ്തുവിനെ ശരിയായ രീതിയിൽ ഘടിപ്പിക്കുക.
- ഉത്തര ബട്ടണിൽ ക്ലിക്ക് ചെയ്തശേഷം നിങ്ങൾക്ക് ഒരു ബോക്സിൽ നിങ്ങളുടെ അളവിന്റെ ഫലം ലഭിക്കും. നിങ്ങളുടെ അളന്ന മൂല്യം ഇൻപുട്ടിൽ സമർപ്പിക്കുക. എന്നിട്ട് ക്ലിക്കു ചെയ്യുക. അവിടെ നിങ്ങൾക്ക് നിങ്ങളുടെ അളവ് ശരിയോ തെറ്റോ എന്നു പരിശോധിക്കാം.
- അടുത്ത ബട്ടൺ ക്ലിക്കു ചെയ്ത് വ്യത്യസ്ത വസ്തുക്കളുടെ വ്യാസം നിങ്ങൾക്ക് കണ്ടുപിടിക്കാം.

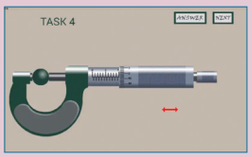
ഘട്ടങ്ങൾ:

- വെർനിയർ കാലിപ്പർ ആക്സസ് ചെയ്യാൻ നൽകിയിരിക്കുന്ന URL ഉപയോഗിക്കുക. സിമുലേഷൻ പേജ് സമാരംഭിക്കാൻ പ്ലേ ബട്ടൺ ക്ലിക്ക് ചെയ്യുക.
- യൂണിറ്റ് തെരഞ്ഞെടുത്ത് അതിൽ നിന്ന് സീനേ എറർനെ സ്കെയിലിനു മുകളിലെ ഡ്രോപ്ഡൗണിൽ നിന്നും സജ്ജമാക്കുക.
- ക്ലിക്ക് ചെയ്ത് എന്നിട്ട് സെക്കന്ററി സ്കെയിലിനെ വലിച്ച് നീല നിറത്തിലെ വസ്തുവിനെ ഇതിനിടയിൽ സ്ഥാനിക്കുക. മാപനം നടത്തി സ്കെയിലിനു മുകളിലെ ഉത്തരപ്പെട്ടിയിൽ പ്രവേശിപ്പിക്കുക.
- വസ്തുവിന്റെ വലിപ്പത്തെ വ്യത്യാസപ്പെടുത്താൻ നീല നിറമുള്ള വസ്തുവിന്റെ അഗ്രത്തെ ക്ലിക്ക് ചെയ്ത് ഡ്രാഗ് ചെയ്യണം ഇപ്രകാരം വെർണിയർ കാലിപ്പർ വച്ചുള്ള അളവെടുക്കൽ പരിശീലിക്കുക.

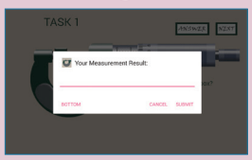
ഘട്ടം 1



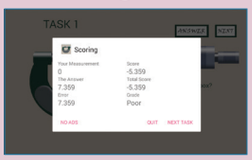
ഘട്ടം 2



ഘട്ടം 3



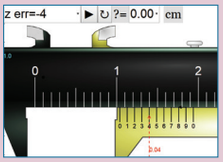
ഘട്ടം 4



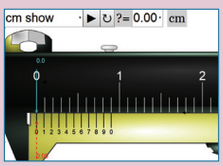
ഘട്ടം 1



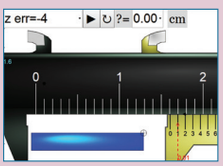
ഘട്ടം 2



ഘട്ടം 3



ഘട്ടം 4



സ്ക്രൂ ഗേജ് സ്റ്റിമുലേഷൻ URL:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.priantos.screwgaugegames&hl=en

വെർണിയർ സ്റ്റിമുലേഷൻ URL:

http://iwant2study.org/ospsg/index.php/interactive-resources/physics/01-measurements/5-vernier-caliper#faqnoanchor

* ചിത്രങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് മാത്രം.

* ബ്രൗസ്സറിന് ആവശ്യമെങ്കിൽ മാത്രം പേജ് ലോഡ് ചെയ്യാൻ ഫ്ളാഷ് പ്ലേയർ അഥവാ ജാവാ സ്ക്രിപ്റ്റ്നെ അനുവദിക്കുക.

XI Std Physics Chapter-1 Vol-1 Malayalam.indd 40 21-07-2022 12:41:25

അദ്ധ്യായം

2

ചലനാത്മകത

പ്രകൃതിയിലെ എല്ലാ നിയമങ്ങളും ഗണിതത്തിന്റെ ഭാഷയിലാണ് എഴുതിയിരിക്കുന്നത് – ഗലീലിയോ

പഠന ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിദ്യാർത്ഥികളുടെ പഠന ഉദ്ദേശ്യം

- പലതരം ചലനങ്ങൾ (ലീനിയർ, റൊട്ടേഷനൽ, ഓസിലേറ്ററി)
- വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നതിന് റഫറൻസ് ഫ്രെയിമിന്റെ ആവശ്യകത
- അദിശം, സദിശം എന്നിവയുടെ അർത്ഥവും അതിന്റെ സവിശേഷതകളും
- ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ അദിശം, സദിശം എന്നിവയുടെ ഗുണനഫലത്തിന്റെ പങ്ക്
- വ്യത്യാസത്തിന്റേയും സങ്കലനത്തിന്റേയും അടിസ്ഥാന കാര്യങ്ങൾ
- സ്ഥാനാന്തരം, ദൂരം, സമയത്തിനനുസരിച്ച് അവയുടെ വ്യതിയാനം എന്നിവ
- വേഗത, പ്രവേഗത, ത്വരണം, അവയുടെ ഗ്രാഫുകൾ എന്നിവയുടെ സങ്കൽപങ്ങൾ
- ആപേക്ഷിക വേഗതയുടെ ആശയം
- നിരന്തരമായ ത്വരണത്തിനായുള്ള ചലനത്തിന്റെ ചലനാത്മക സമവാക്യം
- ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന് കീഴിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ വിവിധതരം ചലനങ്ങളുടെ വിശകലനം
- റേഡിയനും ഡിഗ്രിയും
- ഏകീകൃത വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം, അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം, അഭികേന്ദ്ര ബലം.



2.1 ആമുഖം

ഭൗതികശാസ്ത്രം അടിസ്ഥാനപരമായി ഒരു പരീക്ഷണ ശാസ്ത്രമാണ്. അവ രണ്ട് തൂണുകളായാണ് നിലനിൽക്കുന്നത് പരീക്ഷണങ്ങളും ഗണിതവും രണ്ടായിരത്തി മുന്നൂറ് വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപ് ഗ്രീക്ക് ലൈബ്രേറിയൻ എറാത്തോസ്റ്റെനെസ് ഭൂമിയുടെ ആരത്തെ അളന്നു. അണുവിന്റെ വലിപ്പം വളരെ പിന്നീട് അളന്നു, അതും ഇരുപതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ തുടക്കത്തിൽമാത്രം.ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലെകേന്ദ്ര വശം ചലനമാണ്. മൈക്രോസ്കോപ്പിക്ക് ലെവൽ മുതൽ (അണുവിനുള്ളിൽ) മാക്രോസ്കോപ്പിക് കൂടാതെ ഗാലക്സിക് ലെവൽ (ഗ്രഹങ്ങളുടെ വ്യവസ്ഥയും അതിനപ്പുറവും) വരെ എല്ലാതലങ്ങളിലും ചലനം കാണപ്പെടുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ പ്രപഞ്ചം മുഴുവനും വിവിധ തരം ചലനങ്ങളാൽ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നു. വിവിധതരം ചലനങ്ങളുടെ പഠനത്തിനെ ഗണിതത്തിന്റെ ഭാഷയിലാണ് പ്രകടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്.

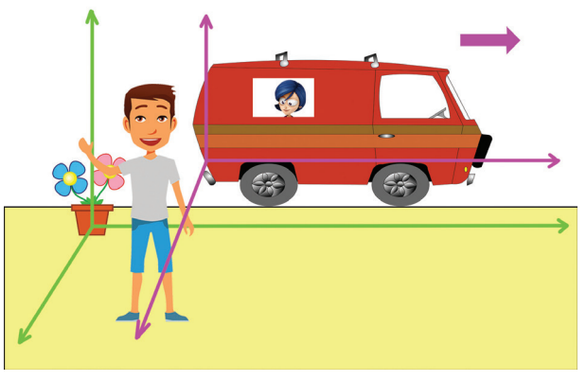
വസ്തുക്കൾ എങ്ങനെ ചലിക്കുന്നു? അവ എത്ര വേഗത്തിലാണോ അല്ല മന്ദഗതിയിലാണോ ചലിക്കുന്നത്? ഉദാഹരണത്തിന് പത്ത് അത്‌ലറ്റുകൾ ഒരു ഓട്ട മത്സരത്തിൽ ഓടുമ്പോൾ അവർക്ക് എല്ലാപേർക്കും ഒരേ വേഗത്തിൽ ഓടുവാൻ കഴിയില്ല. അവരുടെ പ്രകടനം വേഗമേറിയതും അതിവേഗതയേറിയതും ശരാശരി വേഗത കുറഞ്ഞതും അല്ലെങ്കിൽ മന്ദഗതിയിലുമായ പദങ്ങളിലൂടെ ഗുണപരമായി രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിയില്ല. അവ കണക്കാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഓരോ അത്‌ലറ്റിന്റേയും വേഗത സംഖ്യകളിലാണ് നിർണ്ണയിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഈ സംഖ്യകളുമായി താരതമ്യംചെയ്യുമ്പോൾഓരോകായികതാരവുംമറ്റുള്ളവരുമായി എത്ര വേഗത്തിലാണോ അല്ല മന്ദഗതിയിലാണോ ഓടുന്നത് എന്ന് വിശകലനം ചെയ്യാൻ കഴിയും. ഈ യൂണിറ്റിലെ വേഗത്തിന്റെ ദിശയും സംഖ്യാവിലയും കണക്കിലെടുത്ത് വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിന് ആവശ്യമായ ഗണിതശാസ്ത്രം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 41 21-07-2022 13:12:11

വസ്തുക്കളുടെ ചലനത്തെ അതിന്റെ ബലത്തെ കണക്കിലെടുക്കാതെ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന മെക്കാനിക്സിന്റെ ശാഖയാണ് ചലനാത്മകത ഗ്രീക്ക് പദമായ കൈനമ എന്നാൽ ചലനം

2.2 സ്ഥിരാവസ്ഥയും ചലനവും എന്ന ആശയം

സ്ഥിരാവസ്ഥയും ചലനവും എന്ന ആശയം താഴെ പറയുന്ന ഉദാഹരണത്തിൽ നിന്നും നന്നായി മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിയും. (ചിത്രം 2.1). ചലിക്കുന്ന ബസ്സിൽ ഇരിക്കുന്ന ഒരാൾ സഹയാത്രികനുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ സ്ഥിരാവസ്ഥയിലാണ്. എന്നാൽ ബസ്സിന് പുറത്തുള്ള ഒരാളുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കിയാൽ ചലനത്തിലാണ് സ്ഥിരാവസ്ഥയേയും ചലനത്തേയും കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കണമെങ്കിൽ നമുക്ക് ചില അവലംബകങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്.

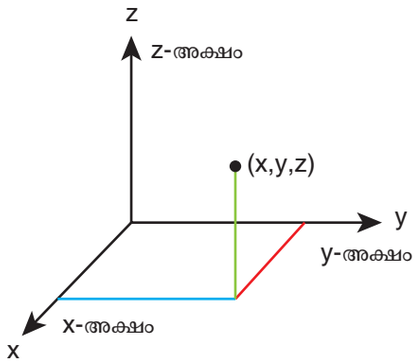


ചിത്രം 2.1 റഫറൻസ് ഫ്രയിം

റഫറൻസ് ഫ്രയിം:

ഒരു കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിക്കുകയാണെങ്കിൽ അത്തരം ഒരു കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തെ ഫ്രയിം ഓഫ് റഫറൻസ് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഏതു സമയത്തും, സ്ഥാന കോർഡിനേറ്റുകൾ (x, y, z) അതായത് x, y, z–നൽകിയിരിക്കുന്ന ഓബ്ജക്റ്റിന്റെ സ്ഥാനത്തിന്റെ ദൂരം) അനുസരിച്ച് വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം വിവരിക്കുന്ന റഫറൻസ് ഫ്രയിമിനെ കാർട്ടീഷ്യൻ അക്ഷങ്ങൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു.)

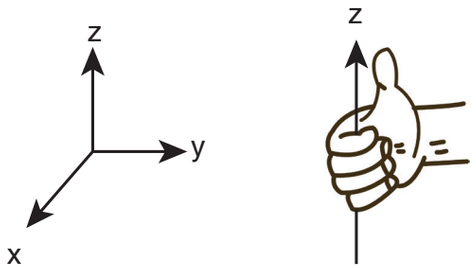


ചിത്രം 2.2 കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റം

x, *y*, *z* അക്ഷങ്ങളെ എതിർ ഘടികാര ദിശയിൽ വരച്ചാൽ അങ്ങനെയുള്ള കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തെ വലതു കൈ കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. മറ്റ് കോർഡിനേറ്റ് സംവിധാനങ്ങൾ നിലവിലുണ്ടെങ്കിലും ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ചിത്രം 2.3 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ പരമ്പരാഗതമായി വലതു കൈ കോർഡിനേറ്റ് സിദ്ധാന്തം നാം പിന്തടരുന്നു.

വലതുകൈ കോർഡിനേറ്റ് സിദ്ധാന്തം

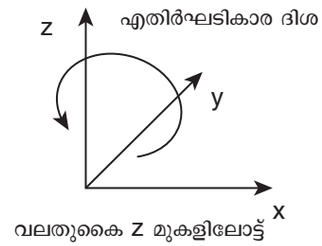
നിങ്ങളുടെ വിരലുകളെ പോസിറ്റീവ് x-അക്ഷ ദിശയിൽ വച്ച്, അവയെ y-അക്ഷ ദിശയിൽ ചുറ്റുമ്പോൾ നിങ്ങളുടെ ചെറുവിരൽ പോസിറ്റീവ് z-അക്ഷദിശയെ കുറിക്കുന്നു.



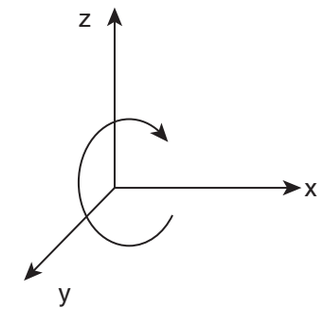
ചിത്രം 2.3 വലതു കൈ കോർഡിനേറ്റ് സിദ്ധാന്തം

ഇടങ്കൈ കോർഡിനേറ്റ് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെയും വലകൈ കോർഡിനേറ്റ് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വ്യത്യാസത്തെക്കുറിച്ച് ചിത്രം 2.4 ൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നു.

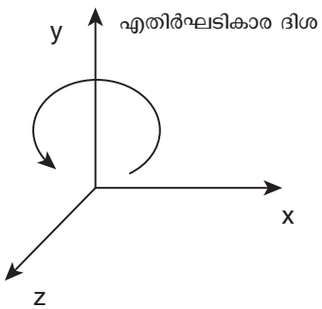
XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 42 21-07-2022 13:12:12



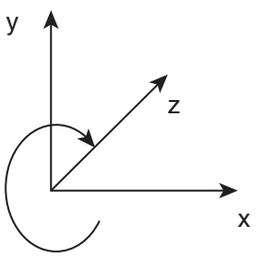
വലതുകൈ z മുകളിലോട്ട്



ഇടതുകൈ z മുകളിലോട്ട്



വലതുകൈ y മുകളിലോട്ട്



ഇടതുകൈ y മുകളിലോട്ട്

ചിത്രം 2.4 വലതുകൈ കൂടാതെ ഇടതുകൈ കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥ

പോയിന്റ് മാസ്

നിശ്ചിത മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ ചലനം വിശദീകരിക്കാൻ പോയിന്റ് മാസ് എന്ന ആശയം ആവശ്യമാണ് അത് വളരെ ഉപയോഗപ്രദവുമാണ്. ഏതെങ്കിലും ഒരു വസ്തുവിന്റെ മാസ്സ് ഒരു ബിന്ദുവിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ഇതിനെ പോയിന്റ് മാസ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇതിന് ആകൃതിയും വലുപ്പവും പോലുള്ള ആന്തരികഘടനയില്ല. ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി ഒരു പോയിന്റ് മാസ്സിന് പൂജ്യം ഡൈമൻഷനോടു കൂടിയ നിശ്ചിത മാസ്സുണ്ട്. വാസ്തവത്തിൽ ഒരു പോയിന്റ് മാസ് നിലവിലില്ലെങ്കിലും ഇത് പലപ്പോഴും നമ്മുടെ കണക്കുകൂട്ടലുകളെ വളരെ ലളിതമാക്കുന്നു. പോയിന്റ് മാസ് എന്ന പദം ഒരു ആപേക്ഷിക പദമാണ് എന്നത് ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. ഒരു റഫറൻസ് ഫ്രയിമിനെ സംബന്ധിച്ചും നാം വിശകലനം ചെയ്യുന്ന ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് മാത്രമേ ഇതിന് അർത്ഥമുള്ളൂ.

ഉദാഹരണങ്ങൾ

- സൂര്യനുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഭൂമിയുടെ ചലനത്തെ വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിന് ഭൂമിയെ ഒരു പോയിന്റ് മാസായി കണക്കാക്കാം. ഭൂമിയുടെ വലുപ്പവുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ സൂര്യനും ഭൂമിയും തമ്മിലുള്ള ദൂരം വളരെ വലുതാണെന്നതാണ് ഇതിന് കാരണം.
- ക്രമരഹിതമായ ചെറിയ കല്ലുപോലുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ വായുവിൽ എറിയുമ്പോൾ, അതിന്റെ ചലനം വിശകലനം ചെയ്യാൻ കല്ലിനെ ഒരു പോയിന്റ് മാസ്സായി കണക്കാക്കുന്നത് വളരെ ലളിതമാണ്. കാരണം കല്ലിന്റെ വലുപ്പം അത് സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരത്തെക്കാൾ വളരെ ചെറുതായതുകൊണ്ടാണ്.

ചലനത്തിന്റെ തരങ്ങൾ

നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിൽ ഇനിപ്പറയുന്ന തരത്തിലുള്ള ചലനങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു:

a) രേഖീയ ചലനം

ഒരു വസ്തു ഒരു നേർരേഖയിൽ ചലിച്ചാൽ അതിനെ രേഖീയ ചലനം എന്നു വിളിക്കാം.

ഉദാഹരണങ്ങൾ

- നേരായ ട്രാക്കിൽ ഓടുന്ന ഒരു അത്ലറ്റ്
- ഭൂമിയിലേക്ക് ലംബമായി വീഴുന്ന ഒരു കഷ്ണം.

b) വർത്തുള ചലനം

വൃത്താകാരമായ പാതയിലൂടെയുള്ള ചലനമാണ് വർത്തുള ചലനം.

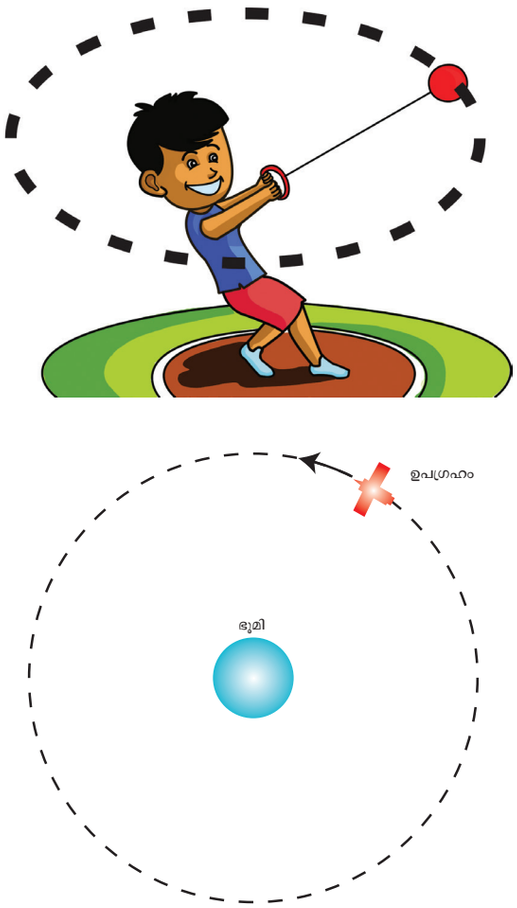
ഉദാഹരണങ്ങൾ

- ചരടിൽ കെട്ടിയ കല്ലിന്റെ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 43 21-07-2022 13:12:12

- ഭൂമിക്ക് ചുറ്റുമുള്ള ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ ചലനം

ഈ രണ്ടു വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനങ്ങളും ചിത്രം 2.5 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.5 വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ ഉദാഹരണങ്ങൾ

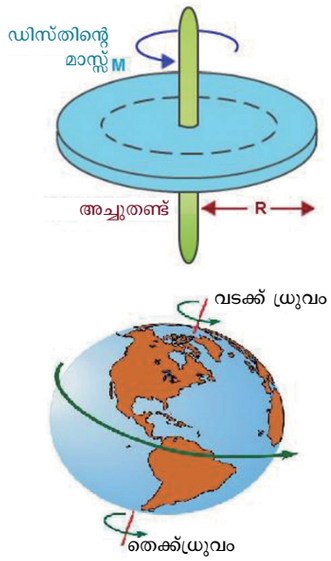
c) ഭ്രമണ ചലനം

സ്വന്തം അക്ഷത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ചലനത്തെയാണ് ഭ്രമണചലനം എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. ഭ്രമണ സമയത്ത് വായുവിലെ ഓരോ ബിന്ദുക്കളും സ്വന്തം അക്ഷത്തെ ആധാരമാക്കി വൃത്താകൃതിയിലുള്ള പാതയെ മറികടക്കുന്നു. (അക്ഷത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ബിന്ദുക്കൾ ഒഴികെ).

ഉദാഹരണങ്ങൾ

- സ്വയം അച്ചുതണ്ടിൽ കറങ്ങുന്ന വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഡിസ്ക്
- സ്വയം അച്ചുതണ്ടിൽ കറങ്ങുന്ന ഭൂമി.

ഈ രണ്ട് ഭ്രമണചലനങ്ങളും ചിത്രം 2.6 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.6 ഭ്രമണചലനത്തിന്റെ ഉദാഹരണങ്ങൾ

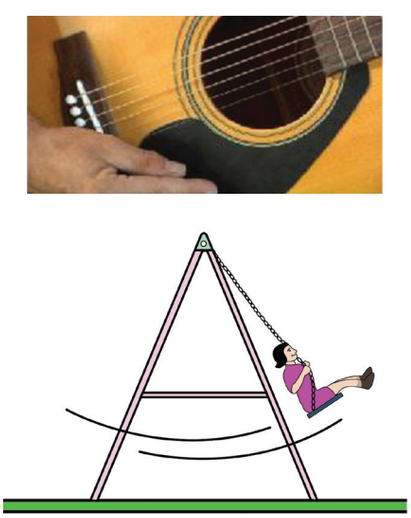
d) വൈബ്രേറ്ററി ചലനം

വസ്തു ഒരു തുലനസ്ഥാനത്തെ ആസ്പദമാക്കിഇരുവശങ്ങളിലേക്കുംചലിക്കുന്നതാണ് വൈബ്രേറ്ററി ചലനം ചില സമയത്ത് ഇതിനെ ദോലന ചലനം എന്നും വിളിക്കാം.

ഉദാഹരണങ്ങൾ

- ഗിറ്റാർ കമ്പിയുടെ കമ്പനം
- ഊഞ്ഞാലിന്റെ ചലനം

ഇവയെ ചിത്രം 2.7 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു



ചിത്രം 2.7 വൈബ്രേറ്ററി ചലനത്തിന്റെ ഉദാഹരണങ്ങൾ

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 44 21-07-2022 13:12:13

ഇവ കൂടാതെ എലിപ്റ്റിക്കൽ ചലനവും ഹെലിക്കൽ ചലനവും സാദ്ധ്യമാണ്.

ഏകമാന, ദ്വിമാന, ത്രിമാന ചലനങ്ങൾ

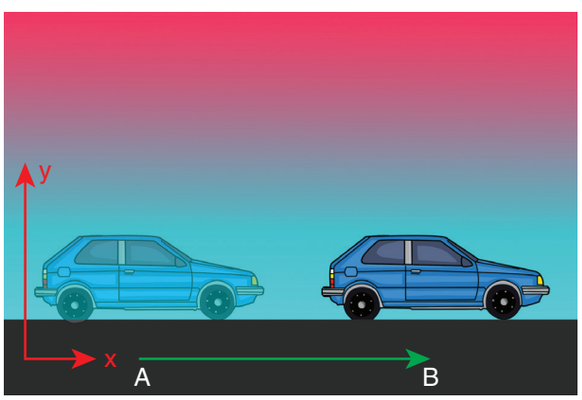
അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നത് x, y, z എന്നു രേഖപ്പെടുത്തിയ അക്ഷങ്ങളുള്ള നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥയെ ആധാരമാക്കിയാണ്. ഒരു വസ്തുവിന്റെ നിർദ്ദേശാങ്കങ്ങൾ സമയംമാറുന്നതിനനുസരിച്ച് മാറിയാൽ ആ വസ്തു ചലനത്തിലാണ്. എന്നിരുന്നാലും മൂന്നു അക്ഷങ്ങളും സമയം മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് ഒന്നിച്ച് മാറേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ഒന്നോ രണ്ടോ അക്ഷങ്ങൾ സമയത്തിന് അനുസരിച്ച് മാറിയാലും വസ്തു ചലനത്തിലാണ് എന്നു പറയാം. അക്ഷങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ചലനങ്ങളെ ഇപ്രകാരം തരം തിരിക്കാം.

(i) ഏകമാന ചലനം

ഒരു വസ്തു നേർരേഖയിൽ ചലിച്ചാൽ അവയെ ഏകമാന ചലനം എന്നു വിളിക്കാം. ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഇതിനെ രേഖീയ ചലനം എന്നും പറയാം.

ഒരു ഏകമാന ചലനം വിവരിക്കാൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു അക്ഷം മാത്രമേ സമയത്തിനനുസരിച്ച് മാറുകയുള്ളൂ.

ഒരു കാർ അതിന്റെ സ്ഥാനം A യിൽ നിന്ന് B യിലേക്ക് x–ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത് ചിത്രം 2.8, ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവിടെ x–അക്ഷത്തിൽ മാത്രമേ മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നുള്ളൂ.



ചിത്രം 2.8 ഏകമാനത്തിൽ ചലിക്കുന്ന വസ്തു

ഉദാഹരണങ്ങൾ

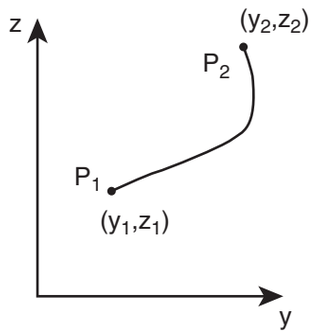
- നേരായ റെയിൽവേ ട്രാക്കിലൂടെയുള്ള ട്രയിനിന്റെ ചലനം.
- വസ്തു ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽ സ്വതന്ത്രമായി വീഴുന്നു.

(ii) ദ്വിമാന ചലനം

പ്രതലത്തിൽ വളഞ്ഞ പാതയിൽ ചലിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ ദ്വിമാനചലനം എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

ദ്വിമാനചലനത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിക്കുന്നതിന് നിർദ്ദേശാങ്കങ്ങളിലുള്ള രണ്ട് അക്ഷങ്ങൾ മാത്രമേ സമയത്തിനനുസരിച്ച് മാറുകയുള്ളൂ.

ഒരു വസ്തു $y-z$ പ്രതലത്തിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ x അക്ഷത്തിൽ മാറ്റം ഒന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ല. പക്ഷേ y, z അക്ഷങ്ങളിൽ വ്യത്യാസം സംഭവിക്കുന്നത് ചിത്രം 2.9 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു



ചിത്രം 2.9 വസ്തുവിന്റെ ദ്വിമാന ചലനം

ഉദാഹരണങ്ങൾ

- കേരം ബോർഡിൽ ചലിക്കുന്ന കോയിനുകൾ.
- മുറിയുടെ തറയിൽ പ്രാണികൾ ഇഴയുന്നത്.

(iii) ത്രിമാന ചലനം

അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഒരു വസ്തു മൂന്നു ഡൈമെൻഷനുകളിൽ ചലിക്കുന്നതിനെയാണ് ത്രിമാന ചലനം എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

ത്രിമാന ചലനത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിന്റെ സമയത്തിനനുസരിച്ച് മൂന്നു അക്ഷങ്ങളിലും മാറുന്നു. ത്രിമാന ചലനത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന് x, y, z എന്നീ മൂന്നു അക്ഷങ്ങളിലും മാറുന്നു.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 45 21-07-2022 13:12:13

ഉദാഹരണങ്ങൾ

- ആകാശത്ത് പറക്കുന്ന പക്ഷികൾ.
- വാതക തൻമാത്രകളുടെ ക്രമരഹിതമായ ചലനം.
- ആകാശത്ത് പറക്കുന്ന പട്ടം.

2.3 വെക്ടർ ആൾജിബ്രായുടെ അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ ചില അളവുകൾക്ക് പരിമാണംമാത്രമേയുള്ളൂ.വേറെചിലഅളവുകൾക്ക്പരിമാണവുംദിശയുംഉണ്ട്.ഈഭൗതികഅളവുകൾമനസ്സിലാക്കാൻ സ്കെയിലറുകളുടേയും വെക്ടറുകളുടേയും സവിശേഷതകൾ അറിയേണ്ടത് വളരെ പ്രധാനമാണ്.

അദിശം

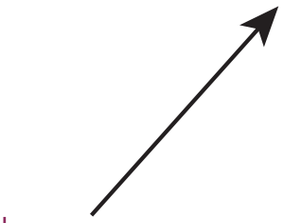
പരിമാണം മാത്രമുള്ള ഭൗതിക അളവിനെയാണ് അദിശം എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

ഉദാഹരണങ്ങൾ

ദൂരം, മാസ്സ്, താപനില, വേഗത, ഊർജ്ജം.

സദിശം

പരിമാണവും ദിശയും സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഭൗതിക അളവിനെയാണ് സദിശം എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. ജ്യാമിതീയമായി ഒരു സദിശം ഒരു ഡൈറക്ട് ലൈൻ സെഗ്മെന്റാണ്. ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ ചില അളവുകൾ സദിശത്തെ കൊണ്ട് മാത്രമേ വിവരിക്കാൻ കഴിയുകയുള്ളൂ.



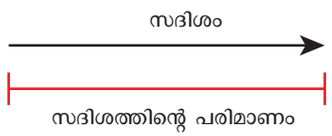
ചിത്രം 2.10 സദിശത്തിന്റെ ജ്യാമിതീയ മാതൃക

ഉദാഹരണങ്ങൾ

ബലം, പ്രവേഗം, സ്ഥാനാന്തരം, സ്ഥാന സദിശം, ത്വരണം, രേഖീയ ആക്കം, കോണീയ ആക്കം.

2.3.1 സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം

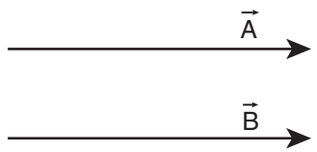
ഒരു സദിശത്തിന്റെ നീളത്തിനെ അതിന്റെ പരിമാണം എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇത് എല്ലായ്പ്പോഴും പോസിറ്റീവ് അളവായിരിക്കും. ചിലപ്പോൾ ഇതിനെ സദിശത്തിന്റെ മാനദണ്ഡം എന്നും വിളിക്കാറുണ്ട്. $\vec{A}$, എന്ന സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം അല്ലെങ്കിൽ മാനദണ്ഡത്തെ $|\vec{A}|$ അല്ലെങ്കിൽ 'A' എന്നാണ് രേഖപ്പെടുത്തുന്നത്.



ചിത്രം 2.11 സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം

2.3.2 വിവിധ തരം സദിശങ്ങൾ

1. **തുല്യ സദിശം:** രണ്ടു സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നിവ തുല്യ വെക്റ്റർ ആകണമെങ്കിൽ അവയുടെ പരിമാണവും ദിശയും ഭൗതിക അളവും തുല്യമായിരിക്കണം (ചിത്രം 2.12.).

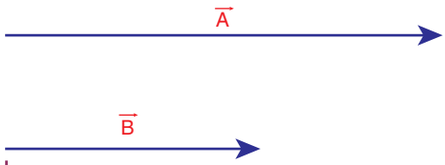


ചിത്രം 2.12 തുല്യ സദിശങ്ങളുടെ ജ്യാമിതീയ മാതൃക

(a) **കോളിനിയർ സദിശം** : കോളിനിയർ സദിശം ഒരേ രേഖയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണ്. അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോണളവ് $0°$ അല്ലെങ്കിൽ $180°$ ആകാം.

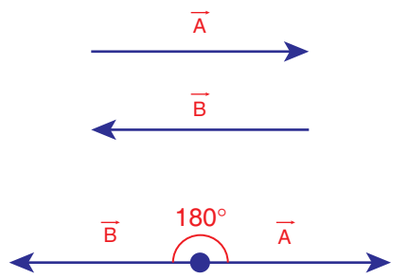
(i) സമാന്തര സദിശങ്ങൾ: ഒരേ ദിശയിൽ ഉള്ള രണ്ടു സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ നേർ രേഖയിൽ അല്ലെങ്കിൽ സമാന്തര രേഖയിൽ പ്രവർത്തിച്ചാൽ അതിനെ സമാന്തര സദിശങ്ങൾഎന്നു വിളിക്കുന്നു. അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ അളവ് 0^0 (ചിത്രം 2.13).

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 46 21-07-2022 13:12:14



ചിത്രം 2.13 സമാന്തര സദിശങ്ങളുടെ ജ്യാമിതീയ മാതൃക

(ii) **സമാന്തരവിരുദ്ധ സദിശങ്ങൾ:** എതിർ ദിശയിൽ ഉള്ള രണ്ടു സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ നേർ രേഖയിലോ അല്ലെങ്കിൽ സമാന്തര രേഖയിലോ പ്രവർത്തിച്ചാൽ അതിനെ സമാന്തര വിരുദ്ധ സദിശങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. അവയ്ക്കിടയിലെ കോൺ 180^0 (ചിത്രം 2.14).



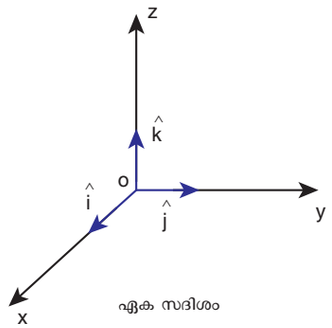
ചിത്രം 2.14 സമാന്തര സദിശങ്ങളുടെ ജ്യാമിതീയ മാതൃക

2. **ഏക സദിശം:** ഒരു വെക്റ്ററിനെ അതിന്റെ പരിമാണം കൊണ്ട് ഹരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതാണ് ഏക സദിശം $\vec{A}$ എന്ന സദിശത്തിന്റെ ഏക സദിശം $\hat{A}$ എന്നാണ് എഴുതേണ്ടത്. ഇതിന്റെ പരിമാണം ഒന്നാണ്.

$$\hat{A} = \frac{\vec{A}}{A},\ \vec{A} = A\hat{A} \text{ എന്നും എഴുതാം}$$

ദിശ വ്യക്തമാക്കാൻ മാത്രമാണ് ഏക സദിശം ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ഓർത്തോഗോണൽ ഏക സദിശങ്ങൾ: മൂന്നു യൂണിറ്റ് വെക്റ്റർ $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ യഥാക്രമം പോസിറ്റീവ് ദിശയിലുള്ള x, y, z അക്ഷങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതായി കരുതുക. ഈ ഏക സദിശങ്ങൾ പരസ്പരം ലംബമായി നിലകൊള്ളുന്നു. ഏതെങ്കിലും രണ്ട് ഏക സദിശങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവു $90°$. പരസ്പരം ലംബമായി നിലകൊള്ളുന്ന സദിശങ്ങളെ ഓർത്തോഗോണൽ സദിശം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇവിടെ $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ ഓർത്തോഗോണൽ സദിശത്തിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇവ ചിത്രം 2.15 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



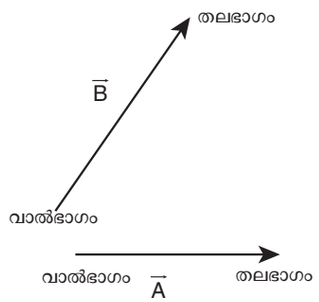
ചിത്രം 2.15 ഓർത്തോഗോണൽ ഏകസദിശം

2.3.3 സദിശ സങ്കലനം

സദിശങ്ങൾക്ക് പരിമാണവും ദിശയും ഉള്ളതിനാൽ സാധാരണ ബീജ ഗണിത രീതി ഉപയോഗിച്ച് സങ്കലനം ചെയ്യാൻ കഴിയില്ല. എന്നാൽ ചില നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സദിശ സങ്കലനത്തെ ജ്യാമിതീയമായോ അപഗ്രഥനപരമായ രീതിയിലോ ചെയ്യാൻ കഴിയും. ഒന്നിനോടൊന്ന് ചെരിഞ്ഞ രണ്ട് വെക്റ്ററുകളുടെ തുക (പരിണതഫലം) (i) ത്രികോണ നിയമം (ii) സാമാന്തരിക നിയമം എന്നീ നിയമങ്ങളെ ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്.

സദിശ സങ്കലനം ത്രികോണ നിയമം

ചിത്രം 2.16 കാണുന്നതുപോലെ $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നീ രണ്ടു സദിശങ്ങളെ പരിഗണിക്കുക.

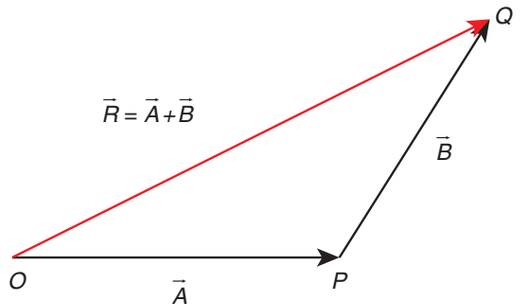


ചിത്രം 2.16 സദിശങ്ങളുടെ തലഭാഗവുംവാൽഭാഗവും

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 47 21-07-2022 13:12:15

രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ പരിണതഫലം കാണുന്നതിനായി ത്രികോണ സങ്കലന രീതി ഉപയോഗിക്കുന്നു:

$\vec{A}, \vec{B}$ എന്നീ രണ്ട് സദിശങ്ങൾ യഥാക്രമം ഒരു ത്രികോണത്തിന്റെ തൊട്ടടുത്തുള്ള വശങ്ങളായി കരുതിയാൽ അതിന്റെ പരിണതഫലം വിപരീത ക്രമത്തിൽ ത്രികോണത്തിന്റെ മൂന്നാമത്തെ വശമാണ്. ഇത് ചിത്രം 2.17 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.17 സങ്കലനത്തിന്റെ ത്രികോണ നിയമം

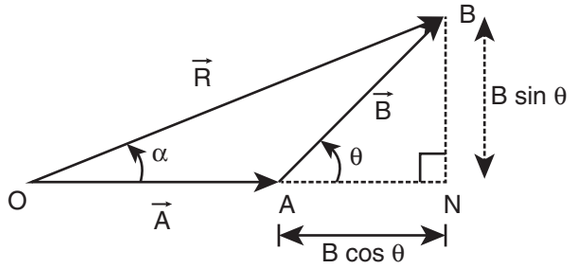
$\vec{A}$ വെക്റ്ററുടെ തലഭാഗത്ത് $\vec{B}$. യുടെ വാൽ ഭാഗം വരുന്ന രീതിയിൽ യോജിപ്പിക്കുക. ഇവയ്ക്കിടയേയുള്ളകോണംθ എന്ന്കരുതുക.ശേഷം $\vec{A}$ യുടെ വാൽഭാഗം $\vec{B}$ യുടെ തലഭാഗവുമായി യോജിപ്പിക്കുമ്പോൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ യുടെ ആകെ തുകയായ $\vec{R}$ ലഭിക്കും. വെക്റ്റർ $\vec{R}$ ന്റെ പരിമാണം ജ്യാമിതീയമായി $\vec{R}$ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന നീളം (OQ) ന് സമം. കൂടാതെ $\vec{R}$ നും $\vec{A}$ ക്കും ഇടയിലുള്ള കോൺ പരിണത സദിശത്തിന്റെ ദിശയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$ എന്ന് എഴുതാം.

$$\overrightarrow{OQ} = \overrightarrow{OP} + \overrightarrow{PQ}$$

(1) പരിണത സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം

പരിണതഫലത്തിന്റെ പരിമാണവും ദിശയും താഴെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 2.18, ൽ നിന്നും ABN, എന്ന ത്രികോണത്തെ സങ്കൽപിക്കുക. ചിത്രത്തിൽ OA വശത്തെ ON നീളത്തിൽ നീട്ടുമ്പോൾ ABN എന്ന മട്ടത്രികോണം കിട്ടുന്നു.



ചിത്രം 2.18 സങ്കലനത്തിന്റെ ത്രികോണ നിയമ അനുസരിച്ച് പരിണത സദിശത്തിന്റെ പരിമാണവും ദിശയും

ചിത്രം 2.18 ൽ നിന്നും

$$\cos\theta = \frac{AN}{B} \therefore AN = B\cos\theta \text{ യും}$$

$$\sin\theta = \frac{BN}{B} \therefore BN = B\sin\theta$$

ΔOBN, ൽനമുക്ക്കിട്ടുന്നത്$OB^2 = ON^2 + BN^2$

$$\Rightarrow R^2 = (A + B\cos\theta)^2 + (B\ \sin\theta)^2$$
$$\Rightarrow R^2 = A^2 + B^2\cos^2\theta + 2AB\cos\theta + B^2\sin^2\theta$$
$$\Rightarrow R^2 = A^2 + B^2\left(cos^2\theta + sin^2\theta\right) + 2AB\cos\theta$$
$$\Rightarrow R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

ഈ സമീകരണം $\vec{A}, \vec{B}$ പരിണത സദിശത്തിന്റെ പരിമാണത്തിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

(2) പരിണതസദിശത്തിന്റെദിശ: $\vec{A}, \vec{B}$ എന്നീ സദിശങ്ങൾ θ എന്ന കോണളവിൽ നിൽക്കുന്നു

$$\left|\vec{A} + \vec{B}\right| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta} \quad (2.1)$$

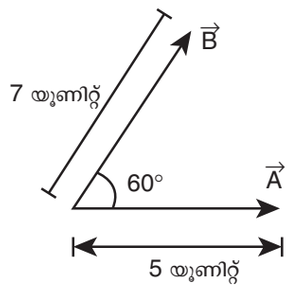
$\vec{R}, \vec{A}$ ഇടയേയുള്ള കോണം α എങ്കിൽ ΔOBN ൽ,

$$\tan\alpha = \frac{BN}{ON} = \frac{BN}{OA + AN}$$
$$\tan\alpha = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta}$$
$$\Rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta}\right)$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 48 21-07-2022 13:12:19

ഉദാഹരണങ്ങൾ 2.1

$\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നീ രണ്ടു സദിശങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവ് 60° അവയുടെ പരിമാണങ്ങൾ യഥാ ക്രമം 5 യൂണിറ്റ് 7 യൂണിറ്റ് ആണ്. പരിണതഫല ത്തിന്റെ പരിമാണവും അവ $\vec{A}$ സദിശത്തോട് ഉണ്ടാ കുന്ന ദിശയും കണ്ടുപിടിക്കുക.

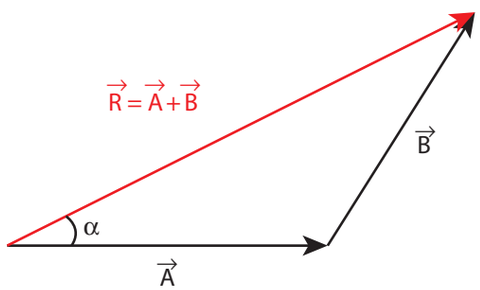


ഉത്തരം

ത്രികോണ നിയമ ംഅനുസരിച്ച് സദിശങ്ങളുടെ പരിണത ഫലം

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

താഴെ ഉള്ള ചിത്രം ഇതിനെ വിവരിക്കുന്നു



പരിണത സദിശത്തിന്റെ പരിണാമം $\vec{R}$

$$R = \left|\vec{R}\right| = \sqrt{5^2 + 7^2 + 2\times 5\times 7\cos 60^\circ}$$

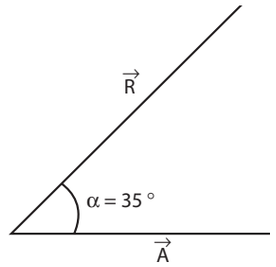
$$R = \sqrt{25 + 49 + \frac{70\times 1}{2}} = \sqrt{109}\ \textit{യൂണിറ്റുകൾ}$$

$\vec{R}$, $\vec{A}$ വെക്റ്ററുകൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവ് α എങ്കിൽ

$$\tan\alpha = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta} \qquad (2.2)$$

$$\tan\alpha = \frac{7\times\sin 60^\circ}{5+7\cos 60^\circ} = \frac{7\sqrt{3}}{10+7} = \frac{7\sqrt{3}}{17} \cong 0.713$$

$$\therefore \alpha \cong 35^\circ$$



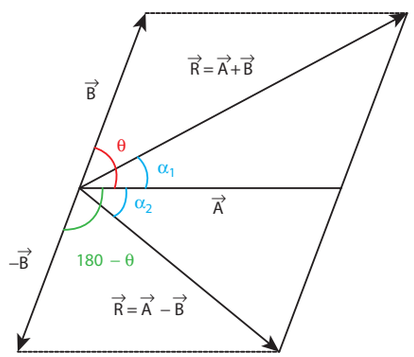
കുറിപ്പ്

രണ്ട് വെക്റ്ററുകളുടെ പരിണത ഫലത്തിന്റെ പരിണാമവും ദിശ യും സാമാന്തരിക നിയമം ഉപ യോഗിച്ചും കണക്കാക്കാവുന്നതാണ്. ഇത് 2.1 ൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു

2.3.4 സദിശങ്ങളുടെ വ്യവകലനം

സദിശങ്ങൾക്ക് പരിമാണവും ദിശയും ഉള്ളതിനാൽ സാധാരണബീജഗണിതംഉപയോഗിച്ച്വ്യവകലനം ചെയ്യാൻകഴിയില്ല.വെക്റ്ററുകളുടെവ്യവകലനത്തെ ജ്യാമിതീയമായോ അപഗ്രഥനപരമായോ ചെയ്യാൻ കഴിയും. ചിത്രം 2.19 ൽ പ്രകാരം ജ്യാമിതീയമായി വെക്റ്ററുകളുടെ വ്യവകലനത്തെ പ്രതിപാദിച്ചിരി ക്കുന്നു.

പരസ്പരം ചെരിഞ്ഞ നിലയിലുള്ള രണ്ട് പൂജ്യം അല്ലാത്ത സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ യ്ക്ക് ഇടയേയുള്ള കോണളവ് θ എങ്കിൽ താഴെ പറയുന്ന പ്രകാരം അതിന്റെ വ്യത്യാസം $\vec{A} - \vec{B}$ ലഭിക്കുന്നതാണ്. ചിത്രം 2.19 ൻ പ്രകാരം ആദ്യം $-\vec{B}$ വരയ്ക്കുക $\vec{A}$, $-\vec{B}$ യ്ക്കിടയേയുള്ള കോണളവ് 180–θ.



ചിത്രം 2.19 സദിശങ്ങളുടെ വ്യവകലനം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 49 21-07-2022 13:12:22

$\vec{A}-\vec{B}$ യുടെ വ്യത്യാസം $\vec{A}$ $-\vec{B}$ എന്നീ സദിശങ്ങളുടെ തുകയ്ക്ക് സമമാണ്.

നമുക്ക് ഇപ്രകാരം എഴുതാം$\vec{A}-\vec{B}=\vec{A}+\left(-\vec{B}\right)$ കൂടാതെ സമീകരണം (2.1), ൽ നിന്ന് നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്

$$\left|\vec{A}-\vec{B}\right|=\sqrt{A^2+B^2+2AB\cos(180-\theta)} \quad (2.3)$$

$\cos\left(180-\theta\right)=-\cos\theta$, ആയതിനാൽ

$$\Rightarrow\left|\vec{A}-\vec{B}\right|=\sqrt{A^2+B^2-2AB\cos\theta} \quad (2.4)$$

ചിത്രം 2.19, സമവാക്യം (2.2) നെ ഉപയോഗിച്ച് നമുക്ക് പുതിയൊരു സമവാക്യം ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ്

$$\tan\alpha_2=\frac{B\sin\left(180^\circ-\theta\right)}{A+B\cos\left(180^\circ-\theta\right)} \quad (2.5)$$

പക്ഷേ $\sin\left(180^\circ-\theta\right)=\sin\theta$

$$\Rightarrow\tan\alpha_2=\frac{B\sin\theta}{A-B\cos\theta} \quad (2.6)$$

സദിശങ്ങളുടെ വ്യത്യാസം $\vec{A}-\vec{B}$ എന്നതും ഒരു സദിശമാണ്. ഇതിന്റെ പരിമാണവും ദിശയും സമീകരണം (2.4), (2.6) ൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 2.2

$\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നീ രണ്ട് സദിശങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവ് 60° കൂടാതെ അവയുടെ പരിമാണങ്ങൾ യഥാക്രമം 5 യൂണിറ്റ്, 7 യൂണിറ്റ് ആണ്. രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ വ്യത്യാസം $\vec{A}-\vec{B}$ ന്റെ പരിമാണവും, അവ $\vec{A}$ വെക്റ്ററോട് ഉണ്ടാക്കുന്ന ദിശയും കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം

സമവാക്യം (2.4) ൽ നിന്നും,

$$\left|\vec{A}-\vec{B}\right|=\sqrt{5^2+7^2-2\times5\times7\cos60^\circ}$$

$$=\sqrt{25+49-35}=\sqrt{39}\ \text{യൂണിറ്റുകൾ}$$

$\vec{A}-\vec{B}$, $\vec{A}$ വെക്റ്ററുമായി ഉണ്ടാകുന്ന കോണളവ്

$$\tan\alpha_2=\frac{7\sin60^\circ}{5-7\cos60^\circ}=\frac{7\sqrt{3}}{10-7}=\frac{7}{\sqrt{3}}=4.041$$

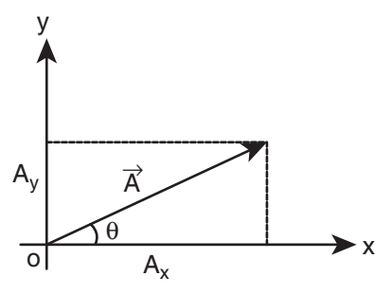
$$\alpha_2=\tan^{-1}\left(4.041\right)\cong76^\circ$$

2.4 സദിശ ഘടകങ്ങൾ

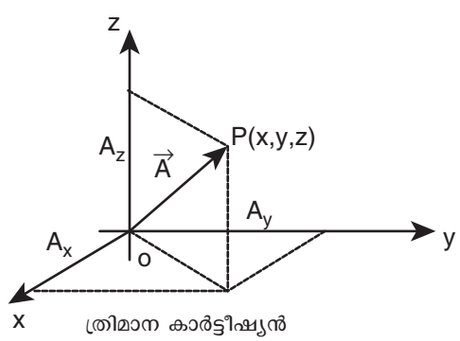
കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിൽ ഏതൊരു വെക്റ്റർ $\vec{A}$ യും x, y, z അക്ഷങ്ങളുടെ ദിശകളിലൂടെ മൂന്ന് ഘടകങ്ങളായി പിരിക്കാനാകും. ഇത് ചിത്രം 2.20 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു ത്രിമാന കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തെ കരുതുക ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സദിശങ്ങളുടെ ഘടകങ്ങളെ ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ്

$$\vec{A}=A_x\hat{i}+A_y\hat{j}+A_z\hat{k}$$



ദ്വിമാന കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റം



ത്രിമാന കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റം

ചിത്രം 2.20 ഘടക സദിശങ്ങളെ ദ്വിമാനത്തിലും ത്രിമാനത്തിലും

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 50 21-07-2022 13:12:25

ഇവിടെ A_x എന്നത് $\vec{A}$ യുടെ x ഘടകം, A_y എന്നത് $\vec{A}$ യുടെ y ഘടകവും A_z എന്നത് $\vec{A}$ യുടെ z ഘടകവുമാണ്.

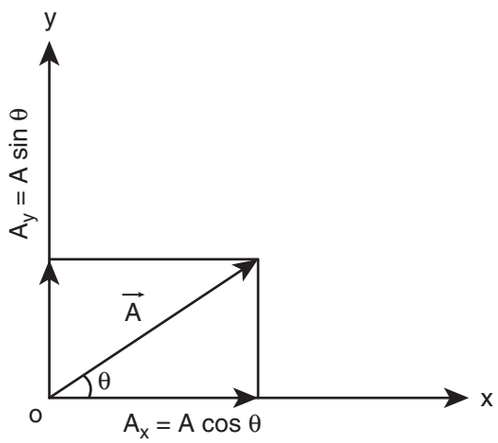
ദ്വിമാന കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിൽ (ചിത്രം 2.20 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു) സദിശം $\vec{A}$ ഇപ്രകാരം എഴുതിയിരിക്കുന്നു.

$$\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j}$$

$\vec{A}$ x അക്ഷത്തിൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന കോണളവ് θ എങ്കിൽ x അക്ഷം കൂടാതെ y അക്ഷത്തിൽ $\vec{A}$ യുടെ ഘടകങ്ങൾ യഥാക്രമം A_x, A_y എന്നിരിക്കട്ടെ. എങ്കിൽ ചിത്രം 2.21 ന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ,

$$A_x = A\cos\theta,\ \ A_y = A\sin\theta$$

ഇവിടെ 'A' എന്നത് $\vec{A}$, വെക്റ്ററിന്റെ പരമാണം (നീളം) സൂചിപ്പിക്കുന്നു $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$



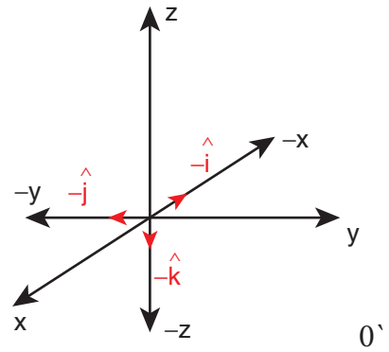
ചിത്രം 2.21 സദിശങ്ങളുടെ വിഘടനം

ഉദാഹരണം 2.3

നെഗറ്റീവ് x, y, z അക്ഷങ്ങളുടെ ദിശയിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന ഏക സദിശങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണ്?

ഉത്തരം

നെഗറ്റീവ് ദിശകളിലെ ഏക സദിശങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രത്തിൽ കാണാം.



നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്:

നെഗറ്റീവ് x ദിശയിൽ ഏക സദിശം = $-\hat{i}$

നെഗറ്റീവ് y ദിശയിൽ ഏക സദിശം = $-\hat{j}$

നെഗറ്റീവ് z ദിശയിൽ ഏക സദിശം = $-\hat{k}$.

2.4.1 ഘടകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള സദിശ സങ്കലനം

ജ്യാമിതീയ രീതികൾ ഉപയോഗിച്ച് രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനവും വ്യവകലനവും നാം കഴിഞ്ഞ ഭാഗത്തിൽ പഠിച്ചു. പക്ഷേ ഒരു കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റം തിരഞ്ഞെടുത്ത് കഴിഞ്ഞാൽ സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനവും വ്യവകലനവും നിർവ്വഹിക്കാൻ വളരെ എളുപ്പമാകും.

ഒരു കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിലെ $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നീ രണ്ടു സദിശങ്ങളെ ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ്

$$\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$$
$$\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$$

രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനം എന്നത് യഥാക്രമം x, y, z അക്ഷങ്ങളിലൂടെയുള്ള ഘടകങ്ങളുടെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

$$\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x)\hat{i} + (A_y + B_y)\hat{j} + (A_z + B_z)\hat{k}$$

ഇതേപോലെ രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ വ്യവകലനം എന്നത് അവയ്ക്ക് യോജിച്ച x, y, z ഘടകങ്ങളുടെ വ്യവകലനത്തിന് തുല്യമാണ്.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 51 21-07-2022 13:12:28

$$\vec{A}-\vec{B}=\left(A_x-B_x\right)\hat{i}+\left(A_y-B_y\right)\hat{j}+\left(A_z-B_z\right)\hat{k}$$

മേൽപ്പറഞ്ഞ രണ്ടു നിയമങ്ങളും, അപഗ്രഥന രീതിയിൽ രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനത്തെയും വ്യവകലനത്തെയും കണ്ടുപിടിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 2.4

$\vec{A}, \vec{B}$ എന്നീ രണ്ട് സദിശങ്ങൾ ഘടക രൂപത്തിൽ $\vec{A}=5\hat{i}+7\hat{j}-4\hat{k}$, $\vec{B}=6\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k}$. എന്നിങ്ങനെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു $\vec{A}+\vec{B}$, $\vec{B}+\vec{A}$, $\vec{A}-\vec{B}$, $\vec{B}-\vec{A}$ എന്നിവയെ കണ്ടുപിടിക്കുക

ഉത്തരം

$$\vec{A}+\vec{B}=(5\hat{i}+7\hat{j}-4\hat{k})+(6\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k})$$
$$=11\hat{i}+10\hat{j}-2\hat{k}$$
$$\vec{B}+\vec{A}=(6\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k})+(5\hat{i}+7\hat{j}-4\hat{k})$$
$$=(6+5)\hat{i}+(3+7)\hat{j}+(2-4)\hat{k}$$
$$=11\hat{i}+10\hat{j}-2\hat{k}$$
$$\vec{A}-\vec{B}=(5\hat{i}+7\hat{j}-4\hat{k})-(6\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k})$$
$$=-\hat{i}+4\hat{j}-6\hat{k}$$
$$\vec{B}-\vec{A}=\hat{i}-4\hat{j}+6\hat{k}$$

സദിശം $\vec{A}+\vec{B}$ യും $\vec{B}+\vec{A}$ യും സമം, പക്ഷേ സദിശം $\vec{A}-\vec{B}$ യും $\vec{B}-\vec{A}$ യും പരസ്പരം എതിരാണ്.

കുറിപ്പ്

ഘടകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനം കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. പക്ഷേ ജ്യാമിതീയ മാർഗ്ഗം ഉപയോഗിച്ച് രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനമോ വ്യവകലനമോ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തെ ആശ്രയിക്കേതില്ല

2.5 സദിശവുമായുള്ള അദിശങ്ങളുടെ ഗുണനം

λ എന്ന ഒരു അദിശവുമായി സദിശം $\vec{A}$. യെ ഗുണിക്കുമ്പോൾ $\lambda\vec{A}$ എന്ന ഒരു പുതിയ സദിശം നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നു. λ ഒരു പോസിറ്റീവ് സംഖ്യയായി കരുതിയാൽ $\lambda\vec{A}$ വെക്റ്റർ $\vec{A}$. യുടെ അതേ ദിശയിൽ ലഭിക്കുന്നു λ ഒരു നെഗറ്റീവ് സംഖ്യയായി കരുതിയാൽ $\lambda\vec{A}$ വെക്റ്റർ $\vec{A}$ ക്ക് വിപരീത ദിശയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

ഉദാഹരണം 2.5

$\vec{A}=2\hat{i}+3\hat{j}$, ഇവിടെ $3\ \vec{A}$? എന്താണ്

ഉത്തരം

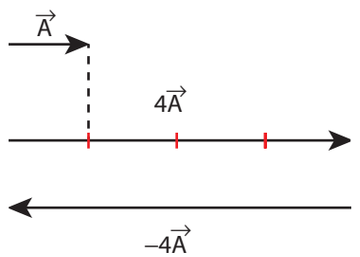
$$3\vec{A}=3\left(2\hat{i}+3\hat{j}\right)=6\hat{i}+9\hat{j}$$

ഇവിടെ $3\vec{A}$, $\vec{A}$ യുടെ തന്നെ ദിശയിലാണുള്ളത്.

ഉദാഹരണം 2.6

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സദിശം $\vec{A}$ യിൽ നിന്ന് $4\vec{A}$ $-4\vec{A}$ സദിശങ്ങളെ കണ്ടുപിടിക്കുക

ഉത്തരം



ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ചില സദിശ അളവുകളെ മറ്റൊരു അദിശത്തിന്റെ സദിശ മടങ്ങായി നിർവചിക്കാം.

ഉദാഹരണം

1) ബലം $\vec{F}=m\vec{a}$. ഇവിടെ മാച് 'm' ഒരു അദിശം $\vec{a}$ എന്നത് ത്വരണം 'm' എന്നത് പോസിറ്റീവ്

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 52 21-07-2022 13:12:31

അദിശവും, ബലത്തിന്റെ ദിശ എപ്പോഴും ത്വരണത്തിന്റെ ദിശയിലാണ്.

2) രേഖീയ ആക്കം $\vec{P} = m\vec{v}$. ഇവിടെ $\vec{v}$ വേഗത യാണ്. രേഖീയ ആക്കത്തിന്റെ ദിശയും വേഗത യുടെ ദിശയിലാണ്.

3) ബലം $\vec{F} = q\vec{E}$, ഇവിടെ വൈദ്യുത ചാർജ് 'q' ഒരു സ്കെയിലറാണ് $\vec{E}$ എന്നത് വൈദ്യുത മണ്ഡലമാണ്. ചാർജ് പോസിറ്റീവ് അല്ലെങ്കിൽ നെഗറ്റീവ് ആകാമെന്നതിനാൽ ബലം $\vec{F}$ ന്റെ ദിശ $\vec{E}$ യുടെ ദിശയിലോ അല്ലെങ്കിൽ $\vec{E}$ യ്ക്ക് വിപരീത ദിശയിലോ ആയിരിക്കും.

2.5.1 സദിശങ്ങളുടെ അദിശ ഗുണനം

നിർവചനം

രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ അദിശ ഗുണനഫലത്തെ (ഡോട്ട് പ്രൊഡക്റ്റ്) രണ്ട് വെക്റ്ററുകളുടെ പരിമാണം, അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കൊസൈൻ കോണളവ് എന്നിവയുടെ ഗുണനഫലത്തിന് തുല്യ മാണ് എന്ന് നിർവചിക്കാം.

അദിശ ഗുണനത്തിനെ ഇപ്രകാരം എഴു താവുന്നതാണ് $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$ ഇവിടെ θ എന്നത് രണ്ട് സദിശങ്ങൾക്കിടയിലെ കോണളവാണ്, A , B എന്നത് $\vec{A}$, $\vec{B}$. യുടെ പരിമാണഫലമാണ്

സവിശേഷതകൾ

(i) $\vec{A} \cdot \vec{B}$ യുടെ ഗുണനഫലം എപ്പോഴും അദിശ അളവാണ്. ($\theta < 90°$) ഗുണനഫലം പോസിറ്റീവും അധികകോണമായിരുന്നാൽ ($90° < \theta < 180°$) ഗുണനഫലം നെഗറ്റീവായി രിക്കും.

(ii) അദിശ ഗുണിതം ക്രമനിയമം പാലിക്കു ന്നുവെന്ന് കാണാം $\vec{A}.\vec{B} = \vec{B}.\vec{A}$

(iii) അദിശ ഗുണനം വിതരണനിയമം അനുസ രിക്കുന്നുണ്ട് $\vec{A}.\left(\vec{B} + \vec{C}\right) = \vec{A}.\vec{B} + \vec{A}.\vec{C}$

(iv) അദിശ ഗുണനത്തിൽ രണ്ട് സദിശങ്ങൾ ക്കിടയിലുള്ള കോൺ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$\theta = \cos^{-1}\left[\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{AB}\right]$$

(v) രണ്ട് സദിശങ്ങൾ സമാന്തരമായിരിക്കു മ്പോൾ അതായത് $\theta = 0^0$, എങ്കിൽ അവയുടെ അദിശ ഗുണനം പരമാവധി മൂല്യം ആയിരിക്കും. എന്തെന്നാൽ $\theta = 0°$;

$$(\vec{A} \cdot \vec{B})_{\text{പരമാവധി}} = AB$$

(vi) രണ്ട് സദിശങ്ങൾ സമാന്തര വിരുദ്ധമായിരു ന്നാൽ അതായത് $\theta = 180°$ എങ്കിൽ അവ യുടെ അദിശ ഗുണനം കുറഞ്ഞ മൂല്യം ഉള്ളതായിരിക്കും. എന്തെന്നാൽ $\cos\theta = -1$, $(\vec{A} \cdot \vec{B})_{\text{കുറഞ്ഞ}} = -AB$,

(vii) വെക്റ്റർ $\vec{A}$ യും വെക്റ്റർ $\vec{B}$ യും പരസ്പരം ലംബമായാൽ $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$, എന്തെന്നാൽ $\cos 90° = 0$. എങ്കിൽ സദിശം $\vec{A}, \vec{B}$ യെ പരസ്പരം ഓർത്തോഗോണൽ സദിശം എന്നു വിളി ക്കാം.

(viii) ഒരു സദിശത്തെ അതേ സദിശത്തോട് അദിശ ഗുണനം ചെയ്യുന്നതിനെ സെൽഫ് ഡോട്ട് ഗുണിതം. എന്ന് വിളിക്കാം. $\left(\vec{A}\right)^2 = \vec{A} \cdot \vec{A} = AA\cos\theta = A^2$. ഇവിടെ കോൺ $\theta = 0°$

കൂടാതെ ഇതിന്റെ പരിമാണം $\vec{A}$ is $\left|\vec{A}\right| = A$

$= \sqrt{\vec{A} \cdot \vec{A}}$

(ix) ഏക സദിശം $\hat{n}$ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$\hat{n} \cdot \hat{n} = 1 \text{ x } 1 \text{ x } \cos 0 = 1$. ഉദാഹരണത്തിന്,

$\hat{i}.\hat{i} = \hat{j}.\hat{j} = \hat{k}.\hat{k} = 1$

(x) ഓർത്തോഗോണൽ ഏക സദിശങ്ങൾ $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$, കാര്യത്തിൽ

$$\hat{i}.\hat{j} = \hat{j}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{i} = 1 \cdot 1\cos 90° = 0$$

(xi) രണ്ട് സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$ യും $\vec{B}$ യുടെ അദിശ യിലർ ഗുണിതത്തെ ഘടകങ്ങളുടെ അടി സ്ഥാനത്തിൽ ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ്

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}) \cdot \left(B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}\right)$$

$= A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$, ബാക്കി എല്ലാ ഗുണിതഫലങ്ങളും ശൂന്യം.

$\left|\vec{A}\right|$ യുടെ പരിമാണം

$$\left|\vec{A}\right| = A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 53 21-07-2022 13:12:35

ഉദാഹരണം 2.7

തന്നിരിക്കുന്ന സദിശങ്ങൾ $\vec{A} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 3\hat{j} + 6\hat{k}$, ആയാൽ ഇവയുടെ ഗുണിത ഫലം $\vec{A}.\vec{B}$, കൂടാതെ $\vec{A}$, $\vec{B}$ സദിശങ്ങളുടെ പരിമാണങ്ങൾ കാണുക. രണ്ട് സദിശങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവ് എത്ര?

ഉത്തരം

$$\vec{A}.\vec{B} = 2 + 12 + 30 = 44$$

A യുടെ പരിമാണം $= \sqrt{4 + 16 + 25} = \sqrt{45}$ യൂണിറ്റ്

B യുടെ പരിമാണം $= \sqrt{1 + 9 + 36} = \sqrt{46}$ യൂണിറ്റ്

രണ്ടു സദിശങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവ്

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}.\vec{B}}{AB}\right)$$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{44}{\sqrt{45 \times 46}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{44}{45.49}\right)$$

$$= \cos^{-1}(0.967)$$

$$\therefore \theta \cong 15^\circ$$

ഉദാഹരണം 2.8

തന്നിരിക്കുന്ന സദിശങ്ങൾ ഓർത്തോഗോണൽ സദിശങ്ങളാണോ എന്ന് പരിശോധിക്കുക.

i) $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ യും $\vec{B} = 4\hat{i} - 5\hat{j}$

ii) $\vec{C} = 5\hat{i} + 2\hat{j}$ യും $\vec{D} = 2\hat{i} - 5\hat{j}$

ഉത്തരം

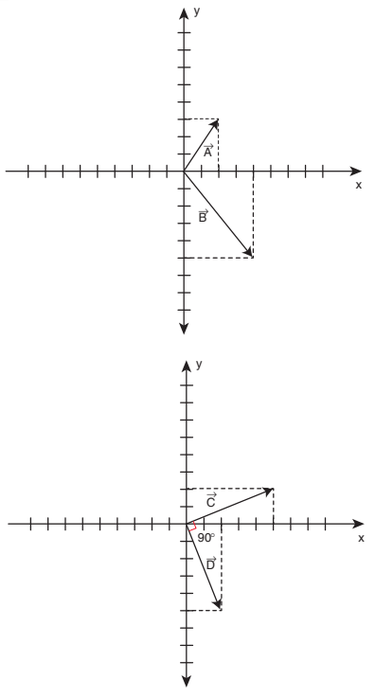
$$\vec{A}.\vec{B} = 8 - 15 = -7 \neq 0$$

ഇവിടെ $\vec{A}$ യും $\vec{B}$ യും ഓർത്തോഗോണൽ സദിശങ്ങളല്ല.

$$\vec{C}.\vec{D} = 10 - 10 = 0$$

ഇവിടെ, $\vec{C}$ യും $\vec{D}$ യും പരസ്പരം ഓർത്തോഗണർ വെക്റ്ററുകളാണ്.

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രത്തിൽ നിന്ന് ജ്യാമിതീയ രീതിയിൽ $\vec{C}$, $\vec{D}$ സദിശങ്ങൾ ഓർത്തോഗോണൽ സദിശങ്ങളാണ് എന്നതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.



ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ ബലം $\vec{F}$ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി കൊണ്ട് ഒരു വസ്തു $d\vec{r}$ അളവ് സ്ഥാനാന്തരം ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെ ഇപ്രകാരം നിർവചിക്കുന്നു,

$$W = \vec{F}.d\vec{r}$$

$$W = F\ dr\ \cos\theta$$

പ്രവൃത്തി എന്നത് ബലത്തിന്റെയും സ്ഥാനാന്തര സദിശത്തിന്റെയും ഗുണനഫലമായി നിർവചിക്കാം. പ്രവൃത്തി കൂടാതെ വേറെയും ഭൗതിക അളവുകളെ അദിശ ഗുണിതം ഉപയോഗിച്ച് നിർവചിക്കുന്നു.

കുറിപ്പ്

സമവർത്തുള ചലനത്തിൽ അഭികേന്ദ്ര ബലവും സ്ഥാനാന്തരവും പരസ്പരം ലംബമായുള്ളതിനാൽ ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി ശൂന്യമാണ്

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 54 21-07-2022 13:12:39

2.5.2 രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണനഫലം

നിർവചനം

രണ്ടു സദിശത്തെ സദിശ ഗുണിതം അഥവാ ക്രോസ് ഗുണിതം ചെയ്യുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന മറ്റൊരു സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം എന്നത്, രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ പരിമാണത്തിന്റെ ഗുണിതഫലവും അവയ്ക്കിടയിലുള്ള സൈൻ കോണിനും തമ്മിലുള്ള ഗുണനഫലത്തിന്റെ പരിമാണത്തിന് സമമാണ്. വലതു കൈ പിരിയാണി നിയമം അല്ലെങ്കിൽ വലതു കൈ നിയമം അനുസരിച്ച് സദിശ ഗുണിത ഫലത്തിന്റെ ദിശ രണ്ട് സദിശങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പ്രതലത്തിന് ലംബമായിരിക്കും (ചിത്രം 2.22).

ഇപ്രകാരം $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നിവ രണ്ട് സദിശങ്ങളാണ് അവയുടെ സദിശ ഗുണിതമായ $\vec{A}\times\vec{B}$ യെ $\vec{C}$ എന്ന സദിശം കൊണ്ട് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യാം.

$$\vec{C} = \vec{A}\times\vec{B} = (AB\sin\theta)\hat{n}$$

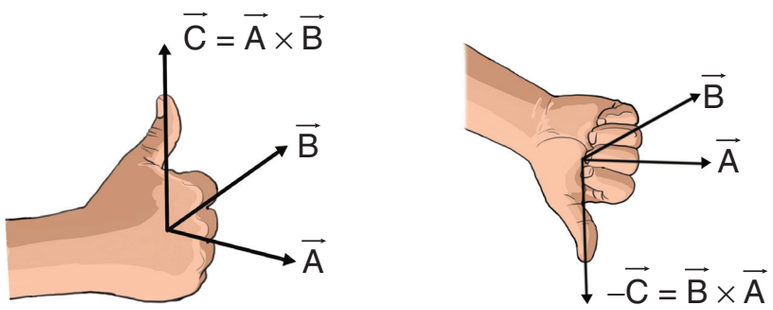
$\vec{A}\times\vec{B}$ ന്റെ ഏക സദിശം $\hat{n}$ ന്റെ ദിശ, അതായത് $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നീ സദിശങ്ങൾ അടങ്ങുന്ന പ്രതലത്തിന് $\vec{C}$ ലംബമായിരിക്കും. വലംകൈ പിരിയാണി നിയമം ചിത്രം 2.22 യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. $\vec{A}$, $\vec{B}$ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന തലത്തിൽ വച്ചിരിക്കുന്ന ലംബരേഖയിൽ നിങ്ങളുടെ വലതുകരം ഉപയോഗിച്ച് ചുറ്റിപ്പിടിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ ചുറ്റിയിരിക്കുന്ന ദിശ $\vec{A}$ (ആദ്യ വെക്റ്റർ) യിൽ നിന്നും $\vec{B}$, (രണ്ടാമത്തെ വെക്റ്റർ) യിലേക്ക് ചെറിയ കോണളവിൽ കൂടി ചുറ്റുമ്പോൾ നിവർന്നിരിക്കുന്ന തള്ളവിരലിന്റെ ദിശ $\vec{C}$ യുടേതായിരിക്കും.

> **കുറിപ്പ്**
> വലംകൈ നിയമം അനുസരിച്ച് വലതു കൈയ്യിന്റെ വിരലുകൾ വളയുന്ന ദിശ വസ്തുവിന്റെ ഭ്രമണ ദിശയേയും, വളയുന്ന വിരലുകൾക്ക് ലംബമായി നിൽക്കുന്ന പെരുവിരൽ പരിണത വെക്റ്ററിന്റെ $\vec{C}$ യുടെ ദിശയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

വെക്റ്റർ ഗുണനം (ക്രോസ് ഗുണനം)

$\vec{A}$, $\vec{B}$, യുടെ സദിശ ഗുണിഫലത്തെ $\vec{A}\times\vec{B}$, യെ $\vec{C}$ എന്ന മൂന്നാമതൊരു സദിശത്തെ കൊണ്ട് പ്രതിനിധാനം ചെയ്യാം.

$$\vec{C} = \vec{A}\times\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}|\sin\theta\,\hat{n} \qquad -\vec{C} = \vec{B}\times\vec{A}$$



$$\vec{A}\times\vec{B} = -(\vec{B}\times\vec{A})$$

ചിത്രം 2.22 രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണനഫലം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 55 21-07-2022 13:12:42

CR070

സദിശ ഗുണിതത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ.

(i) രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ ഗുണിതഫലം എപ്പോഴും ഒരു സദിശമാണ്. കൂടാതെ ഇവയുടെ ദിശ രണ്ട് സദിശങ്ങൾ നില നിൽക്കുന്ന തലത്തിന് ലംബമായി ഇരി ക്കുന്നു. കൂടാതെ $\vec{A}$, $\vec{B}$, സദിശങ്ങൾ പരസ്പരം ലംബമായി ഇരുന്നാലും ഇല്ലെങ്കിലും ഇവയുടെ ഗുണിതഫലം $\vec{C}$ ഈ രണ്ട് സദിശങ്ങൾക്കും ലംബ മായിരിക്കും.

(ii) രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണിത ഫലം ക്രമനിയമം $\vec{A}\times\vec{B} \neq \vec{B}\times\vec{A}$ പക്ഷേ $\vec{A}\times\vec{B} = -[\vec{B}\times\vec{A}]$

കൂടാതെ $|\vec{A}\times\vec{B}| = |\vec{B}\times\vec{A}| = AB\sin\theta$ അതായത് $\vec{A}\times\vec{B}$ ആയാലും $\vec{B}\times\vec{A}$ ആയാലും ഗുണിതഫലത്തിന്റെ പരി മാണം തുല്യമായിരിക്കും പക്ഷേ പരസ് പരം വിപരീത ദിശയിലായിരിക്കും.

(iii) രണ്ട് സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണിതം $\sin\theta = 1$, എന്ന വ്യവസ്ഥയിൽ $\theta = 90°$ പരമാവധി മൂല്യം ഉള്ളതായിരിക്കും. അതായത് രണ്ട് സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ പരസ്പരം ഓർത്തോഗോണർ ആയിരി ക്കുമ്പോൾ പരമാവധി മൂല്യം കിട്ടുന്നു.

$$\left(\vec{A}\times\vec{B}\right)_{\text{പരമാവധി}} = AB\hat{n}$$

(iv) രണ്ട് ശൂന്യമല്ലാത്ത സദിശങ്ങളുടെ ഗുണിതഫലം $|\sin\theta| = 0$, എന്ന വ്യവ സ്ഥയിൽ $\theta = 0°$ അല്ലെങ്കിൽ $180°$ കുറഞ്ഞ മൂല്യം ഉള്ളതായിരിക്കും

$$\left(\vec{A}\times\vec{B}\right)_{\text{കുറഞ്ഞ}} = 0$$

അതായത് രണ്ടു സദിശങ്ങൾ സമാ ന്തരമോ, സമാന്തരവിരുദ്ധമോ ആയിരു ന്നാൽ അവയുടെ ഗുണിതഫലം ശൂന്യ മായിരിക്കും.

(v) ഏകതാന സദിശഗുണനം അതായത് ഒരു വെക്റ്ററിനെ അതേ വെക്റ്ററിനെ കൊണ്ട് ഗുണിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ഗുണനഫലം ശൂന്യമാണ്.

$$\vec{A}\times\vec{A} = AA\sin 0°\hat{n} = \vec{0}.$$

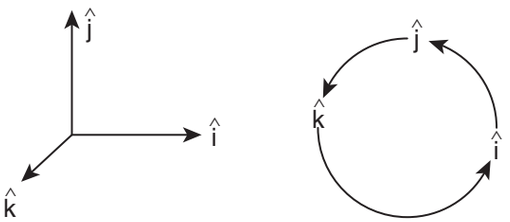
ഭൗതികത്തിൽ ശൂന്യസദിശത്തെ $\vec{0}$ സാധാരണയായി ശൂന്യം എന്ന് എഴുതാം.

(vi) യൂണിറ്റ് സദിശത്തിന്റെ ഏകതാന വെക്റ്റർ ഗുണനഫലം ശൂന്യമാണ്.

$$\hat{i}\times\hat{i} = \hat{j}\times\hat{j} = \hat{k}\times\hat{k} = \vec{0}$$

(vii) പരസ്പരം ലംബമായിരിക്കുന്ന $\hat{i},\hat{j},\hat{k}$, സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണനഫലം വലംപിരിയാണി നിയമം പാലിക്കുക യും വേണം. ഇവ താഴെ പറയുന്ന ഫല ങ്ങളിലേക്ക് നയിക്കുന്നു:

$$\hat{i}\times\hat{j} = \hat{k},\ \hat{j}\times\hat{k} = \hat{i} \text{ യും } \hat{k}\times\hat{i} = \hat{j}$$



സദിശ ഗുണനഫലം ക്രമനിയമം പാലിക്കുന്നില്ല,

$$\hat{j}\times\hat{i} = -\hat{k}, \hat{k}\times\hat{j} = -\hat{i}$$
യും $\hat{i}\times\hat{k} = -\hat{j}$

(viii) ഘടകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്ന രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ ഗുണിത ഫലത്തിനെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

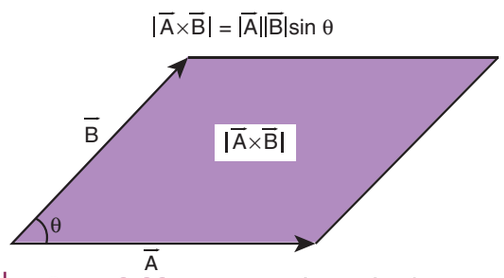
$$\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 56 21-07-2022 13:12:45

$$= \hat{i}\left(A_y B_z - A_z B_y\right) + \hat{j}\left(A_z B_x - A_x B_z\right) + \hat{k}\left(A_x B_y - A_y B_x\right)$$

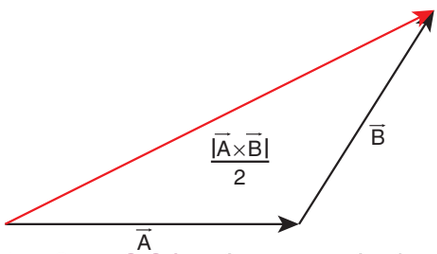
$\hat{j}^{th}$ ഘടകത്തിന്റെ ഗുണനക്രമം $\hat{i}^{th}$, $\hat{k}^{th}$ ഘടകങ്ങളുടെ ഗുണനക്രമത്തിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും.

(ix) രണ്ട് സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$ $\vec{B}$ ഒരു സാമാന്തരികത്തിന്റെ സമീപ വശങ്ങളായി കരുതിയാൽ $\vec{A} \times \vec{B}$ യുടെ പരിമാണ ഫലം സാമാന്തരികത്തിന്റെ ഛേദ വിസ്തീർണ്ണത്തെ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു ഇവ ചിത്രം 2.23 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.23 സാമാന്തരികത്തിന്റെ ഛേദവിസ്തീർണ്ണം

(x) ഒരു സാമാന്തരികത്തെ രണ്ട് സമ അളവുള്ള ത്രികോണമായി പിരിക്കാവുന്നതാണ്. സദിശം $\vec{A}$ $\vec{B}$ യെ ഒരു ത്രികോണത്തിന്റെ രണ്ട് വശങ്ങളായി കരുതിയാൽ ത്രികോണത്തിന്റെ ഛേദവിസ്തീർണ്ണം $\frac{1}{2}\left|\vec{A} \times \vec{B}\right|$ എന്ന് എഴുതാം. ഇത് ചിത്രം 2.24. ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. (ഈ പരമപ്രധാന ഘടകമാണ് അദ്ധ്യായം 6 ൽ കെപ്ലർ നിയമം പഠിക്കുമ്പോൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്)



ചിത്രം 2.24 ത്രികോണത്തിന്റെ ഛേദ വിസ്തീർണ്ണം

ഭൗതികത്തിൽ ധാരാളം അളവുകളെ സദിശ ഗുണനം കൊണ്ട് നിർവചിക്കാവുന്നതാണ്. പരിക്രമണ സ്വഭാവമുള്ള ഭൗതിക അളവുകളെ (ഉദാഹരണത്തിന് ആഘൂർണ്ണം, കോണീയ ആക്കം) സദിശ ഗുണനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിർവചിക്കാവുന്നതാണ്.

ഉദാഹരണങ്ങൾ

(i) ആഘൂർണ്ണം $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$. ഇവിടെ $\vec{F}$ ബലവും $\vec{r}$ സ്ഥാന വെക്റ്ററുമാകുന്നു.

(ii) കോണീയ ആക്കം $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ ഇവിടെ $\vec{p}$ എന്നത് രേഖീയ ആക്കമാണ്

(iii) രേഖീയ പ്രവേഗം $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ ഇവിടെ $\vec{\omega}$ എന്നത് കോണീയ പ്രവേഗമാണ്.

ഉദാഹരണം 2.9

രണ്ട് സദിശങ്ങൾ യഥാക്രമം $\vec{r} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$ $\vec{F} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$. ആകുന്നു. ഇവയുടെ പരിണിത വെക്റ്റർ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 5 \\ 3 & -2 & 4 \end{vmatrix}$$

$$\vec{\tau} = (12 - (-10))\hat{i} + (15 - 8)\hat{j} + (-4 - 9)\hat{k}$$

$$\vec{\tau} = 22\hat{i} + 7\hat{j} - 13\hat{k}$$

2.5.3 ഘടക സദിശങ്ങളുടെ സവിശേഷതകൾ

രണ്ട് സദിശങ്ങൾ $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നിവ തുല്യമാണെങ്കിൽ അവയുടെ വ്യക്തിഗത ഘടകങ്ങളും തുല്യമാണ്.

$\vec{A} = \vec{B}$ എന്നിരിക്കട്ടെ

എങ്കിൽ $A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$

അതായത് $A_x = B_x$, $A_y = B_y$, $A_z = B_z$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 57 21-07-2022 13:12:48

ഉദാഹരണം 2.10

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സദിശ സമവാക്യങ്ങളുടെ ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുക

a) $\vec{F} = m\vec{a}$ ഇവിടെ m പോസിറ്റീവ് സംഖ്യയാണ്

b) $\vec{p} = 0$

ഉത്തരം

വിഭാഗം (a):

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k} = ma_x\hat{i} + ma_y\hat{j} + ma_z\hat{k}$$

ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$F_x = ma_x, F_y = ma_y, F_z = ma_z$$

ഇതിൽ നിന്നും ഒരു സദിശ സമവാക്യം മൂന്ന് അദിശ സമവാക്യങ്ങൾക്ക് തുല്യമാണ് എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

വിഭാഗം (b)

$$\vec{p} = 0$$

$$p_x\hat{i} + p_y\hat{j} + p_z\hat{k} = 0\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k}$$

ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$p_x = 0, \mathrm{p_y} = 0, \mathrm{p_z} = 0$$

ഉദാഹരണം 2.11

തന്നിരിക്കുന്ന സദിശ സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് T യുടെ മൂല്യം കണക്കാക്കുക.

$$5\hat{j} - T\hat{j} = 6\hat{j} + 3T\hat{j}$$

ഉത്തരം

രണ്ടു വശത്തുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$5 - 6 = 3T + T$$

$$-1 = 4T$$

$$T = -\frac{1}{4}$$

ഉദാഹരണം 2.12

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{F}_4$ എന്ന സദിശ സമവാക്യത്തിന്റെ ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുക.

ഉത്തരം

കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തന്നിരിക്കുന്ന സദിശ സമവാക്യത്തിനെ x, y, z ഘടകങ്ങളായിട്ട് വിശ്ലേഷണം ചെയ്യുന്നു. കൂടാതെ സമവാക്യത്തിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്.

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = F_{4x}$$

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = F_{4y}$$

$$F_{1z} + F_{2z} + F_{3z} = F_{4z}$$

2.6 സ്ഥാനസദിശം

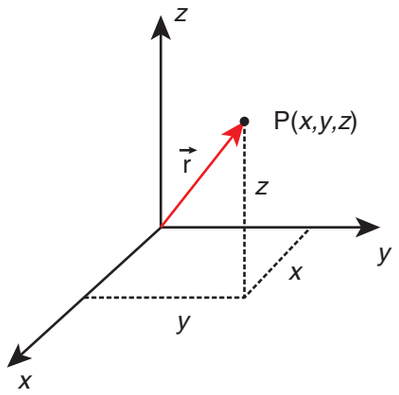
ഒരു റഫറൻസ് ഫ്രയിമിന്റെയോ, കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിന്റെയോ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഏത് സമയത്തും ഒരു കണത്തിന്റെ സ്ഥാനം സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഒരു സദിശമാണ് സ്ഥാന സദിശം എന്നു പറയുന്നത്.

ഒരുപ്രതലത്തിൽസ്ഥിതിചെയ്യുന്നP എന്നകണികയുടെ സ്ഥാനസദിശം $\vec{r}$ നെ ഇങ്ങനെ എഴുതാം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 58 21-07-2022 13:12:51

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$$

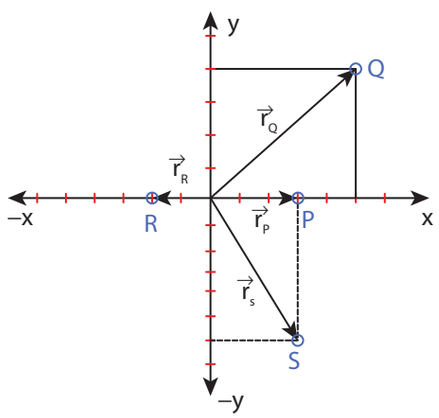
ഇവിടെ x, y, z സ്ഥാനസദിശം $\vec{r}$ ന്റെ ഘടകങ്ങളാണ്. സ്ഥാനവെക്റ്റർ $\vec{r}$ നെ താഴെ ചിത്രം 2.25 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.25 കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ സ്ഥാനസദിശം

ഉദാഹരണം 2.13

P, Q, R, S ബിന്ദുക്കളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന കണികയുടെ സ്ഥാനസദിശങ്ങളെ നിർണ്ണയി ക്കുക.



ഉത്തരം

P എന്ന ബിന്ദുവിലുള്ള സ്ഥാനസദിശം

$$\vec{r}_P = 3\hat{i}$$

Q എന്ന ബിന്ദുവിലുള്ള സ്ഥാനസദിശം

$$\vec{r}_Q = 5\hat{i} + 4\hat{j}$$

R എന്ന ബിന്ദുവിലുള്ള സ്ഥാനസദിശം

$$\vec{r}_R = -2\hat{i}$$

S എന്ന ബിന്ദുവിലുള്ള സ്ഥാനസദിശം

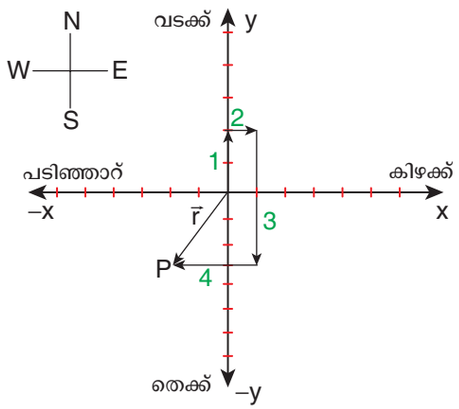
$$\vec{r}_s = 3\hat{i} - 6\hat{j}$$

ഉദാഹരണം 2.14

തുടക്കത്തിൽ സ്ഥിരാവസ്ഥയിലിക്കുന്ന ഒരു മനുഷ്യൻ വടക്കോട്ട് 2 മീ കിഴക്കോട്ട് 1 മീ നടക്കുന്നു. പിന്നെ 5 മീ തെക്കോട്ടും 3 മീ പടിഞ്ഞാറോട്ടും നടന്ന് നിശ്ചലാവസ്ഥയിലെത്തുന്നു. യാത്രയുടെ അവസാനം ആ മനുഷ്യന്റെ സ്ഥാനസദിശം എന്താണ്?

ഉത്തരം

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ പോസിറ്റീവ് x അക്ഷത്തെ കിഴക്കു ദിശയായിട്ടും, പോസിറ്റീവ് y അക്ഷത്തെ വടക്ക് ദിശയായും കരുതുക.



യാത്രയുടെ അവസാനം മനുഷ്യൻ P എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിലകൊള്ളുന്നു ഇവയുടെ സ്ഥാന സദിശം ഇപ്രകാരം എഴുതാം.

$$\vec{r} = -2\hat{i} - 3\hat{j}$$

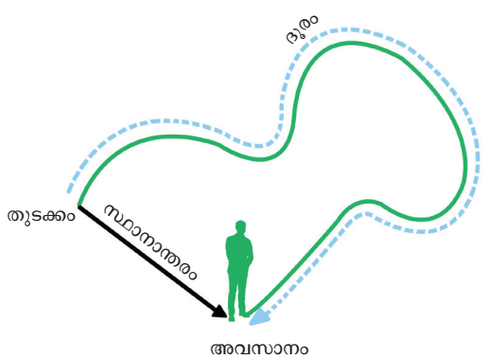
കൂടാതെ സ്ഥാനാന്തര സദിശത്തിന്റെ ദിശ തെക്കു പടിഞ്ഞാറാണ്.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 59 21-07-2022 13:12:52

2.7 ദൂരവും സ്ഥാനാന്തരണവും

ദൂരം: തന്നിരിക്കുന്ന സമയഇടവേളയിൽ ഒരു കണിക സഞ്ചരിച്ച് പാതയുടെ നീളമാണ് ദൂരം എന്നു പറയുന്നത് ഇത് ഒരു പോസിറ്റീവ് അദിശ അളവാണ്.

സ്ഥാനാന്തരണം എന്നത് തന്നിരിക്കുന്ന സമയഇടവേളയിൽ അവസാനത്തെയും ആദ്യത്തെയും സ്ഥാനങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ്. കൂടാതെ സ്ഥാനാന്തരത്തെ രണ്ടു സ്ഥാനങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കുറഞ്ഞ ദൂരം എന്നും നിർവചിക്കാം. സ്ഥാനാന്തരണത്തിന്റെ ദിശ തന്നിരിക്കുന്ന സമയ ഇടവേളയിൽ തുടക്ക സ്ഥാനത്തു നിന്നും അവസാനസ്ഥാനത്തേക്കായിരിക്കും. ഇത് ഒരു സദിശ അളവാണ്. ചിത്രം 2.26 ൽ നിന്നും ദൂരം, സ്ഥാനാന്തരത്തിന്റെ വ്യത്യാസം വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും.



ചിത്രം 2.26 ദൂരവും സ്ഥാനാന്തരവും

ഉദാഹരണം 2.15

നിങ്ങളുടെ വീട്ടിൽ നിന്ന് 2 km ദൂരത്തിലാണ് നിങ്ങളുടെ വിദ്യാലയം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് എന്ന് കരുതുക നിങ്ങൾ രാവിലെ സ്കൂളിൽ പോകുന്നു. വൈകുന്നേരം തിരിച്ച് വീട്ടിലെത്തുന്നു. ഈ യാത്രയിൽ നിങ്ങൾ സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും സ്ഥാനാന്തരണവും എത്രയാണ്?

ഉത്തരം



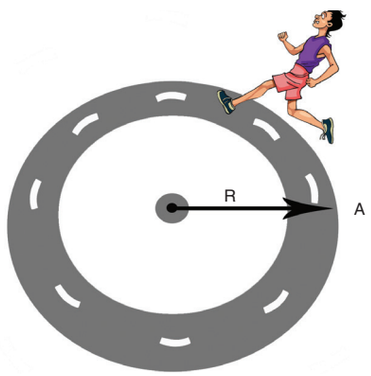
ഈ യാത്രയിൽ സഞ്ചരിച്ച സ്ഥാനാന്തരം ശൂന്യമാണ്. എന്തെന്നാൽ ആദ്യസ്ഥാനവും അവസാന സ്ഥാനവും ഒന്നാണ്.

പക്ഷേ സഞ്ചരിച്ച ആകെ ദൂരം 4 km ആണ്.

ഉദാഹരണം 2.16

50 m ആരം കൊണ്ട വൃത്താകൃതിയിലുള്ള പാതയിൽക്കൂടി ഒരു അത്ലറ്റ് മൂന്നു പ്രാവശ്യം ചുറ്റി വരുന്നു. അയാൾ സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും, സ്ഥാനാന്തരണവും കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം



അത്ലറ്റ് സഞ്ചരിച്ച ദൂരം =3x വൃത്തത്തിന്റെ പാത (ചുറ്റളവ്)

$$\text{ദൂരം} = 3 \times 2\pi \times 50\ m$$
$$= 300\pi\ m \quad \text{(അല്ലെങ്കിൽ)}$$
$$\text{ദൂരം} \approx 300 \text{ x } 3.14 \approx 942\ m$$

സ്ഥാനാന്തരണം ശൂന്യമാണ്, എന്തെന്നാൽ അത് മൂന്നു പ്രാവശ്യം ഒരേ ബിന്ദുവിലാണ് എത്തിച്ചേർന്നത്.

2.7.1 കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്കവ്യവസ്ഥയിൽ സ്ഥാനാന്തരണ സദിശം

സ്ഥാന സദിശങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സ്ഥാനാന്തരണ സദിശങ്ങളെ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു കണിക P_1 ബിന്ദുവിൽ നിന്നും P_2 ബിന്ദുവിലേക്ക്

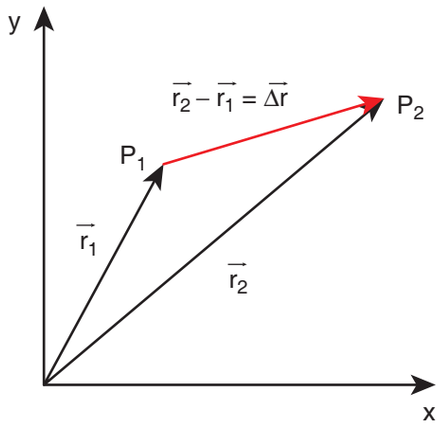
XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 60 21-07-2022 13:12:53

സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കരുതുക. അവയുടെ സ്ഥാന സദിശങ്ങൾ യഥാക്രമം $\vec{r}_1 = x_1\hat{i} + y_1\hat{j} + z_1\hat{k}$, $\vec{r}_2 = x_2\hat{i} + y_2\hat{j} + z_2\hat{k}$ ആണ്.

അപ്പോൾ കണികയുടെ സ്ഥാനാന്തരം

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$
$$= (x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} + (z_2 - z_1)\hat{k}.$$

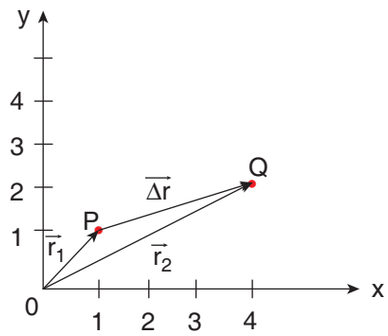
സ്ഥാനാന്തരണത്തെ ചിത്രം 2.27 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.27 സ്ഥാനാന്തര സദിശം

ഉദാഹരണം 2.17

ഒരു കണിക P എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് Q എന്ന ബിന്ദുവിലേക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്നത് താഴെ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ സ്ഥാനാന്തരണസദിശം കണ്ടെത്തുക. കൂടാതെ സ്ഥാനാന്തരണത്തിന്റെ അളവും (പരിമാണം) കണ്ടെത്തുക.



ഉത്തരം

സ്ഥാനാന്തര വെക്റ്റർ $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$,

$\vec{r}_1 = \hat{i} + \hat{j}$ യും $\vec{r}_2 = 4\hat{i} + 2\hat{j}$

$\therefore \Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (4\hat{i} + 2\hat{j}) - (\hat{i} + \hat{j})$

$= (4-1)\hat{i} + (2-1)\hat{j}$

$\therefore \Delta\vec{r} = 3\hat{i} + \hat{j}$

സ്ഥാനാന്തര വെക്റ്ററിന്റെ പരിമാണം $\Delta r = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10}$ യൂണിറ്റ്.

കുറിപ്പ്

(1) ഒരു നിശ്ചിത സമയത്ത് ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം നെഗറ്റീവോ ശൂന്യമോ ആവില്ല. അത് എപ്പോഴും പോസിറ്റീവാണ്.

(2) ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം ഒരു നിശ്ചിത സമയത്ത് പോസിറ്റീവോ, ശൂന്യമോ നെഗറ്റീവോ ആകാം.

(3) ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം അവ സഞ്ചരിച്ച ദൂരത്തേക്കാൾ തുല്യമോ, കുറവോ ആകാം പക്ഷേ ഒരിക്കലും സഞ്ചരിച്ച ദൂരത്തേക്കാൾ കൂടുതലാകില്ല.

(4) ഒരു വസ്തുവിന്റെ രണ്ട് സ്ഥാനങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ദൂരത്തിന് നിരവധി വിലകളുണ്ട് എന്നാൽ അവയ്ക്കിടയിലെ സ്ഥാനാന്തരണത്തിന് ഒരേ ഒരു മൂല്യമേയുള്ളൂ (പരിമാണത്തിൽ).

2.8 അവകലന ഗണിതം

ഫലനങ്ങളുടെ ആശയം

1) ഏതൊരു ഭൗതിക അളവിനെയും ഗണിതത്തിൽ ഫലനങ്ങളായിട്ട് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് താപനില എടുക്കുകയാണെങ്കിൽ, നമുക്ക് ചുറ്റുമുള്ള താപനില ദിവസം മുഴുവൻ മാറികൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്ന് നമുക്കറിയാം. ഇത് ഉച്ചവരെ വർദ്ധിക്കുകയും വൈകുന്നേരം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 61 21-07-2022 13:12:55

എല്ലാ സമയവും താപനില T ക്ക് ഒരു അദ്വിതീയ മൂല്യമുണ്ട് T(t) എന്നു എഴുതാം. കൂടാതെ താപനിലയെ സമയത്തിന്റെ ഫലനം എന്നും വിശേഷിപ്പിക്കാം. ഇതിൽ നിന്നും നമുക്ക് മനസ്സിലാകുന്നത് സമയം 't' യുടെ മൂല്യം തരുകയാണെങ്കിൽ അതേ സമയത്തുള്ള താപ നിലയുടെ ഫലനമൂല്യം T(t) ആണ്. അതുപോലെ x ദിശയിൽ ചലിക്കുന്ന ബസിന്റെ സ്ഥാനത്തെ x(t) എന്ന് പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ഇതിനെസമയത്തിന്റെ ഫലനമായി കാണാം. ഇവിടെ x എന്നത് x അക്ഷമാണ്.

ഉദാഹരണം

$f(x) = x^2$ എന്ന ഫലനത്തെ പരിഗണിക്കുക. ചില സമയങ്ങളിൽ $y = x^2$ എന്നും പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ഇവിടെ y എന്നത് ആശ്രിത വേരിയബിളും x എന്നത് സ്വതന്ത്ര വേരിയബിളുമാണ്. ഇതിൽ നിന്നും നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നത് x ന്റെ മൂല്യം മാറുമ്പോഴൊക്കെ y യും മാറുന്നതാണ്. ഭൗതിക അളവിനെ ഒരു ഫലനത്തിൽ പ്രതിനിധീകരിച്ച ശേഷം ആ ഫലനത്തിന് സമയത്തിനനുസരിച്ചുള്ള വ്യതിയാനം അല്ലെങ്കിൽ ഭൗതിക അളവ് സ്വതന്ത്ര വേരിയബിളിനനുസരിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനം എന്നതിനെ കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാം. ഭൗതിക അളവിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റത്തെ കുറിച്ച് അവലോകനം ചെയ്യുന്ന ഗണിതശാസ്ത്രത്തിന്റെ ശാഖയാണ് കാൽക്കുലസ്.

$y = f(x)$ ഒരു ഫലനത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുകയാണെങ്കിൽ dy/dx എന്നത് y യുടെ x അനുസരിച്ചുള്ള ആനുമാനികം ആണ്. ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി ഇത് x ന്റെ വ്യത്യസ്ത മൂല്യങ്ങൾക്ക് y ൽ ഏർപ്പെടുന്ന വ്യതിയാനത്തെയാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

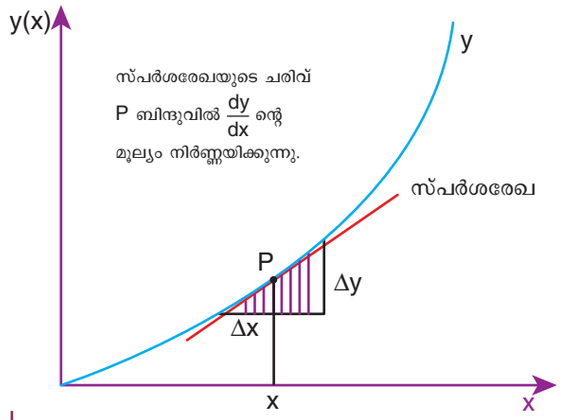
ഗണിതശാസ്ത്രപരമായി dy/dx ആനുമാനികത്തെ ഇപ്രകാരം നിർവചിക്കാവുന്നതാണ്.

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{y(x+\Delta x) - y(x)}{\Delta x}$$

$$= \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$\frac{dy}{dx}$ എന്ന അനുപാതത്തിലെ Δx പൂജ്യത്തിനടുത്തെത്തുമ്പോളുള്ള പരിധിയെ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ എന്നാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

ഗ്രാഫിക്കൽ രീതിയിൽ ഇതിനെ ചിത്രം 2.28 ൽ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.28 ഫലനത്തിന്റെ ആനുമാനികം

ഉദാഹരണം 2.18

$y = x^2$. എന്ന ഫലനത്തെ കരുതുക. പരിധിയുടെ ആശയത്തെ ഉപയോഗിച്ച് $x = 2$ എന്ന ബിന്ദുവിൽ അതിന്റെ ആനുമാനികം $\frac{dy}{dx}$ നെ കണക്കിടുക.

ഉത്തരം

താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള പ്രകാരം രണ്ട് ബിന്ദുക്കളെ കരുതുക

$x_1 = 2, x_2 = 3$, എങ്കിൽ $y_1 = 4, y_2 = 9$

ഇവിടെ $\Delta x = 1$, $\Delta y = 5$

എങ്കിൽ

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{9-4}{3-2} = 5$$

$x_1 = 2$, $x_2 = 2.5$, 3എടുക്കുകയാണെങ്കിൽ $y_1 = 4, y_2 = (2.5)^2 = 6.25$

ഇവിടെ $\Delta x = 0.5 = \frac{1}{2}, \Delta y = 2.25$

എങ്കിൽ

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{6.25-4}{0.5} = 4.5$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 62 21-07-2022 13:12:57

$x_1 = 2$, $x_2 = 2.25$, എടുക്കുകയാണെങ്കിൽ $y_1 = 4$, $y_2 = 5.0625$

ഇവിടെ $\Delta x = 0.25 = \frac{1}{4}$, $\Delta y = 1.0625$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{5.0625 - 4}{0.25} = \frac{(5.0625 - 4)}{\frac{1}{4}}$$
$$= 4(5.0625 - 4) = 4.25$$

$x_1 = 2$, $x_2 = 2.1$, എടുക്കുകയാണെങ്കിൽ $y_1 = 4$, $y_2 = 4.41$

ഇവിടെ $\Delta x = 0.1 = \frac{1}{10}$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(4.41 - 4)}{\frac{1}{10}} = 10(4.41 - 4) = 4.1$$

ഇതിന്റെ ഫലങ്ങൾ താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പട്ടികയിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു:

x_1	x_2	Δx	y_1	y_2	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$
2	2.25	0.25	4	5.0625	4.25
2	2.1	0.1	4	4.41	4.1
2	2.01	0.01	4	4.0401	4.01
2	2.001	0.001	4	4.004001	4.001
2	2.0001	0.0001	4	4.00040001	4.0001

മുകളിൽപ്പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന പട്ടികയിൽ നിന്ന് ഇപ്രകാരമുള്ള അനുമാനങ്ങളിലെത്താം.

- Δx പൂജ്യത്തിനടുത്തെത്തുമ്പോൾ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ ന്റെ അളവ് 4 എന്ന സംഖ്യാ പരിധിയെ സമീപിക്കുന്നു.
- $x = 2$ എന്ന ബിന്ദുവിൽ, ആനുമാനികം $\frac{dy}{dx} = 4$ ആണ്
- മറ്റൊരു കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടത് എന്തെന്നാൽ $\Delta x \to 0$ എന്നത് $\Delta x = 0$ എന്ന് അർത്ഥമാക്കേണ്ടതില്ല.

എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ $\Delta x = 0$, എന്നതിനെ പ്രതിനിധീകരിച്ചാൽ $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ എന്നത് നിർണ്ണയാതീതമാണ്.

സാധാരണയായി ഫലനം $y = x^2$, ന്റെ ആനുമാനികത്തെ താഴെ കാണുന്ന പ്രകാരം കണ്ടു പിടിക്കാം:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(x + \Delta x)^2 - x^2}{\Delta x} = \frac{x^2 + 2x\Delta x + \Delta x^2 - x^2}{\Delta x}$$
$$= \frac{2x\Delta x + \Delta x^2}{\Delta x} = 2x + \Delta x$$
$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0} 2x + \Delta x = 2x$$

താഴെ പട്ടികയിൽ തന്നിരിക്കുന്നത് ഫലനങ്ങളുടെ ആനുമാനികങ്ങളുടെ പ്രാഥമിക സൂത്രവാക്യങ്ങളാണ്.

ഫലനങ്ങൾ	ആനുമാനികം
$y = x$	$dy/dx = 1$
$y = x^2$	$dy/dx = 2x$
$y = x^3$	$dy/dx = 3x^2$
$y = x^n$	$dy/dx = nx^{n-1}$
$y = \sin x$	$dy/dx = \cos x$
$y = \cos x$	$dy/dx = -\sin x$
$y =$ സ്ഥായി	$dy/dx = 0$
$y = AB$	$\frac{dy}{dx} = A\left(\frac{dB}{dx}\right) + \left(\frac{dA}{dx}\right)B$

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രവേഗം, വേഗം, ത്വരണം എന്നിവ സമയത്തിന്റെ ആനുമാനികങ്ങളാണ്. ഇവയെ കുറിച്ച് അടുത്ത ഭാഗത്ത് പഠിക്കാം.

ഉദാഹരണം 2.19

തന്നിരിക്കുന്ന ഫലനം $x = A_0 + A_1 t + A_2 t^2$ ന്റെ ആനുമാനികതയെ സമയം t നെ അടിസ്ഥാനമാക്കി കണക്കിടുക. ഇവിടെ A_0, A_1, A_2 എന്നിവ സ്ഥായിയാണ്.

ഉത്തരം

ഇവിടെ 'x' എന്നത് ആശ്രിത വേരിയബിളും 't' എന്നത് സ്വതന്ത്ര വേരിയബിളുമാണ്.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 63 21-07-2022 13:13:00

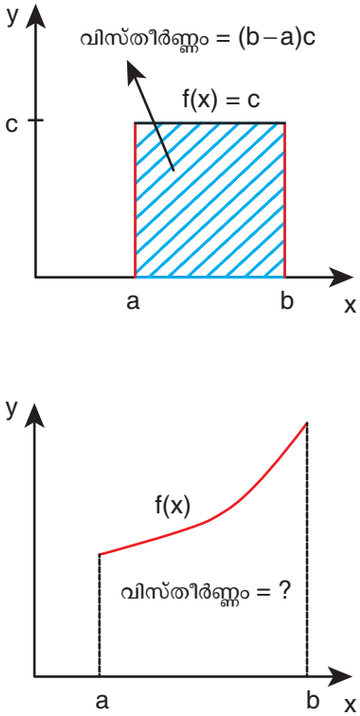
നമുക്ക് ആവശ്യമായ ആനുമാനികം $dx/dt = 0 + A_1 + 2A_2t$

ദ്വിതീയ ആനുമാനികം $d^2x/dt^2 = 2A_2$

2.9 സമാകലന കാൽക്കുലസ്

സമാകലനം എന്നത് വിസ്തീർണ്ണം കാണാനുള്ള ഒരു പ്രക്രിയയാണ് ലളിതമായ ജ്യാമിതീയ ചിത്രങ്ങളുടെ വിസ്തീർണ്ണം എളുപ്പത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കാം. പക്ഷേ ക്രമരഹിതമായ ചിത്രങ്ങളുടെ വിസ്തീർണ്ണത്തെ സമാകലന രീതി ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്. ഉദാഹരണത്തിന് ദീർഘചതുരത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം. ക്രമരഹിതമായ വക്രരേഖയുടെ വിസ്തീർണ്ണം എന്നിവയെ ഓർക്കുക. ഇവ ചിത്രം 2.29 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ദീർഘചതുരത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം A = നീളം × വീതി = (b−a) c

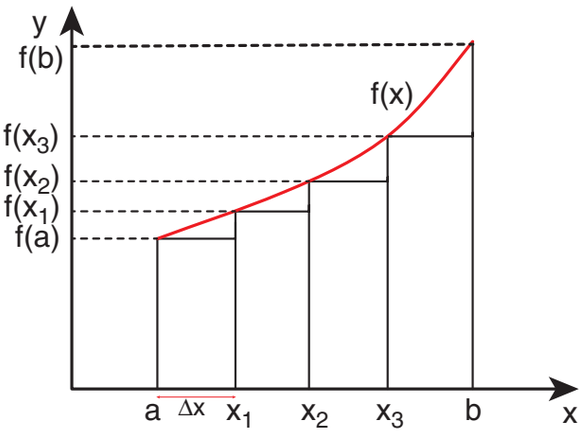


ചിത്രം 2.29 ദീർഘചതുരത്തിന്റെയും ക്രമരഹിത വക്രരേഖയുടെയും വിസ്തീർണ്ണം

പക്ഷേ ക്രമരഹിതമായ വക്രരേഖയുടെ വിസ്തീർണ്ണം എന്നത് f(x), ആണ്. ചിത്രം 2.30 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ വിസ്തീർണ്ണത്തെ ചെറിയ ദീർഘ ഖണ്ഡങ്ങളായി വിഭജിക്കുന്നു.

ഈ വക്രരേഖയുടെ ഉള്ളിലുള്ള മുഴുവൻ വിസ്തീർണ്ണം എന്നത് എല്ലാ ദീർഘഖണ്ഡങ്ങളുടെ വിസ്തീർണ്ണത്തിന്റെ ആകെ തുകയ്ക്ക് ഏകദേശം തുല്യമാണ്.

$$A \approx f(a)\Delta x + f(x_1)\Delta x + f(x_2)\Delta x + f(x_3)\Delta x$$



ചിത്രം 2.30 ദീർഘഖണ്ഡങ്ങളുപയോഗിച്ച് വക്രരേഖയുടെ താഴെയുള്ള വിസ്തീർണ്ണം

ഇവിടെ $f(a)$ എന്നത് x = a, യിൽ $f(x)$ ന്റെ മൂല്യമാണ്. കൂടാതെ $f(x_1)$ എന്നത് $x = x_1$ എന്ന നിലയിൽ $f(x)$ ന്റെ മൂല്യമാണ്. ഇതു പോലെയാണ് ബാക്കിയുള്ള മൂല്യങ്ങളെ കണക്കാക്കേണ്ടത്

ദീർഘഖണ്ഡങ്ങളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിപ്പിക്കുമ്പോൾ വിസ്തീർണ്ണത്തിന്റെ അളവും തുല്യമായിരിക്കും. വക്രരേഖയുടെ കീഴിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണം N ദീർഘഖണ്ഡങ്ങളായി വിഭജിക്കുമ്പോൾ, വക്രരേഖയുടെ ഉള്ളിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണം ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ് $A = \sum_{n=1}^{N} f(x_n)\Delta x$

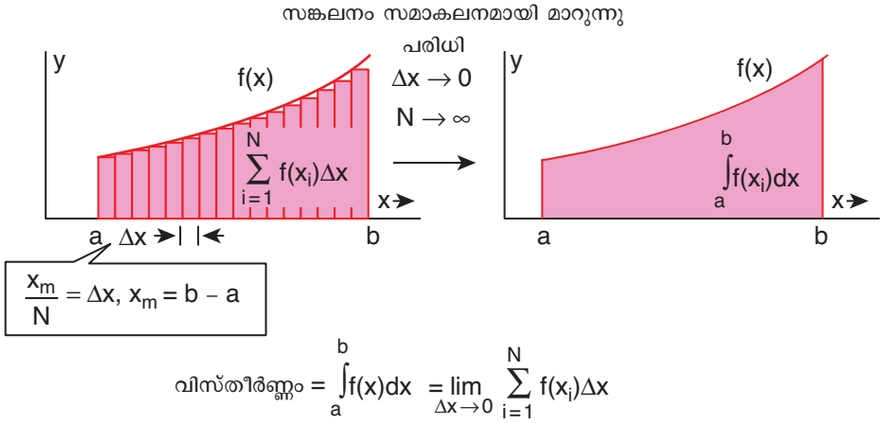
ദീർഘ ഖണ്ഡങ്ങളുടെ എണ്ണങ്ങൾ വിദൂരത്തിലേക്ക് അടുക്കുമ്പോൾ $N \to \infty$, അവയുടെ ആകെ തുക സമാകലനമായി മാറുന്നു,

$$A = \int_a^b f(x)\,dx$$

(കുറിപ്പ്: $N \to \infty$, $\Delta x \to 0$)

ഈ സമാകലനം, വക്രരേഖ f (x) ന്റെ ഉള്ളിലുള്ള മുഴുവൻ വിസ്തീർണ്ണത്തെ തരുന്നതാണ്. ഇത് ചിത്രം 2.31 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 64 21-07-2022 13:13:02



ചിത്രം 2.31 സങ്കലനവും സമാകലനവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം

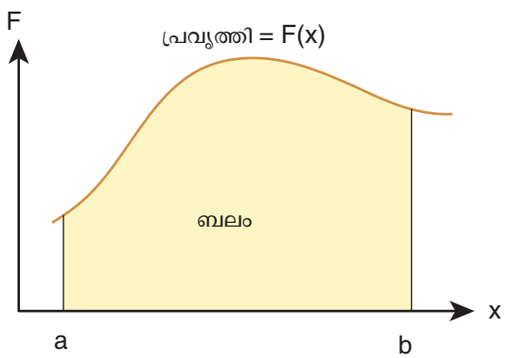
ഉദാഹരണങ്ങൾ

ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിനെ a യിൽ നിന്നും b യിലോട്ട് ഏകമാനത്തിൽ ചലിപ്പിക്കാൻ $F(x)$ എന്ന ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയെ ഇപ്രകാരം കണക്കാക്കാം

$$W = \int_a^b F(x)\,dx$$

(ഇവിടെ അദിശ ഗുണനത്തിന്റെ ആവശ്യമില്ല കാരണം വസ്തു ഏകമാന ചലനത്തിലാണ്)

1) ബലത്താൽചെയ്യുന്നപ്രവൃത്തിഎന്നത്ബലം സ്ഥാനാന്തരണം ഗ്രാഫിന്റെ ഉള്ളിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണമാണ്. ഇതിനെ ചിത്രം 2.32 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

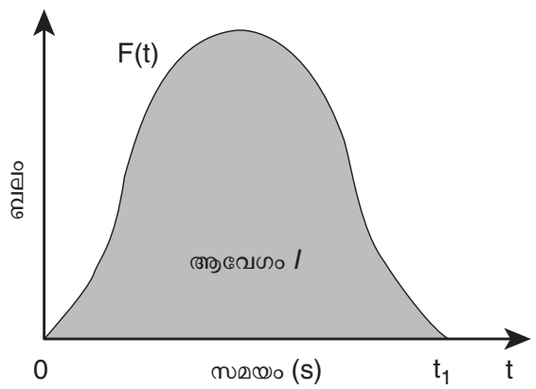


ചിത്രം 2.32 ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി

2) t = 0 മുതൽ t = t_1 വരെയുള്ള സമയ ഇടവേളയിൽ ബലം കൊടുക്കുന്ന ആവേഗത്തെ ഇപ്രകാരം കണക്കാക്കാം.

$$\text{ആവേഗം } I = \int_0^{t_1} F\,dt$$

ബലത്തിന്റെ ഫലനം F (t) യ്ക്കും സമയം t യ്ക്കും ഇടയിലുള്ള ഗ്രാഫിന്റെ വിസ്തീർണ്ണമാണ് ആവേഗം ചിത്രം 2.33 കാണിച്ചിരിക്കുന്നു..



ചിത്രം 2.33 ബലത്തിന്റെ ആവേഗം

ശരാശരി പ്രവേഗം

തുടക്കത്തിൽ P എന്ന ബിന്ദുവിൽ ഒരു വസ്തു ഉണ്ടെന്ന് കരുതുക. ഇതിന്റെ സ്ഥാനസദിശം $\vec{r}_1$., Δt സമയ ഇടവേളയിൽ വസ്തു Q വിലെത്തുന്നു. ഇതിന്റെ സ്ഥാനസദിശം $\vec{r}_2$. ആണ് വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണ സദിശം $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$. ഇതിനെ ചിത്രം 2.34 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

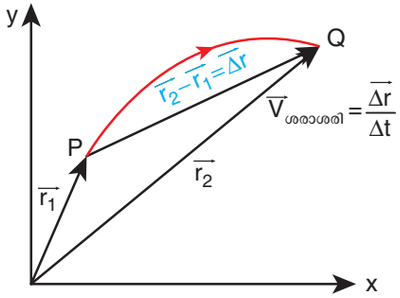
XI Std Physics Chapter-2 (Part-1) Vol-1 Malayalam.indd 65 21-07-2022 13:13:04

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ശരാശരി പ്രവേഗം സ്ഥാനാന്തരണത്തിന്റെയും അനുബന്ധസമായ ഇടവേളയുടെയും അനുപാതമാണ്

$$\vec{v}_{\text{ശരാശരി}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}.$$

ഇത് ഒരു സദിശ അളവാണ്. ശരാശരി പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ സ്ഥാനാന്തരണ സദിശത്തിന്റെ $(\Delta_{,}\vec{r})$ ദിശയിലായിരിക്കും.

ഇതിനെയും 2.34 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.34 ശരാശരി പ്രയോഗം

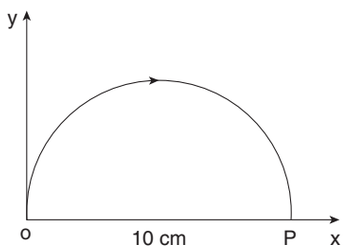
ശരാശരി വേഗം

ശരാശരി വേഗത്തെ ആകെ സഞ്ചരിച്ച പാതദൈർഘ്യത്തിനെ ചലനം സംഭവിക്കുന്നതിനിടയിൽ എടുത്ത ആകെ സമയം കൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നതായി നിർവചിക്കാം. അതായത്.

ശരാശരി വേഗത = ആകെ പാതദൈർഘ്യം / ആകെ സമയപരിധി

ഉദാഹരണം 2.20

ഒരു വസ്തു അർദ്ധവൃത്താകൃതിയിലുള്ള പാതയിലൂടെ 5 സെക്കന്റിൽ O എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് P എന്ന ബിന്ദുവിലേക്ക് എത്തുന്നതിനെ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വസ്തുവിന്റെ ശരാശരി പ്രവേഗവും, ശരാശരി വേഗതയും കണക്കാക്കുക.



ഉത്തരം

ശരാശരി പ്രവേഗത $\vec{v}_{\text{ശരാശരി}} = \dfrac{\vec{r}_P - \vec{r}_O}{\Delta t}$

ഇവിടെ $\Delta t = 5\ s$

$\vec{r}_O = 0, \vec{r}_P = 10\hat{i}$

$$\vec{v}_{avg} = \frac{10\hat{i}\,cm}{5\,s} = 2\hat{i}\,cm\,s^{-1}.$$

ശരാശരി പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ പോസിറ്റീവ് x ദിശയിലാണ് ഉള്ളത്

ശരാശരി വേഗത = ആകെ പാതദൈർഘ്യം / ആകെ സമയപരിധി

$$= \frac{5\pi\,cm}{5\,s} = \pi\,cm\,s^{-1} \approx 3.14\ cm\,s^{-1}$$

ഇവിടെ ശരാശരി വേഗതയുടെ പരിമാണം ശരാശരിപ്രവേഗതയുടെപരിമാണത്തേക്കാൾകൂടുതലാണ് എന്നുള്ളതിനെ മനസ്സിലാക്കേണ്ടതാണ്.

തൽക്ഷണ പ്രവേഗം അല്ലെങ്കിൽ പ്രവേഗം

t എന്നക്ഷണത്തിലുള്ളതൽക്ഷണപ്രവേഗംഅല്ലെങ്കിൽ സാധാരണ രീതിയിൽ t ക്ഷണത്തിലുള്ള പ്രവേഗം എന്നത് ഇടവേള $\Delta t \to 0$, ൽ വസ്തുവിന്റെ ശരാശരി പ്രവേഗത്തെ തൽക്ഷണ പ്രവേഗം എന്നു നിർവചിക്കുന്നു.

മറ്റൊരുതരത്തിൽപറഞ്ഞാൽപ്രവേഗംഎന്നത് സ്ഥാനസദിശങ്ങളുടെ മാറ്റത്തെ സമയ ഇടവേള കൊണ്ട് ഭാഗിക്കുന്നതിനു തുല്യമാണ്.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

ഘടകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രവേഗം

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}\right)$$
$$= \frac{dx}{dt}\hat{i} + \frac{dy}{dt}\hat{j} + \frac{dz}{dt}\hat{k}.$$

ഇവിടെ $\dfrac{dx}{dt} = v_x = x -$ ഘടകത്തിലെ പ്രവേഗം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 66 21-07-2022 13:47:58

$$\frac{dy}{dt} = v_y = y - \text{ഘടകത്തിലെ പ്രവേഗം}$$

$$\frac{dz}{dt} = v_z = z - \text{ഘടകത്തിലെ പ്രവേഗം}$$

പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണത്തെ വേഗം എന്നു വിളിക്കുന്നു. അതിനെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}.$$

വേഗം എപ്പോഴും പോസിറ്റീവ് അദിശമാണ്. വേഗത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് മീറ്റർ പെർ സെക്കന്റ്.

ഉദാഹരണം 2.21

ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാന വെക്റ്റർ
$\vec{r} = 2t\,\hat{i} + 3\,t^2\,\hat{j} - 5\,\hat{k}$.

a) t ക്ഷണത്തിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തെയും വേഗത്തെയും കണക്കാക്കുക

b) $t = 2$ സെക്കന്റിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തെയും, വേഗത്തെയും കണക്കാക്കുക

ഉത്തരം

പ്രവേഗം $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 2\hat{i} + 6t\hat{j}$

വേഗം $v(t) = \sqrt{2^2 + (6t)^2}\; ms^{-1}$

$t = 2$ s ൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം

$$\vec{v}(2sec) = 2\hat{i} + 12\hat{j}$$

$t = 2$ s ൽ വസ്തുവിന്റെ വേഗം

$$v(2\,s) = \sqrt{2^2 + 12^2} = \sqrt{4 + 144} = \sqrt{148} \approx 12.16\, m\, s^{-1}$$

വസ്തുവിന് x, y ദിശകളിൽ പ്രവേഗത്തിന് ഘടകങ്ങളുണ്ട് z ദിശയിൽ സ്ഥാനവെക്റ്റർ (–5) എന്ന സ്ഥായിയായ മൂല്യമാണുള്ളത് ഇത് സമയത്തിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കില്ല. അതുകൊണ്ട് z-ദിശയിൽ പ്രവേഗത്തിന്റെ ഘടകം ശൂന്യമായിരിക്കും.

ഉദാഹരണം 2.22

A, B, C എന്ന മൂന്നു വസ്തുക്കളുടെ പ്രവേഗത്തിൽ യഥാക്രമം ഇവയിൽ ഏത് വസ്തുവാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത്?

$$\vec{v_A} = 3\hat{i} - 5\hat{j} + 2\hat{k}$$
$$\vec{v_B} = \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$$
$$\vec{v_C} = 5\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$$

ഉത്തരം

വേഗം എന്നത് പ്രവേഗ സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം ആണെന്ന് നമുക്ക് അറിയാം. അതുകൊണ്ട്,

A യുടെ വേഗം $= \left|\vec{v_A}\right| = \sqrt{(3)^2 + (-5)^2 + (2)^2}$
$= \sqrt{9 + 25 + 4} = \sqrt{38}\ \text{m s}^{-1}$

B യുടെ വേഗം $= \left|\vec{v_B}\right| = \sqrt{(1)^2 + (2)^2 + (3)^2}$
$= \sqrt{1 + 4 + 9} = \sqrt{14}\ \text{m s}^{-1}$

Cയുടെ വേഗം $= \left|\vec{v_C}\right| = \sqrt{(5)^2 + (3)^2 + (4)^2}$
$= \sqrt{25 + 9 + 16} = \sqrt{50}\ \text{m s}^{-1}$

വസ്തു C യാണ് ഏറ്റവും കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത്.

$$\sqrt{50} > \sqrt{38} > \sqrt{14}$$

ഉദാഹരണം 2.23

രണ്ടു കാറുകൾ യഥാക്രമം അവയുടെ പ്രവേഗങ്ങൾ $\vec{v}_1 = 10\, m\, s^{-1}$ കിഴക്കു ദിശയിലും $\vec{v}_2 = 10\, m\, s^{-1}$ പടിഞ്ഞാറു ദിശയിലും സഞ്ചരിക്കുന്നു. അവയുടെ വേഗത്തെ കണക്കാക്കുക ?

ഉത്തരം

രണ്ടു കാറുകൾക്കും പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണങ്ങൾ സമമാണ്. പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ എതിർദിശയായിരുന്നാലും അവയുടെ വേഗത സമമാണ് എന്ന്

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 67 21-07-2022 13:48:02

മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു വസ്തുവിന്റെ വേഗത അവ സഞ്ചരിക്കുന്ന ദിശയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കില്ല.



സ്പീഡോമീറ്റർ

ആക്കം

ഒരു വസ്തുവിന്റെ മാസും പ്രവേഗവും തമ്മിലുള്ള ഗുണനഫലത്തെ ആക്കം എന്നു നിർവചിക്കുന്നു. ആക്കത്തെ '$\vec{p}$' എന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ആക്കം എന്നത് ഒരു സദിശ അളവാണ്.

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

ആക്കത്തിന്റെ ദിശ പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും. ആക്കത്തിന്റെ പരിമാണം മാസിന്റെയും പ്രവേഗത്തിന്റെയും ഗുണനഫലത്തിന് തുല്യമാണ്.

$$p = mv$$

ഘടകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആക്കത്തിനെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$p_x\hat{i} + p_y\hat{j} + p_z\hat{k} = mv_x\hat{i} + mv_y\hat{j} + mv_z\hat{k}$$

ഇവിടെ p_x = ആക്കത്തിന്റെ x ഘടകം ഇത് mv_x സമം

p_y = ആക്കത്തിന്റെ y ഘടകം ഇത് mv_y ന് സമം

p_z = ആക്കത്തിന്റെ z ഘടകം ഇത് mv_z ന് സമം

ന്യൂട്ടന്റെ ചലന നിയമങ്ങളിൽ ആക്കം വഹിക്കുന്ന പങ്ക് വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഉദാഹരണത്തിൽ നിന്ന് ആക്കത്തിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെ മനസ്സിലാക്കാം.

ഒരു പൂമ്പാറ്റ ഒരു കല്ല് എന്നിവ രണ്ടും $5\ m\ s^{-1}$ എന്ന പ്രവേഗത്തിൽ നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ ഇടിക്കുകയാണെന്ന് സങ്കൽപിക്കുക. അവയുടെ ഫലങ്ങൾ തുല്യമായിരിക്കില്ല. എന്തെന്നാൽ കൂട്ടിയിടികളുടെ ഫലങ്ങൾ പ്രവേഗത്തിനെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കില്ല, അതിന്റെ മാസിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. കല്ലിന്റെ മാസ് പൂമ്പാറ്റയുടെ മാസിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. അതുകൊണ്ട് കല്ലിന്റെ ആക്കമാണ് പൂമ്പാറ്റയുടെ ആക്കത്തിനേക്കാളും കൂടുതൽ ചലനത്തിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ആക്കം എന്ന സിദ്ധാന്തം വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു.

ആക്കത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് $kg\ m\ s^{-1}$ ആണ്.

ഉദാഹരണം 2.24

10 g, 1 kg മാസ്സുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ $10\ m\ s^{-1}$ എന്ന തുല്യവേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. ഇവയുടെ ആക്കത്തിന്റെ പരിമാണത്തെ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം

$p = mv$

10 g, മാസ്സുള്ള വസ്തുവിന്റെ ആക്കം = 0.01 kg

$$p = 0.01 \times 10 = 0.1\ kg\ m\ s^{-1}$$

1 kg മാസ്സുള്ള വസ്തുവിന്റെ ആക്കം

$$p = 1 \times 10 = 10\ kg\ m\ s^{-1}$$

രണ്ടു വസ്തുക്കളും സമവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചാലും ഭാരം കൂടിയ വസ്തുവിന്റെ ആക്കം ഭാരം കുറഞ്ഞ വസ്തുവിന്റെ ആക്കത്തെക്കളും 100 മടങ്ങ് അധികം എന്നതിനെ ഈ ഉദാഹരണത്തിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം.

2.10 ഏകമാന ചലനം

2.10.1 ശരാശരി പ്രവേഗം

ഒരു വസ്തു ഏകമാനത്തിൽ ചലിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. ഉദാഹരണമായി പറഞ്ഞാൽ x ദിശയിൽ ചലിക്കുന്നു എന്നിരിക്കട്ടെ, എങ്കിൽ

$$\text{ശരാശരി പ്രവേഗം} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}.$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 68 21-07-2022 13:48:03

ശരാശരി പ്രവേഗം ഒരു സദിശ അളവാണ്. പക്ഷേ നേർരേഖാ ചലനത്തിന് സദിശത്തിന്റെ ദിശാസൂചകമായിട്ട് '+' അല്ലെങ്കിൽ '-' അടയാളങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

തൽക്ഷണ പ്രവേഗം അല്ലെങ്കിൽ പ്രവേഗത്തെ ഇപ്രകാരം നിർവചിക്കാം

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

ഗ്രാഫിക്കൽ രീതിയിൽ സ്ഥാന സമയ രേഖാ ചിത്രത്തിന്റെ ചരിവ് വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തെ നിർണ്ണയിക്കുന്നു. അതേസമയം പ്രവേഗം സമയ രേഖാ ചിത്രമാണെങ്കിൽ രേഖാ ചിത്രത്തിന്റെ വക്രരേഖയുടെ ഉള്ളിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണത്തിൽ നിന്നും വസ്തുവിന്റെ ദൂരത്തെയും സ്ഥാനാന്തരണത്തെയും നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണ്. ഇത് ചുവടെ വിശദീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

പ്രവേഗം $\frac{dx}{dt} = v.$

ഇതിനെ ഇപ്രകാരവും എഴുതാം $dx = vdt$

രണ്ടു വശങ്ങളും സമാകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത് $\int_{x_1}^{x_2} dx = \int_{t_1}^{t_2} v\, dt.$

സമാകലനം എന്നത് വക്രരേഖയുടെ ഉള്ളിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണത്തിന് സമമാണ് എന്നത് കഴിഞ്ഞ വിഭാഗത്തിൽ പഠിച്ചുവല്ലോ. അതുകൊണ്ട് $\int_{t_1}^{t_2} v\, dt$ എന്ന പദം, പ്രവേഗം, സമയത്തിന്റെ ഫലനമായിരിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വക്രരേഖയുടെ ഉള്ളിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഇടതുവശത്തുള്ള സമാകലനം t_1 സമയം തൊട്ട് t_2, സമയം വരെ വസ്തു സഞ്ചരിച്ച സ്ഥാനാന്തരണത്തെയാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പ്രവേഗം സമയ ഗ്രാഫിന്റെ ഉള്ളിലുള്ള വിസ്തീർണ്ണം സ്ഥാനാന്തരണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വിസ്തീർണ്ണം നെഗറ്റീവ് ആയിരുന്നാൽ സ്ഥാനാന്തരവും നെഗറ്റീവാണ്. അതുകൊണ്ട് വസ്തു നെഗറ്റീവ് ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇത് ചിത്രം 2.35 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 2.25

ഒരു വസ്തു x-അക്ഷങ്ങളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. അങ്ങനെ അത് സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ x അക്ഷം സമയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ $x = 2 - 5t + 6t^2$ എന്ന സമവാക്യത്തിനനുസരിച്ച് മാറുന്നു എങ്കിൽ എന്താണ് വസ്തുവിന്റെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം?

ഉത്തരം

$$x = 2 - 5t + 6t^2$$

പ്രവേഗം, $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(2 - 5t + 6t^2)$

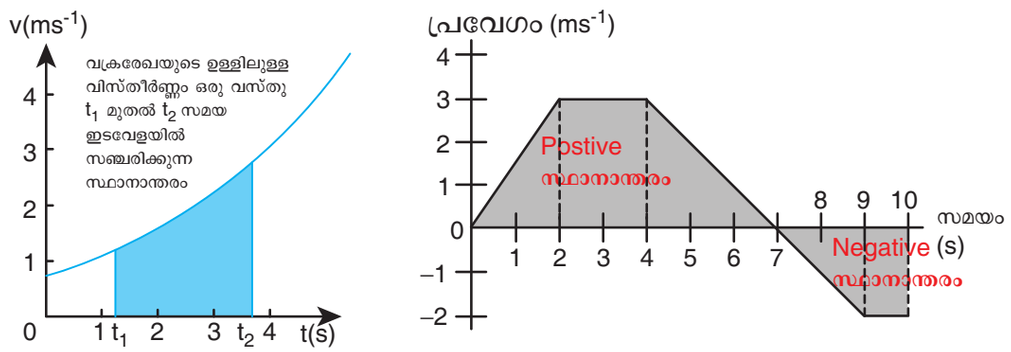
$$v = -5 + 12t$$

പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിന്, $t = 0$

$\therefore$ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം $= -5 \text{ms}^{-1}$

ഇവിടെ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ t = 0 വിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം നെഗറ്റീവ് x ദിശയിലാണ്.

ശരാശരി വേഗം = ആകെ പാതദൈർഘ്യം / ആകെ സമയപരിധി



ചിത്രം 2.35 പ്രവേഗം സമയ ഗ്രാഫിൽ സ്ഥാനാന്തരണം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 69 21-07-2022 13:48:06

2.10.2 ഏകമാനം കൂടാതെ ദിമാന ചലനത്തിൽ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം

A, B എന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾ വ്യത്യസ്ത പ്രവേഗങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക, എങ്കിൽ B വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ പ്രവേഗം എന്നത് B വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

നില 1

സമപ്രവേഗങ്ങൾ യഥാക്രമം V_A, V_B, ഉള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ(A,B എന്നിവ)ഏകമാനത്തിൽസഞ്ചരിക്കുന്നതായി പരിഗണിക്കുക. $\vec{V}_A$, $\vec{V}_B$ എന്നത് തറനിരപ്പുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രവേഗങ്ങളാണ്. ഇവ ഒരേ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

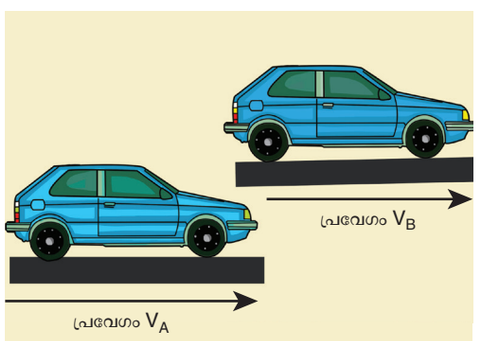
A എന്ന വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് Bയുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം $\vec{V}_{AB} = \vec{V}_A - \vec{V}_B$

B എന്ന വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം $\vec{V}_{BA} = \vec{V}_B - \vec{V}_A$

രണ്ടു വസ്തുക്കൾ ഒരേ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ഒരു വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിന്റെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണം ആ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ പ്രവേഗങ്ങളുടെ പരിമാണത്തിന്റെ വ്യത്യാസത്തിന് തുല്യമാണ്.

ഉദാഹരണം 2.26

A, B എന്ന രണ്ടു കാറുകൾ സമാന്തര ട്രാക്കിൽ ഒരേ ദിശയിൽ തറയെ അപേക്ഷിച്ച് സമ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. A, B കാറുകൾ കിഴക്കോട്ട് യഥാക്രമം 35 km h^{-1}, 40 km h^{-1} വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നു എങ്കിൽ B വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് A എന്ന വസ്തുവിന്റെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം എന്ത്?



ഉത്തരം

A യെ അപേക്ഷിച്ച് B യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം, $\vec{v}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A = 5$ km h^{-1} കിഴക്കു ദിശയിൽ

ഇതുപോലെ B യെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം, $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B = 5$ km h^{-1} പടിഞ്ഞാറ് ദിശയിൽ.

A കാറിലിരിക്കുന്നയാത്രക്കാരന്B കാറ്കിഴക്കു ദിശയിൽ 5 km h^{-1} വേഗത്തിലാണെന്ന് തോന്നും. അതേപോല B കാറിലിരിക്കുന്ന യാത്രക്കാരന് A കാറ് പടിഞ്ഞാറു ദിശയിൽ 5 km h^{-1} വേഗത്തിലാണെന്ന് തോന്നും

നില 2

A, B എന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾ V_A, V_B എന്ന പ്രവേഗങ്ങളിൽ പരസ്പരം വിപരീത ദിശയിൽ രേഖീയ പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക



B യെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം

$$\vec{V}_{AB} = \vec{V}_A - (-\vec{V}_B) = \vec{V}_A + \vec{V}_B$$

A യെ അപേക്ഷിച്ച് B യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം

$$\vec{V}_{BA} = -\vec{V}_B - \vec{V}_A = -(\vec{V}_A + \vec{V}_B)$$

രണ്ടു വസ്തുക്കൾ വിപരീത ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുകയാണെങ്കിൽ, അവയുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണം എന്നത് അവയുടെ പ്രവേഗങ്ങളുടെ പരിമാണത്തിന്റെ ആകെ തുകയ്ക്ക് തുല്യമാണ്.

നില 3

$\vec{v}_A$, $\vec{v}_B$ പ്രവേഗത്തിൽ രണ്ടു വസ്തുക്കൾ θ കോണളവിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ.

B യെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം, $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 70 21-07-2022 13:48:07

ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണവും, ദിശയും താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്നു $v_{AB} = \sqrt{v_A^2 + v_B^2 - 2 v_A v_B \cos\theta}$

കൂടാതെ $\tan \beta = \dfrac{v_B \sin\theta}{v_A - v_B \cos\theta}$ (ഇവിടെ β $\vec{v}_{AB}$ യ്ക്കും $\vec{v}_B$ യ്ക്കും ഇടയിലുള്ള കോണളവ്)

(i) രണ്ടു വസ്തുക്കൾ സമാന്തരമായ നേർരേഖകളിൽ ഒരേ ദിശയി ചലിക്കുമ്പോൾ $\theta = 0°$, എങ്കിൽ,

$v_{AB} = (v_A - v_B)$ കൂടാതെ v_{AB} യുടെ ദിശ $\vec{v}_A$. യുടെ ദിശയിലാണ്. കൂടാതെ $v_{BA} = (v_B - v_A)$ ഇതിന്റെ ദിശ $\vec{v}_B$ യുടെ ദിശയിലാണ്.

(ii) രണ്ടു വസ്തുക്കൾ സമാന്തരമായ നേർരേഖകളിൽ വിപരീത ദിശയിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ $\theta = 180°$, എങ്കിൽ,

$v_{AB} = (v_A + v_B)$ കൂടാതെ v_{AB} യുടെ ദിശ $\vec{v}_A$ യുടെ ദിശയിലാണ്

ഇതുപോലെ $v_{BA} = (v_B + v_A)$ ഇവിടെ v_{BA} യുടെ ദിശ $\vec{v}_B$ യുടെ ദിശയിലാണുള്ളത്.

(iii) രണ്ടു വസ്തുക്കൾ പരസ്പരം ലംബമായി ചലിക്കുമ്പോൾ $\theta = 90°$. B യെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണം $= v_{AB} = \sqrt{v_A^2 + v_B^2}$.

(iv) കുട പിടിച്ചോണ്ട് ഒരു മനുഷ്യൻ തിരശ്ചീന പാതയിൽ $\vec{V}_M$ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്ന് കരുതുക. ലംബമായി പെയ്യുന്ന മഴയുടെ വേഗം $\vec{V}_R$ എന്നാൽ മനുഷ്യനെ അപേക്ഷിച്ച് മഴയുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം, **(ചിത്രം 2.36)**

$$\vec{V}_{RM} = \vec{V}_R - \vec{V}_M$$

കൂടാതെ ഇതിന്റെ പരിമാണം

$$V_{RM} = \sqrt{V_R^2 + V_M^2}$$

കൂടാതെ ദിശ $\theta = \tan^{-1}\left(\dfrac{V_M}{V_R}\right)$ ലംബ പ്രതലത്തിലാണ്. ഇതിനെ ചിത്രം. 2.36 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

അതുകൊണ്ട് മഴ നനയാതിരിക്കാൻ പ്രതലത്തിന് ലംബമായി θ കോണളവിലാണ് ആ മനുഷ്യൻ കുട പിടിക്കേണ്ടത്.

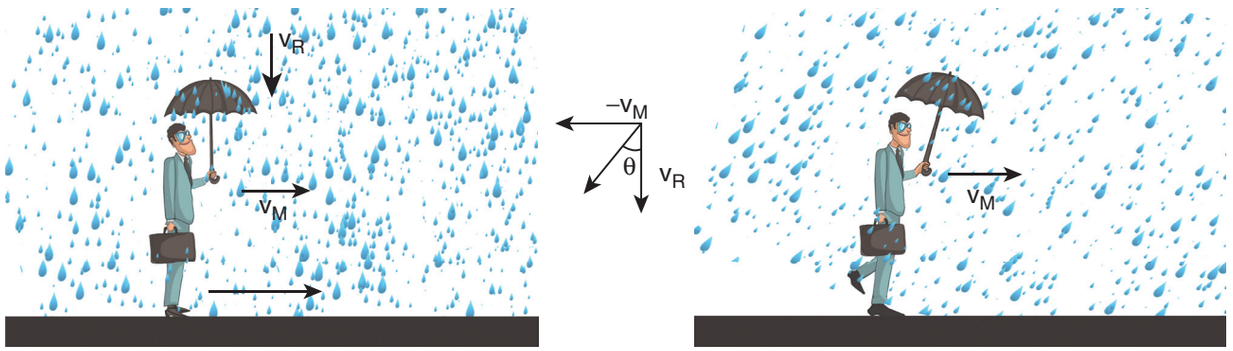
ഉദാഹരണം 2.27

രണ്ടു ട്രെയിനുകൾ A യും B യും സമാന്തര ട്രാക്കുകളിലൂടെ സമ വേഗത്തിൽ വിപരീത ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്ന് കരുതുക. A എന്ന ട്രെയിൻ കിഴക്കോട്ട് 40 km h^{-1} വേഗത്തിലും B എന്ന ട്രെയിൻ പടിഞ്ഞാറോട്ട് 40 km h^{-1} വേഗത്തിലും ചലിക്കുന്നു എങ്കിൽ രണ്ടു ട്രെയിനുകളുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിനെ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം

B യെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം $v_{AB} = 80$ km h^{-1} കിഴക്കു ദിശയിൽ

അതായത് A എന്ന ട്രെയിൻ 80 km h^{-1} പ്രവേഗത്തിൽ കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതായി B എന്ന ട്രെയിനിലെ നിരീക്ഷകന് തോന്നുന്നു.



ചിത്രം 2.36 മഴയെ ആസ്പദമാക്കി കുടയുടെ കോണളവ്

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 71 21-07-2022 13:48:10

A യെ അപേക്ഷിച്ച് B യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം $V_{BA} = 80\ \text{km h}^{-1}$ കിഴക്കു ദിശയിൽ

അതായത് A എന്ന ട്രെയിൻ 80 km h^{-1} പ്രവേഗത്തിൽ കിഴക്കോട്ടു സഞ്ചരിക്കുന്നതായി B എന്ന ട്രെയിനിലെ നിരീക്ഷകന് തോന്നുന്നു.

ഉദാഹരണം 2.28

രണ്ടു ട്രെയിനുകൾ A യും B യും സമാന്തര ട്രാക്കുകളിലൂടെ തുല്യവേഗതയിൽ ഒരേ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. രണ്ടു ട്രെയിനുകളും കിഴക്കോട്ട് 50 km h^{-1} വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നു. എങ്കിൽ ട്രെയിനുകളുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തെ കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

A യെ അപേക്ഷിച്ച് B യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം, $v_{BA} = v_B - v_A$

$= 50\ \text{km h}^{-1} + (-50)\ \text{km h}^{-1}$

$= 0\ \text{km h}^{-1}$

ഇതുപോലെ B യെ അപേക്ഷിച്ച് A യുടെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം v_{AB} ശൂന്യമാണ്.

ഒരു ട്രെയിൻ മറ്റൊരു ട്രെയിനിനെ അപേക്ഷിച്ച് സ്ഥിരാവസ്ഥയിലാണ് എന്നു തോന്നും.

ഉദാഹരണം 2.29

36 km h^{-1} വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്ന ട്രെയിനിന്റെ ജനാലയ്ക്കരുകിൽ ഇരിക്കുന്ന കുട്ടി, വിപരീത ദിശയിൽ 18 km h^{-1} വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്ന 90 m നീളമുള്ള ട്രെയിനിനെ എത്ര നേരത്തേക്ക് കാണാൻ കഴിയും.

ഉത്തരം

കുട്ടിയെ അപേക്ഷിച്ച് വിപരീത ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ട്രെയിനിന്റെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം

$= (36+18)\ \text{km h}^{-1} = 54\ \text{km h}^{-1} = 54 \times \frac{5}{18}\ \text{m s}^{-1}$

$= 15\ \text{m s}^{-1}$

കുട്ടി, വിപരീത ദിശയിൽ വരുന്ന ട്രെയിനിനെ മുഴുവനും കാണുന്നതിനു വേണ്ടിയുള്ള സമയത്തിനെ കണ്ടുപിടിക്കണം:

$$15 = \frac{90}{t}$$

അല്ലെങ്കിൽ $t = \frac{90}{15} = 6\,\text{s}$

ഉദാഹരണം 2.30

നദി ഒഴുകുന്ന ദിശയിൽ നീന്തുന്നയാളുടെ വേഗത 12 km h^{-1} നദിയുടെ ദിശയ്ക്ക് എതിരായി നീന്തുന്നയാളുടെ വേഗത 6 km h^{-1} എങ്കിൽ നിശ്ചലമായിരിക്കുന്ന നദിയെ അപേക്ഷിച്ച് നീന്തുന്നയാളുടെ വേഗത്തെയും നദിയുടെ പ്രവേഗത്തെയും കണ്ടുപിടിക്കുക.

കാരണം

തറ നിരപ്പുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നീന്തുന്നയാളുടെയും നദിയുടെയും പ്രവേഗങ്ങൾ യഥാക്രമം v_s, v_r, എന്ന് കരുതുക.

$$v_s + v_r = 12 \qquad (1)$$

$$v_s - v_r = 6 \qquad (2)$$

രണ്ടു സമവാക്യങ്ങളെയും കൂട്ടുമ്പോൾ (1), (2) $2v_s = 12 + 6 = 18$ km h^{-1} അല്ലെങ്കിൽ $v_s = 9\ \text{km h}^{-1}$

സമവാക്യം (1) ൽ നിന്നും,

$9 + v_r = 12$ അല്ലെങ്കിൽ

$v_r = 3\ \text{km h}^{-1}$

നദി ഒഴുകുന്ന ദിശയിൽ നീന്തുമ്പോൾ നീന്തുന്നയാളുടെ പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിണതഫലം 12 km h^{-1} ആണ്.

ത്വരണ ചലനം

ഏകീകൃതമല്ലാത്ത ചലനത്തിൽ ഉള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെപ്രവേഗംസമയത്തിനനുസരിച്ച്മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. അതായത് പ്രവേഗം സമയത്തിന

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 72 21-07-2022 13:48:11

നുസരിച്ച് മാറുന്നതിനെയാണ് ത്വരണ ചലനം എന്നു പറയുന്നത്.

i) ത്വരണ ചലനത്തിൽ ഒരു യൂണിറ്റ് സമയത്തിൽ മാറ്റം സംഭവിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം സമമായിരുന്നാൽ (സ്ഥായി) വസ്തു സമത്വരണ ചലനത്തിലാണെന്ന് പറയാം.

ii) മറിച്ച് ഒരു യൂണിറ്റ് സമയത്തിൽ വ്യതിയാനം സംഭവിച്ച വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം വ്യത്യസ്ത സമയങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തമായിരുന്നാൽ വസ്തു ഏകീകൃതമല്ലാത്ത ത്വരണ ചലനത്തിലാണെന്ന് പറയാം.

ശരാശരി ത്വരണം

$\Delta t = t_2 - t_1$, സമയ ഇടവേളയിൽ പ്രവേഗം $\vec{v}_1$ ൽ നിന്ന് $\vec{v}_2$ വിലേക്ക് മാറുന്ന വസ്തുവിന്റെ, ശരാശരി ത്വരണത്തെ പ്രവേഗമാറ്റത്തിനും അനുബന്ധമായ സമയ ഇടവേള $\Delta t = t_2 - t_1$, എന്നിവയുടെ അനുപാതമാണ് എന്ന് നിർവചിക്കാം.

$$\vec{a}_{\text{ശരാശരി}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

ശരാശരി ത്വരണം സദിശ അളവാണ്. ഇത് $\Delta \vec{v}$ യുടെ അതേ ദിശയിലായിരിക്കും.

തൽക്ഷണ ത്വരണം

സാധാരണയായി ശരാശരി ത്വരണം എന്നത് മുഴുവൻ സമയ ഇടവേളയിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന മാറ്റത്തെ തരുന്നതാണ്. പക്ഷേ ഇത് ക്ഷണ സമയത്തിലുള്ള t ത്വരണത്തിന്റെ മൂല്യത്തെ തരുന്നതല്ല.

സമയ ഇടവേള Δt, പൂജ്യത്തോടടുക്കുമ്പോൾ Δt സമയത്തിനനുസരിച്ച് പ്രവേഗത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന മാറ്റത്തെ തൽക്ഷണ ത്വരണം അല്ലെങ്കിൽ ത്വരണം എന്നു വിളിക്കാം.

$$\text{ത്വരണം } \vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ പ്രവേഗവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്കാണ് ത്വരണം എന്നു പറയുന്നത്.

(i) ത്വരണം ഒരു സദിശ അളവാണ്. ഇതിന്റെ SI യൂണിറ്റ് ms^{-2} ഇതിന്റെ ഡൈമെൻഷണൽ സൂത്രവാക്യം $M^0L^1T^{-2}$

(ii) പ്രവേഗം കൂടുന്ന സമയത്ത് ത്വരണം കൂടും. പ്രവേഗം കുറയുന്ന സമയത്ത് ത്വരണം കുറയും. പ്രവേഗം കുറഞ്ഞു വരുന്നതിനെയാണ് മന്ദീകരണം എന്നു പറയുന്നത്.

ഘടകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ത്വരണത്തെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt}\hat{i} + \frac{dv_y}{dt}\hat{j} + \frac{dv_z}{dt}\hat{k} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$a_x = \frac{dv_x}{dt}$, $a_y = \frac{dv_y}{dt}$, $a_z = \frac{dv_z}{dt}$ ഇവ തൽക്ഷണ ത്വരണത്തിന്റെ ഘടകങ്ങൾ ആണ്.

പ്രവേഗത്തിന്റെ എല്ലാ ഘടകങ്ങളും അതിനോടനുബന്ധിച്ച നിർദ്ദേശാങ്കങ്ങളുടെ ആനുമാനികങ്ങളാണ്. ഇതു പോലെ ത്വരണ വെക്റ്റർ a_x, a_y, a_z, ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad a_y = \frac{d^2y}{dt^2}, \quad a_z = \frac{d^2z}{dt^2}$$

കൂടാതെ ത്വരണ വെക്റ്റർ $\vec{a}$ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം

$$\vec{a} = \frac{d^2x}{dt^2}\hat{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\hat{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\hat{k} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

അങ്ങനെ ത്വരണമെന്നത് സമയത്തിനനുസരിച്ച് സ്ഥാന സദിശങ്ങളുടെ ദ്വിതീയ ആനുമാനികമാണ്.

ഗ്രാഫിക്കൽ രീതിയിൽ ത്വരണം എന്നത് പ്രവേഗം സമയ രേഖാ ചിത്രത്തിന്റെ (ഗ്രാഫ്) ചരിവാണ്. കൂടാതെ ഗ്രാഫിക്കൽ രീതിയിൽ ത്വരണ സമയ രേഖാചിത്രത്തിന്റെ വക്രരേഖ ഉൾകൊള്ളുന്ന വിസ്തീർണ്ണം പ്രവേഗമാണ്.

$\frac{dv}{dt} = a$, ഇതിൽ നിന്ന് $dv = a\,dt$;

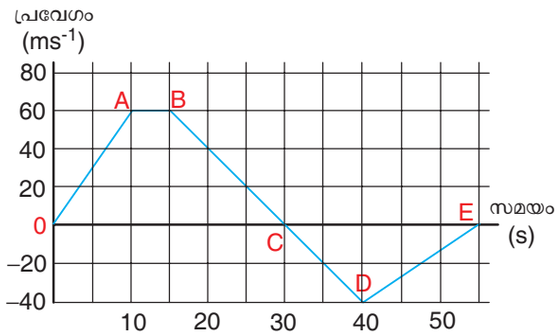
$$v = \int_{t_1}^{t_2} a\,dt$$

ഇവിടെ t_1 പ്രാരംഭ സമയവും t_2 അവസാന സമയവുമാണ്

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 73 21-07-2022 13:48:14

ഉദാഹരണം 2.31

x അക്ഷത്തിൽ ചലിക്കുന്ന ഒരു കണികയുടെ പ്രവേഗം സമയ ഗ്രാഫ് താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



a) 0 മുതൽ 55 s വരെയുള്ള സമയ ഇടവേളയിലെ കണികയുടെ ചലനത്തെ വിവരിക്കുക.

b) 0 s മുതൽ 40 s വരെയുള്ള സമയ ഇടവേളയിലെ കണികയുടെ ദൂരവും സ്ഥാനാന്തരവും കണക്കാക്കുക.

c) t = 5 s ും t = 20 s ലും ഉള്ള കണികയുടെ ത്വരണത്തെ കണ്ടുപിടിക്കുക

ഉത്തരം

(a) O മുതൽ A വരെ : (0 s മുതൽ 10 s വരെ)

t = 0 സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ പ്രവേഗം പൂജ്യമാണ്. t > 0 കണിക പോസിറ്റീവ് പ്രവേഗത്തിൽ പോസിറ്റീവ് x ദിശയിലോട്ട് സഞ്ചരിക്കുന്നു. 0 മുതൽ 10 സെക്കന്റ് വരെ, ഗ്രാഫിലുള്ള ചരിവ് $(\frac{dv}{dt})$ പോസിറ്റീവ് ആണ്. കണികയുടെ ത്വരണവും പോസിറ്റീവാണ്. കൂടാതെ ഈ കാല അളവിൽ കണികയുടെ പ്രവേഗവും കൂടുന്നു.

A മുതൽ B വരെ: (10 s മുതൽ 15 s വരെ)

10 സെക്കന്റ് മുതൽ 15 സെക്കന്റ് വരെ കണികയുടെ പ്രവേഗം 60 m s^{-1} ൽ സ്ഥായിയാണ് ഈ കാലയളവിൽ കണികയുടെ ത്വരണം പൂജ്യമാണ്. എന്നിരുന്നാലും കണിക തുടർന്ന് പോസിറ്റീവ് x-ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

B മുതൽ C വരെ : (15 s മുതൽ 30 s വരെ)

15 സെക്കന്റ് മുതൽ 30 സെക്കന്റ് വരെ വക്രരേഖയുടെ ചരിവ് നെഗറ്റീവ് ആണ്. ഇക്കാരണത്താൽ പ്രവേഗം കുറയുന്നു. എന്നിരുന്നാലും കണിക പോസിറ്റീവ് x ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. t=30 ൽ സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ പ്രവേഗം പൂജ്യമാണ് കൂടാതെ t = 30 ൽ കണിക തൽക്ഷണം സ്ഥിരാവസ്ഥയിലെത്തുന്നു .

C മുതൽ D വരെ: (30 s മുതൽ 40 s വരെ)

30 സെക്കന്റ് മുതൽ 40 സെക്കന്റ് വരെ പ്രവേഗം നെഗറ്റീവായിരിക്കും. ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ കണിക നെഗറ്റീവ് x അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിലേക്ക് ചലിക്കാൻ ആരംഭിക്കുന്നു എന്നതാണ്. ഇവിടെ പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണം 40 m s^{-1} എന്നപരമാവധി മൂല്യത്തിലെത്തുന്നു.

D മുതൽ E വരെ: (40 s മുതൽ 55 s വരെ)

40 സെക്കന്റ് മുതൽ 55 സെക്കന്റ് വരെ പ്രവേഗം നെഗറ്റീവാണെങ്കിലും അത് –40 m s^{-1} ൽ നിന്നും ഉയരാൻ തുടങ്ങുന്നു. 55 സെക്കന്റാകുമ്പോഴേക്കും പ്രവേഗം പൂജ്യത്തിലും കണിക സ്ഥിരാവസ്ഥയിലെത്തുന്നു.

(b) 0 മുതൽ 40 സെക്കന്റ് വരെയുള്ള വക്രരേഖയുടെ വിസ്തീർണ്ണം സ്ഥാനാന്തരത്തെ തരുന്നതാണ്. ഇവിടെ O മുതൽ C വരെയുള്ള വിസ്തീർണ്ണം പോസിറ്റീവ് x–ദിശയിലുള്ള ചലനത്തെയും C മുതൽ D വരെയുള്ള വിസ്തീർണ്ണം നെഗറ്റീവ് x–ദിശയിലുള്ള ചലനത്തെയും പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു.

0 മുതൽ 10 s വരെ കണിക സഞ്ചരിച്ച സ്ഥാനാന്തരം $= \frac{1}{2} \times 10 \times 60 = 300\,m$

10 s മുതൽ 15 s വരെ കണിക കടന്ന സ്ഥാനാന്തരം $= 60 \times 5 = 300$ m

15 s മുതൽ 30 s വരെ കണിക സഞ്ചരിച്ച സ്ഥാനാന്തരം $= \frac{1}{2} \times 15 \times 60 = 450\,m$

30 s മുതൽ 40 s വരെ കണികസഞ്ചരിച്ച സ്ഥാനാന്തരം $= \frac{1}{2} \times 10 \times (-40) = -200\,m.$

ഇവിടെ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ കണിക 200 മീറ്റർ നെഗറ്റീവ് x ദിശയിൽ സഞ്ചരിച്ചു എന്നാണ്.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 74 21-07-2022 13:48:15

0 സെക്കന്റ് മുതൽ 40 സെക്കന്റ് വരെ കണികയുടെസ്ഥാനാന്തരത്തിന്റെആകെ തുക എന്നത്

$$300\ m + 300\ m + 450\ m - 200\ m$$
$$= +850\ m.$$

ഇപ്രകാരം കണികയുടെ ആകെ സ്ഥാനാന്തരം പോസിറ്റീവ് x-ദിശയിലാണ്.

0 സെക്കന്റ് മുതൽ 40 സെക്കന്റ് വരെ കണിക സഞ്ചരിച്ച ആകെ ദൂരം $= 300 + 300 + 450 + 200 = 1250\ m.$

(c) പ്രവേഗ സമയ ഗ്രാഫിന്റെ ചരിവ് ത്വരണത്തെ കാണിക്കുന്നു. ആദ്യത്തെ 10 സെക്കന്റിൽ പ്രവേഗത്തിന് സ്ഥായിയായ ചരിവാണുള്ളത്. (സ്ഥിരത്വരണം) ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ ത്വരണം $v_1 = 0$ യിൽ നിന്നും $v_2 = 60\ m\ s^{-1}$ വരെയാണ്.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$
$$a = \frac{60 - 0}{10 - 0} = 6\ m\ s^{-2}$$

അടുത്തതായി 15 സെക്കന്റ് മുതൽ 30 സെക്കന്റ് വരെ കണികയ്ക്ക് സ്ഥിര നെഗറ്റീവ് ചരിവാണുള്ളത്. ഇവിടെ $v_2 = 0$ യും $v_1 = 60\ m\ s^{-1}$ യും ആണ്. ഇപ്രകാരം t = 20 ൽ ത്വരണം എന്നത് $= \frac{0 - 60}{30 - 15} = -4\ m\ s^{-2}$ ഇവിടെ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് കണികയുടെ മന്ദീകരണത്തെയാണ്.

ഉദാഹരണം 2.32

ഒരു കണികയുടെ സ്ഥാനം സദിശം $\vec{r} = 3t^2\hat{i} + 5t\hat{j} + 4\hat{k}$, എങ്കിൽ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നവയെ കണ്ടെത്തുക

a) t = 3 സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ പ്രവേഗം

b) t = 3 സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ വേഗം

c) t = 3 സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ ത്വരണം

ഉത്തരം

(a) പ്രവേഗം $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\hat{i} + \frac{dy}{dt}\hat{j} + \frac{dz}{dt}\hat{k}$

ഇവിടെ, $\vec{v}(t) = 6t\hat{i} + 5\hat{j}$

$v_x = 6t$, സമയത്തെ ആശ്രയിച്ചും, $v_y = 5$ സമയത്തെ ആശ്രയിക്കാതെയും ഇരിക്കും.

t = 3 s ൽ പ്രവേഗം $\vec{v}(3) = 18\hat{i} + 5\hat{j}$

(b) t = 3 സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ വേഗം $v = \sqrt{18^2 + 5^2} = \sqrt{349} \approx 18.68\ m\ s^{-1}$

(c) ത്വരണം $\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = 6\hat{i}$

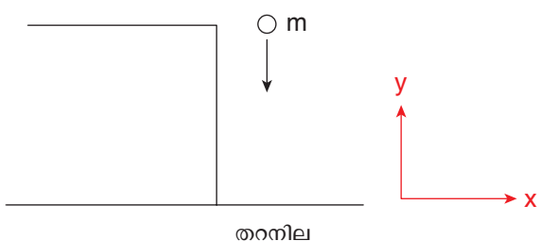
ത്വരണത്തിന് x-ഘടകം മാത്രമേയുള്ളൂ. ഇത് സമയത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കില്ല. അതിനർത്ഥം $\vec{a}$ സ്ഥായിയാണ് t = 3 സെക്കന്റിലും ത്വരണത്തിന് അതേ മൂല്യം തന്നെയാണുള്ളത് അതായത് $\vec{a} = 6\hat{i}$ ഈ നിലയിൽ കണിക ഏകതാനമല്ലാത്ത പ്രവേഗത്തെയും ഏകതാനമായ ത്വരണത്തെയും കൈകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 2.33

ലംബമായി താഴോട്ട് എറിയുന്ന വസ്തു അനുഭവിക്കുന്ന ത്വരണം എന്താണ്?

ഉത്തരം

വസ്തു ഭൂമിയിലേക്ക് വീഴുമ്പോൾ അത് അനുഭവിക്കുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ത്വരണം $g = 9.8\ m\ s^{-2}$ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ നമുക്ക് നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥ തിരഞ്ഞെടുക്കാം.



XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 75 21-07-2022 13:48:17

ത്വരണം നെഗറ്റീവ് y ദിശയിലാണുള്ളത്.

$$\vec{a} = g\left(-\hat{j}\right) = -g\hat{j}$$

കുറിപ്പ്

ചില സമയങ്ങളിൽ താഴോട്ടുള്ള ദിശയെ പോസിറ്റീവ് Y-അക്ഷമായികരുതാവുന്നതാണ്. ലംബമായി താഴേക്ക് വീഴുന്ന വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം g പോസിറ്റീവായി കരുതേണ്ടതാണ് (a = g)

2.10.3 സമത്വരണ ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ കാൽക്കുലസ് രീതി

ഒരു വസ്തു രേഖീയ പാതയിൽ 'a' സമ ത്വരണത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്ന് കരുതുക.

t = 0, യിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രാരംഭപ്രവേഗം u വും t സമയത്തിൽ അന്ത്യപ്രവേഗം v എന്നും കരുതുക.

പ്രവേഗം സമയ ബന്ധം

(i) ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഒരു പ്രത്യേക സമയത്തെ ത്വരണമെന്നത് സമയത്തിനനുസരിച്ചുള്ള പ്രവേഗത്തിന്റെ പ്രഥമ ആനുമാനികമാണ്,

$$a = \frac{dv}{dt} \text{ അല്ലെങ്കിൽ } \mathrm{dv = a\ dt}$$

അതായത് സമയം 0 ൽ നിന്ന് t, വരെ മാറുമ്പോൾ, പ്രവേഗം u ൽ നിന്ന് v യ്ക്കു മാറുന്നു എന്ന നിബന്ധനയനുസരിച്ച് ഇരുവശങ്ങളും സമാകലനം ചെയ്യുന്നു. സ്ഥായിയായ ത്വരണത്തിന്,

$$\int_u^v \mathrm{dv} = \int_0^t \mathrm{a\ dt} = \mathrm{a}\int_0^t \mathrm{dt} \Rightarrow \left[v\right]_u^v = a\left[t\right]_0^t$$

$$v - u = at \ \ (\text{അല്ലെങ്കിൽ}) \ \ v = u + at \rightarrow (2.7)$$

കുറിപ്പ്

a, t എന്നത് സമയത്തെ ആശ്രയിച്ചിരുന്നാൽ സമാകലനത്തിൽ നിന്ന് *a* യിനെ വെളിയിൽ എടുക്കാൻ കഴിയില്ല.

സ്ഥാനാന്തരം സമയ ബന്ധം

(ii) ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം സമയത്തിനനുസരിച്ചുള്ള സ്ഥാനാന്തരത്തിന്റെ പ്രഥമ ആനുമാനികമാണ്.

$$v = \frac{ds}{dt} \text{ അല്ലെങ്കിൽ } ds = vdt$$

ഇവിടെ $v = u + at$,

നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത് $ds = \left(u + at\right)dt$

സമയം t = 0, സെക്കന്റിൽ വസ്തു മൂലബിന്ദുവിലും t, സമയ ഇടവേളയിൽ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം s എന്നും കരുതുക. കൂടാതെ വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം സമയത്തിനെ ആശ്രയിച്ചതല്ല

$$\int_0^s ds = \int_0^t u\,dt + \int_o^t at\,dt \ \ (or)\ s = ut + \frac{1}{2}at^2 \ \ (2.8)$$

പ്രവേഗം സ്ഥാനാന്തരം ബന്ധം

(iii) വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം സമയത്തിനനുസരിച്ചുള്ള പ്രവേഗത്തിന്റെ പ്രഥമ ആനുമാനികമാണ്.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds}\frac{ds}{dt} = \frac{dv}{ds}v$$

[ds/dt = v] ഇവിടെ s എന്നത് സഞ്ചരിച്ച ദൂരം

$$a = \frac{1}{2}\frac{d}{ds}(v^2)$$

$$ds = \frac{1}{2a}d(v^2)$$

രണ്ടു വശത്തും സമാകലനം നടത്തിയാൽ അതായത് പ്രവേഗം u യിൽ നിന്ന് v, യിലോട്ട് മാറുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം 0 ൽ നിന്ന് s വരെയാണ്

$$\int_0^s ds = \int_u^v \frac{1}{2a}d\left(v^2\right)$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 76 21-07-2022 13:48:19

$$\therefore s = \frac{1}{2a}\left(v^2 - u^2\right)$$

$$\therefore v^2 = u^2 + 2as \qquad (2.9)$$

സ്ഥാനാന്തരണം s നെ പ്രാരംഭപ്രവേഗം u അന്ത്യ പ്രവേഗം v യുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അനുമാനിക്കാവുന്നതാണ്.

സമവാക്യം (2.7) ൽ നിന്ന്,

$$at = v - u$$

ഇതിനെ (2.8), ൽ പ്രതിനിധി ചെയ്താൽ

$$s = ut + \frac{1}{2}\left(v - u\right)t$$

$$s = \frac{\left(u + v\right)t}{2} \qquad (2.10)$$

(2.7), (2.8), (2.9), (2.10) എന്നീ സമവാക്യങ്ങൾ ചലനത്തിലെ ചലന സമവാക്യങ്ങളാകുന്നു. കൂടാതെ അവയെ വൈവിധ്യമാർന്ന തലങ്ങളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു.

ചലന സമവാക്യങ്ങൾ

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

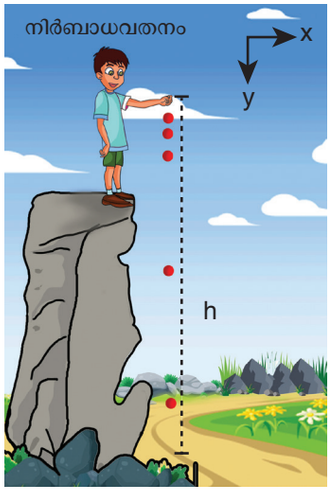
$$s = \frac{\left(u + v\right)t}{2}$$

ചലന സമവാക്യങ്ങളെല്ലാം രേഖീയ പാതയിൽ ചലിക്കുന്ന സമത്വരണമുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് മാത്രമേ യോജിക്കുന്നുള്ളൂ വർത്തുള ചലനത്തിനോ, ദോലന ചലനത്തിനോ ഈ സമവാക്യങ്ങൾ യോജിക്കുന്നില്ല.

ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽ ചലിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ

രേഖീയ പാതയിലുള്ള സമത്വരണ ചലനത്തിന് ഉദാഹരണം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനടുത്തു നിന്നു വിട്ടയക്കുന്ന വസ്തുവാണ്. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനടുത്ത് ഭൂഗുരുത്വത്വരണം 'g' സ്ഥായിയാണ്. ഈ ത്വരണത്തിനാൽ രേഖീയ പാതയിൽ ചലിക്കുന്ന ചലനത്തെ സമവാക്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും

നില(i): h ഉയരത്തിൽ നിന്ന് താഴെ വീഴുന്ന വസ്തു



ചിത്രം 2.37 നിർബാധ പതനത്തിലുള്ള വസ്തു

m മാസുള്ള വസ്തു h ഉയരത്തിൽ നിന്ന് താഴെ വീഴുന്നു എന്ന് കരുതുക. വായുവിന്റെ ഘർഷണത്തെ അവഗണിക്കുക. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ താഴേക്ക് വരുന്ന ദിശയെ പോസിറ്റീവ് y-ദിശയായി കരുതുക. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനടുത്ത് വസ്തുവിന്റെ ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണം 'g' സ്ഥായിയാണ്. ഈ ചലനത്തെ ചലന സമവാക്യങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശദമാക്കാം.

ത്വരണം $\vec{a} = g\hat{j}$

ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$a_x = 0, a_z = 0, a_y = g$$

ലളിതമായി, $a_y = a = g$ എന്നെടുക്കാം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 77 21-07-2022 13:48:21

'u' പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിൽ പോസിറ്റീവ് y ദിശയിൽ താഴേയ്ക്ക് എറിയുന്നു എന്നു കരുതുക t സമയത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗവും സ്ഥാനവും താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$v = u + gt \qquad (2.11)$$

$$y = ut + \frac{1}{2}gt^2 \qquad (2.12)$$

മലയുടെ ഉച്ചിയിൽ നിന്നും വസ്തു y ദൂരത്തിൽ ഉള്ളപ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ വേഗത്തിന്റെ വർഗ്ഗം

$$v^2 = u^2 + 2gy \qquad (2.13)$$

വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് തുടങ്ങുന്നു എന്ന് കരുതുക എങ്കിൽ $u = 0$

ഒരു പ്രത്യേക സമയത്ത് വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം കൂടാതെ v^2 (മലയുടെ ഉച്ചിയിൽ നിന്ന് y ബിന്ദു വരെ)

$$v = gt \qquad (2.14)$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \qquad (2.15)$$

$$v^2 = 2gy \qquad (2.16)$$

(t = T) സമയത്ത് വസ്തു തറ നിരപ്പിലെത്തുന്നു (y = h) t യുടെ വില സമവാക്യം (2.15) ൽ കൊടുക്കുമ്പോൾ,

$$h = \frac{1}{2}gT^2 \qquad (2.17)$$

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}} \qquad (2.18)$$

സമവാക്യം(2.18)ൽനിന്ന്കൂടുതൽഉയരത്തിൽ നിന്ന് (h) വസ്തു തറനിരപ്പിലെത്താൻ കൂടുതൽ സമയമെടുക്കുന്നു. കുറഞ്ഞ ഉയരത്തിന് (h) വസ്തു തറയിലെത്താൻ എടുക്കുന്ന സമയം കുറവാണ്.

തറ നിരപ്പെത്തുമ്പോൾ (y = h) കണികയുടെ വേഗം സമവാക്യം (2.16), ഉപയോഗിച്ചാൽ നമുക്ക് കിട്ടുന്നത്

$$v_{\text{തറനില}} = \sqrt{2gh} \qquad (2.19)$$

മുകളിലത്തെ സമവാക്യം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തെന്നാൽ കൂടുതൽ ഉയരത്തിൽ (h) നിന്നും വീഴുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം തറനിരപ്പിലെത്തുമ്പോൾ വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും.

വളരെ ചെറിയ ഉയരത്തിൽ നിന്നും $(h << R)$, ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിനാൽ ഭൂമിയിലേക്ക് ലംബമായി പതിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ നിർബാധ പതനം എന്ന് പറയുന്നു. (ഇവിടെ R എന്നത് ഭൂമിയുടെ വ്യാസമാണ്)

ഉദാഹരണം 2.34

10 m ഉയരത്തിൽ നിന്ന് ഇരുമ്പ് ഗോളവും തൂവലും ഒന്നിച്ച് താഴേക്ക് പതിക്കുകയാണ്.

a) ഇരുമ്പ് ഗോളവും തൂവലും താഴേക്ക് പതിക്കാനെടുക്കുന്ന സമയം എത്രയാണ്?

b) ഇരുമ്പ് ഗോളത്തിന്റെയും തുവലിന്റെയും പ്രവേഗം താഴെ എത്തുമ്പോൾ എത്രയായിരിക്കും?
(വായുവിന്റെ ഘർഷണത്തെ അവഗണിക്കുക $g = 10\ m\ s^{-2}$)

ഉത്തരം

ചലനസമവാക്യങ്ങൾ വസ്തുവിന്റെ മാസിനെ ആശ്രയിക്കാത്തതിനാൽ സമവാക്യം (2.8) പ്രകാരം ഇരുമ്പുഗോളവും തൂവലും തറയിൽ പതിക്കുന്നതിന് എടുക്കുന്ന സമയം തുല്യമായിരിക്കും. ഇതിനെ ഇപ്രകാരം എഴുതാവുന്നതാണ്

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2\times 10}{10}} = \sqrt{2}\ s \approx 1.414 s$$

ഇപ്രകാരം ഇരുമ്പുഗോളവും തൂവലും ഒരേ സമയം നിലത്ത് പതിക്കുന്നു.

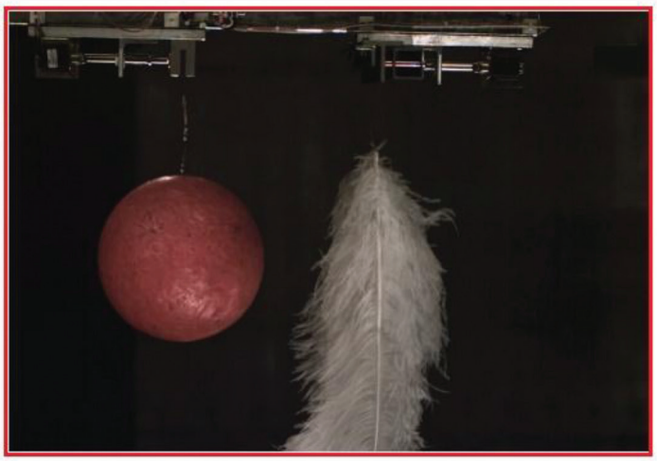
XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 78 21-07-2022 13:48:23

സമവാക്യം (2.19) അനുസരിച്ച് ഇരുമ്പു ഗോളവും തൂവലും ഒരേ വേഗത്തിലായിരിക്കും ഭൂമിയിലെത്തുക. ഇത് ഇപ്രകാരം എഴുതാം.

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 10}$$
$$= \sqrt{200}\, m\, s^{-1} \approx 14.14\, m\, s^{-1}$$

DML67

നിർവാതത്തിൽ എല്ലാ വസ്തുക്കളും g എന്ന സമത്വരണത്തോടും ഒരേ സമയത്തും താഴെ പതിക്കും എന്ന് ഗലീലിയോ കണ്ടുപിടിച്ചു.



https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&t=5s

ഉദാഹരണം 2.35

ചലന സമവാക്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു കിണറിന്റെ ആഴം അളക്കാൻ സാധിക്കുമോ?



വെള്ളമില്ലാത്ത ഒരു കിണറിന്റെ ആഴം d എന്ന് സങ്കൽപിക്കുക. ഒരു ചെറിയ വസ്തുവും (ഉദാഹരണത്തിന് ചെറു നാരങ്ങ) ഒരു സ്റ്റോപ്പ് വാച്ചും എടുക്കുക. കിണറ്റിനകത്ത് നാരങ്ങ ഇടുമ്പോൾ സ്റ്റോപ്പ് വാച്ച് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുക. നാരങ്ങ കിണറ്റിന്റെ അടിഭാഗത്ത് തൊടുമ്പോഴേക്കും സ്റ്റോപ്പ് വാച്ച് നിർത്തുക. നാരങ്ങ കിണറ്റിന്റെ അടിഭാഗത്ത് തൊടാൻ എടുത്ത സമയത്തെ t എന്ന് കണക്കാക്കുക.

നാരങ്ങയുടെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം $u = 0$ എന്നും ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണം g സ്ഥായിയാണെന്നും കണക്കാക്കി സമത്വരണമുള്ള വസ്തുവിന്റെ ചലന സമവാക്യത്തെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

ഇവിടെ $u = 0, s = d, a = g$ (y അക്ഷം താഴോട്ടാണ്),

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 79 21-07-2022 13:48:24

$$d = \frac{1}{2} g t^2$$

g യുടെ വില 9.8 m s^{-2} എന്ന് കണക്കാക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് കിണറ്റിന്റെ ആഴം മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും.



മേൽപ്പറഞ്ഞ കണക്കിലെ പിശക് മനസ്സിലാക്കാൻ നമുക്ക് കിണറ്റിന്റെ ആഴം മറ്റൊരു രീതിയിൽ കണക്കാക്കാം. നീളമുള്ള ഒരു കയറെടുത്ത് കിണറ്റിനകത്തേക്ക് കിണറ്റിന്റെ അടിഭാഗം തൊടുന്നതു വരെ ഇടുക. കയറിന്റെ നീളം അളന്നാൽ അതായിരിക്കും കിണറിന്റെ യഥാർത്ഥ ആഴം ($d_{correct}$) അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ

$$\text{പിശക്} = d_{correct} - d$$

$$\text{ആപേക്ഷിക പിശക്} = \frac{d_{correct} - d}{d_{correct}}$$

ആപേക്ഷിക പിശകിന്റെ ശതമാന നിരക്ക്

$$= \frac{d_{correct} - d}{d_{correct}} \times 100$$

എന്തായിരിക്കാം പിശകിന്റെ കാരണങ്ങൾ?

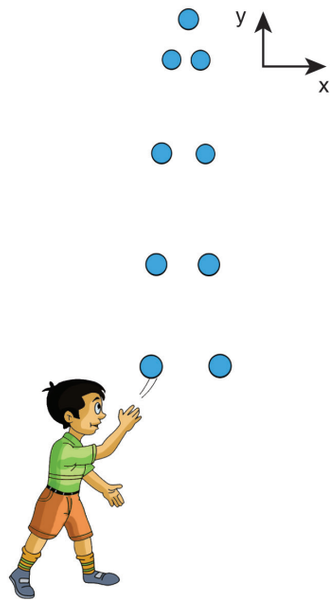
വ്യത്യസ്ത മാസ്സുള്ള വസ്തുക്കളെ ഉപയോഗിച്ച് വീണ്ടും വീണ്ടും പരീക്ഷിച്ച് $d_{correct}$ മായി താരതമ്യം ചെയ്യുക.

കുറിപ്പ്

വെള്ളമുള്ള കിണറാണെങ്കിൽ ഈ രീതിയിൽ കിണറിന്റെ ആഴം വെള്ളത്തിന്റെ പ്രതലത്തിന് മുകൾ വരെ കണക്കാക്കുക.

നില (ii):ലംബമായി മുകളിലേക്ക് എറിയുന്ന വസ്തു

m മാസ്സുള്ള വസ്തുവിനെ മുകളിലേക്ക് എറിയുമ്പോൾ അതിന്റെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം u എന്ന് സങ്കൽപിക്കുക. വായുവിന്റെ ഘർഷണത്തെ അവഗണിക്കുക. ചിത്രം 2.38 ൽ കാണിച്ച പ്രകാരം മുകളിലോട്ടുള്ള ദിശ പോസിറ്റീവ് y അക്ഷവും, ത്വരണം a=−g,g സൂചിപ്പിക്കുന്നത് നെഗറ്റീവ് y ആക്ഷമാണെന്ന് കരുതുക. ഈ ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ ഇപ്രകാരമാണ്



ചിത്രം 2.38. ലംബമായി എറിയുന്ന വസ്തു

ഏതൊരു സമയം t യിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗവും സ്ഥാനവും ഇപ്രകാരമായിരിക്കും,

$$v = u - gt \qquad (2.20)$$

$$s = ut - \frac{1}{2} g t^2 \qquad (2.21)$$

ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥാനം y ൽ (എവിടെ നിന്നാണോ വസ്തുവിനെ മുകളിലോട്ട് എറിഞ്ഞത്) വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം ഇപ്രകാരമാണ്

$$v^2 = u^2 - 2gy \qquad (2.22)$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 80 21-07-2022 13:48:26

ഉദാഹരണം 2.36

$54\,km\,h^{-1}$ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ട്രെയിനിന്റെ ബ്രേക്ക് അമർത്തിയ ശേഷം അത് 225 മീറ്റർ സഞ്ചരിച്ച് നിൽക്കുന്നു എങ്കിൽ ട്രെയിനിന്റെ മന്ദീകരണം കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

ട്രെയിനിന്റെ അന്ത്യപ്രവേഗം $v = 0$

ട്രെയിനിന്റെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം

$$u = 54 \times \frac{5}{18}\, m\,s^{-1} = 15\, m\,s^{-1}$$

$S = 225$ മീറ്റർ

മന്ദീകരണം എപ്പോഴും പ്രവേഗത്തിന് വിപരീതമായിരിക്കും.

$$v^2 = u^2 - 2aS$$

$$0 = (15)^2 - 2a\,(225)$$

$$450\,a = 225$$

$$a = \frac{225}{450}\, ms^{-2} = 0.5\, ms^{-2}$$

അതിനാൽ മന്ദീകരണം $= 0.5\ m\ s^{-2}$

2.11 പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം

2.11.1 ആമുഖം

പ്രാരംഭ പ്രവേഗം മാത്രം ഉപയോഗിച്ച് ഒരു വസ്തുവിനെ വായുവിലേക്ക് എറിയുമ്പോൾ (മുകളിലേക്കല്ല) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ മാത്രം സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തുവിനെ പ്രൊജക്ടൈൽ എന്നു വിളിക്കുന്നു. വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്ന പാതയെ ട്രെജക്റ്ററി എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണങ്ങൾ

1. ഓടുന്ന ട്രെയിനിന്റെ ജനാലയിൽ കൂടി വീഴുന്ന വസ്തു.
2. തോക്കിൽ നിന്ന് പുറത്തു വരുന്ന വെടിയുണ്ട.
3. ഏതെങ്കിലും ദിശയിൽ എറിയുന്ന പന്ത്.
4. കായികതാരം എറിയുന്ന ജാവലിൻ അല്ലെങ്കിൽ ഷോട്ട്പുട്ട്.
5. ജലസംഭരണിയുടെ അടിയിലെ ദ്വാരത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തേയ്ക്ക് ഒഴുകുന്ന വെള്ളം.

പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ ചലനം താഴെ പറയുന്ന രണ്ടു പ്രവേഗങ്ങളുടെ സമ്മിശ്ര ഫലംകൊണ്ട് പ്രകടമാവുന്നതാണ്.

i) വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം ഇല്ലാത്ത അവസ്ഥയിൽ തിരശ്ചീന ദിശയിലുള്ള ഏകതാന പ്രവേഗം.

ii) ലംബ ദിശയിൽ ക്രമമായി മാറുന്ന (കൂടുകയോ, കുറയുകയോ ചെയ്യുന്ന) പ്രവേഗം

രണ്ടു തരം പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനങ്ങളുണ്ട്:

(i) പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തോട് തിരശ്ചീന ദിശയിൽ എറിയുന്ന പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ ചലനം

(ii) പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തോട് തിരശ്ചീന ദിശയ്ക്ക് ഒരു പ്രത്യേക കോണിൽ എറിയുന്ന പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ ചലനം

പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനത്തെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാൻ താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കുക,

i) വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം കണക്കാക്കരുത്.

ii) ഭൂമിയുടെ സ്വയം ഭ്രമണവും, വക്രതയും കണക്കാക്കേണ്ടതില്ല.

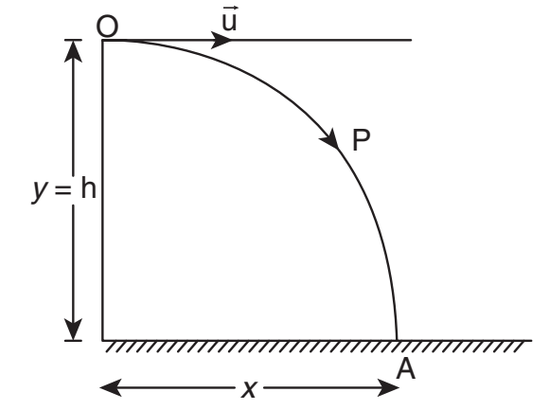
iii) പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം അവസാനിക്കുന്നതു വരെ ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണത്തിന്റെ പരിമാണവും, ദിശയും സ്ഥായിയായിരിക്കും.

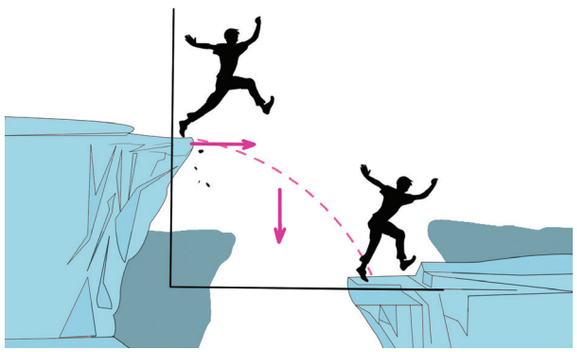
2.11.2 തിരശ്ചീന തലത്തിൽ എറിയുന്ന പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ ചലനം

ഒരു പ്രൊജക്ടൈൽ (ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു പന്ത്) h ഉയരമുള്ള കെട്ടിടത്തിന്റെ മുകളിൽ നിന്ന് $\vec{u}$ എന്ന പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തോടെ തിരശ്ചീന ദിശയിൽ എറിയുകയാണെന്ന് കരുതുക (ചിത്രം 2.39).

പന്ത് ചലിക്കുമ്പോൾ u, എന്ന സ്ഥിര തിരശ്ചീന പ്രവേഗത്താൽ കടക്കുന്ന തിരശ്ചീന ദൂരത്തെയും, g എന്ന സ്ഥായിയായ ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണത്താൽ

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 81 21-07-2022 13:48:27





ചിത്രം 2.39 തിരശ്ചീന പ്രൊജക്ഷൻ.

താഴോട്ട് കടക്കുന്ന ലംബ ദൂരവും കടക്കുന്നതാണ് ഇങ്ങനെ മേൽപ്പറഞ്ഞ രണ്ട് സമ്മിശ്ര ഫലങ്ങളാലും പന്ത് OPA എന്ന പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഈ ചലനം ദ്വിമാന പ്രതലത്തിലാണ് നടക്കുന്നത് A എന്ന ബിന്ദുവിൽ പന്ത് എത്തിച്ചേരാൻ എടുക്കുന്ന സമയം t എന്ന് കരുതുക. എന്നാൽ പന്ത് സഞ്ചരിച്ച തിരശ്ചീന ദൂരം x (t) = x, പന്ത് സഞ്ചരിച്ച ലംബ ദൂരം y (t) = y

നമുക്ക് ചലന സമവാക്യങ്ങളെ x ദിശയിലും y ദിശയിലും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായി ഉപയോഗിക്കാം. ഇത് ഒരു ദ്വിമാന ചലനമായതു കൊണ്ട് പ്രവേഗത്തിന് u_x എന്ന തിരശ്ചീന ഘടകവും u_y എന്ന ലംബ ഘടകവും ഉണ്ട്.

തിരശ്ചീന ദിശയിലെ ചലനം

ഒരു വസ്തുവിന് x ദിശയിലുള്ള ത്വരണം പൂജ്യമാണ് അതിനാൽ ചലനത്തിലുടനീളം അതിന്റെ പ്രാരം പ്രവേഗം u_x സ്ഥിരമാണ്.

t സമയത്തിൽ പ്രൊജക്ടൈൽ സഞ്ചരിച്ച തിരശ്ചീന ദൂരം $x = u_x t + \frac{1}{2}at^2$. ഇവിടെ x ന്റെ ദിശയിൽ a = 0 എന്നാൽ

$$x = u_x t \qquad (2.23)$$

താഴേക്കുള്ള ദിശയിലെ ചലനം

ഇവിടെ $u_y = 0$ (പ്രാരംഭ വേഗതയ്ക്ക് താഴേയ്ക്കുള്ള ഘടകങ്ങളൊന്നുമില്ല), a = g (താഴേക്കുള്ള ദിശയിൽ പോസിറ്റീവ് y-അക്ഷം തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നു), കൂടാതെ സമയം t യിൽ ദൂരത്തിനെ y എന്ന് എടുക്കുക

$$\therefore \text{ സമവാക്യത്തിലിരുന്ന്, } y = u_y t + \frac{1}{2}at^2,$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \qquad (2.24)$$

സമവാക്യം (2.23) നിന്നും t യുടെ മൂല്യം ഉപയോഗിച്ച് സമവാക്യം (2.24) ഇങ്ങനെ മാറുന്നു

$$y = \frac{1}{2}g\frac{x^2}{u_x^{\,2}} = \left(\frac{g}{2u_x^{\,2}}\right)x^2$$

$$y = Kx^2 \qquad (2.25)$$

ഇവിടെ $K = \frac{g}{2u_x^2}$ സ്ഥിരമാണ്

സമവാക്യം (2.25) ഒരു പരാബൊളയുടെ സമവാക്യമാണ്. അതായത് പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പാത ഒരു പരാബോള ആകുന്നു (ചിത്രം 2.39 ൽ വക്രരേഖ OPA).

(1) പറക്കൽ സമയം : *ഒരു പ്രൊജക്ടൈൽ അതിന്റെ ട്രജക്റ്ററി പൂർത്തിയാക്കാൻ എടുക്കുന്ന സമയത്തെ അല്ലെങ്കിൽ പ്രൊജക്ടൈൽ തറയിൽ എത്താൻ എടുക്കുന്ന സമയത്തെ പറക്കൽ സമയം എന്ന് പറയുന്നു.*

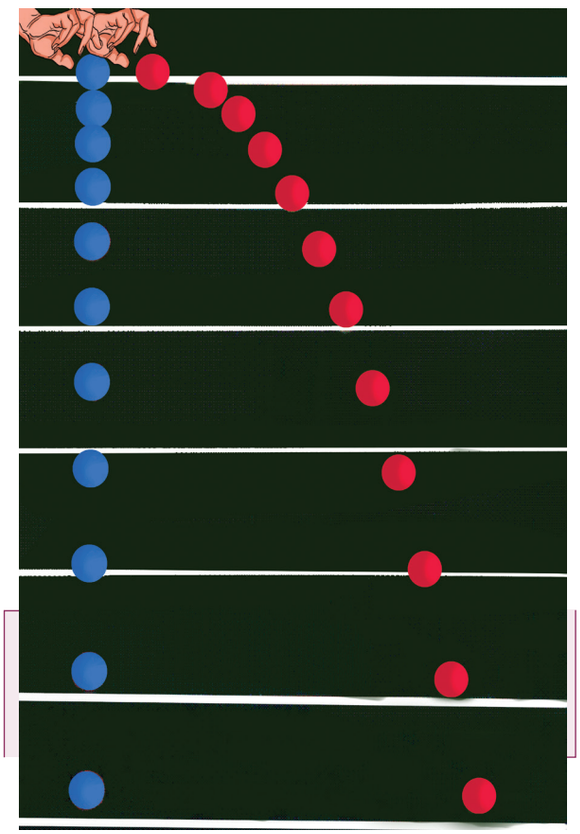
ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു ഗോപുരത്തെയും പ്രൊജക്ടൈലിനെയും കരുതുക. ഗോപുരത്തിന്റെ ഉയരം h എന്നിരിക്കട്ടെ. ഗോപുരത്തിൽ നിന്നും തിരശ്ചീനമായി എറിയുന്നത് തറയിൽ എത്താൻ പ്രൊജക്ടൈൽ എടുക്കുന്ന സമയത്തെ T എന്നു കരുതുക.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 82 21-07-2022 13:48:29

ലംബ ചലനത്തിന് $s_y = u_y t + \frac{1}{2}at^2$ ഇവിടെ $s_y = h$, $t = T$, $u_y = 0$ (പ്രാരംഭ ലംബ പ്രവേഗം ശൂന്യം)

$$h = \frac{1}{2}gT^2 \text{ അല്ലെങ്കിൽ } T = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

അങ്ങനെ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പറക്കൽ സമയം ഗോപുരത്തിന്റെ ഉയരത്തിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും പക്ഷേ തിരശ്ചീന പ്രവേഗത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കില്ല. ഒരു പന്ത് ലംബമായി താഴേക്ക് വീഴുകയും, മറ്റൊരു പന്ത് തിരശ്ചീനമായി ഒരു നിശ്ചിത പ്രവേഗത്തിലും എറിയുന്നു. ഈ രണ്ടു പന്തുകളും ഒരേ സമയത്തിൽ തറയിലെത്തുന്നു. ഇത് ചിത്രം 2.40 ൽ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.40 തുല്യ സമയ ഇടവേളകളിൽ തുല്യ ലംബദൂരം കടക്കുന്ന രണ്ടു വസ്തുക്കൾ.

(2) തിരശ്ചീന പരിധി: ഒരു പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ വിക്ഷേപണത്തിൽ, ഗോപുരത്തിന്റെ നേരേ താഴെയുള്ള ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് പ്രൊഴക്ടൈൽ തറയിൽ എത്തുന്നതു വരെയുള്ള തിരശ്ചീന ദൂരത്തെ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ തിരശ്ചീന പരിധി എന്നു വിളിക്കുന്നു. തിരശ്ചീന ചലനത്തിൽ

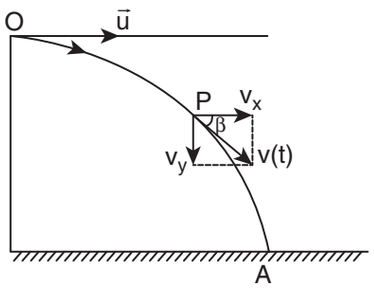
$$s_x = u_x t + \frac{1}{2}at^2.$$

ഇവിടെ, s_x = R (തിരശ്ചീന പരിധി), $u_x = u$, a = 0 (തിരശ്ചീന ത്വരണം അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല) പറക്കും സമയത്തെ T എന്നും എടുത്താൽ തിരശ്ചീന പരിധി = uT.

പറക്കും സമയം $T = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, എന്ന് അറിയാവുന്നതാണ് അതുകൊണ്ട് തിരശ്ചീന പരിധി $R = u\sqrt{\frac{2h}{g}}$

മേൽപ്പറഞ്ഞ സമവാക്യത്തിൽ നിന്നും തിരശ്ചീന പരിധി R പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിന് ക്രമാനുപാതത്തിലും, ത്വരണം g യ്ക്ക് വ്യുൽക്രമാനുപാതത്തിലുമാണ് ഉള്ളത് പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിണതഫലം (ഒരു നിശ്ചിത സമയത്ത് പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പ്രവേഗം).

(3) പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിണതഫലം: ഒരു നിശ്ചിതസമയംt, യിൽപ്രൊജക്ടൈലിന്റെx-അക്ഷത്തിലും y-അക്ഷത്തിലും പ്രവേഗത്തിന് ഘടകങ്ങളുണ്ട്. ചിത്രം 2.41 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഈ രണ്ടു ഘടകങ്ങളുടെയും പരിണതഫലം, ഒരു നിശ്ചിത സമയം t യിലെ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പ്രവേഗത്തിന് തുല്യമാണ്.



ചിത്രം 2.41. പ്രവേഗത്തിന്റെ രണ്ടു ഘടകങ്ങൾ

തിരശ്ചീന ദിശയിൽ (x-അക്ഷത്തിൽ) പ്രവേഗത്തിന്റെ ഘടകം $v_x = u_x + a_x t$

ഇവിടെ, $u_x = u$, $a_x = 0$, എങ്കിൽ

$$v_x = u \qquad \rightarrow (2.26)$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 83 21-07-2022 13:48:31

ലംബ ദിശയിൽ (y-അക്ഷത്തിൽ) പ്രവേഗത്തിന്റെ ഘടകം $v_y = u_y + a_y t$

ഇവിടെ, $u_y = 0$, $a_y = g$, എങ്കിൽ

$$v_y = gt \qquad \rightarrow (2.27)$$

ആയതിനാൽ ഒരു നിശ്ചിത സമയം t യിൽ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പ്രവേഗം

$$\vec{v} = u\hat{i} + gt\hat{j}$$

ഒരു നിശ്ചിത സമയം t യിൽ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ വേഗം

$$\therefore \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$
$$v = \sqrt{u^2 + g^2t^2}$$

(4) നിലത്ത് തൊടുന്ന സമയത്ത് പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ വേഗം: h ഉയരമുള്ള കെട്ടിടത്തിന്റെ മുകളിൽ നിന്നും തിരശ്ചീനമായി എറിയുന്ന പ്രൊജക്ടൈൽ, അത് എറിയുന്ന സമയത്തിൽ നിന്ന തറയിൽ എത്തുന്നതു വരെയുള്ള ആകെ സമയം അതായത് പറക്കൽ സമയം

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ തതിരശ്ചീന പ്രവേഗ ഘടകം സ്ഥിരമാണ് അതായത് $v_x = u$

പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പ്രവേഗത്തിന്റെ ലംബ ഘടകം ഒരു നിശ്ചിത സമയം T യിൽ

$$v_y = gT = g\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$$

നിലത്തു തൊടുമ്പോൾ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ വേഗം

$$v = \sqrt{u^2 + 2gh}$$

2.11.3 ഒരു കോണീയ പ്രൊജക്ഷന് കീഴിലുള്ള പ്രൊജക്ടൈൽ

പ്രാരംഭ പ്രവേഗം തിരശ്ചീനമായിരിക്കില്ല. പക്ഷേ ചിത്രം 2.42 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ലംബവുമായി ചില കോണുകളിൽ ഈ പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം നടക്കുന്നു.

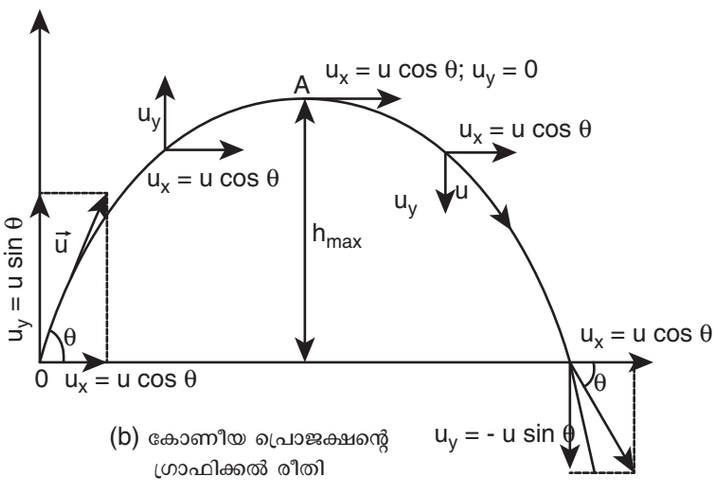
ചെരിഞ്ഞ പ്രൊജക്ടൈൽ

ഉദാഹരണങ്ങൾ:

- ചരിഞ്ഞുകിടക്കുന്ന ഒരു ഹോസ് പൈപ്പ് പുറന്തള്ളുന്ന വെള്ളം.
- യുദ്ധക്കളത്തിൽ വെടിയുണ്ട വർഷിക്കുന്ന പീരങ്കി.



(a) ചരിഞ്ഞ നിലയിലുള്ള പൈപ്പിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന വെള്ളം



(b) കോണീയ പ്രൊജക്ഷന്റെ ഗ്രാഫിക്കൽ രീതി

ചിത്രം 2.42. പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 84 21-07-2022 13:48:33

$\vec{u}$ എന്ന പ്രവേഗത്തിൽ വിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട ഒരു പ്രൊജക്ടൈൽ തിരശ്ചീനവുമായി θ എന്ന കോണളവു സൃഷ്ടിക്കുന്നതായി കരുതുക. ചിത്രം 2.42 യും 2.43 യും കാണുക.

$$\vec{u} = u_x \hat{i} + u_y \hat{j}$$

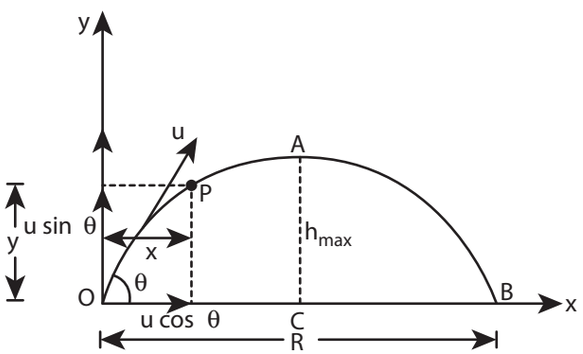
പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിന്റെ തിരശ്ചീന ഘടകം $u_x = u\cos\theta$ യും, ലംബ ഘടകം $u_y = usin\theta$ യും ആകുന്നു.

ഇവിടെ ഗുരുത്വാകർഷണം ലംബഘടകത്തിന് u_y, വിപരീതദിശയിൽ അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇത് ലംബ ഘടകത്തിനെ അതിന്റെ പരമാവധി ഉയരത്തിൽ ശൂന്യത്തോട് അടുപ്പിക്കുന്നു. ഇതേ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം പ്രൊജക്ടൈലിനെ താഴേക്ക് ചലിപ്പിച്ച് നിലത്തേക്ക് വീഴാൻ പ്രേരിപ്പിക്കും. ചലനത്തിലുട നീളം x അക്ഷത്തിൽ ത്വരണം ഇല്ല. അതിനാൽ പ്രവേഗത്തിന്റെ തിരശ്ചീന ഘടകം ($u_x = u\cos\theta$) വസ്തു നിലത്തെത്തുന്നതു വരെ സ്ഥിരമായിരിക്കും.

t സമയത്തിനു ശേഷം തിരശ്ചീന പ്രവേഗം $v_x = u_x + a_x t = u_x = u\cos\theta$

t സമയത്തിൽ പ്രൊജക്ടൈൽ തിരശ്ചീന ദിശയിൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം, $s_x = u_x t + \frac{1}{2} a_x t^2$

ഇവിടെ, $s_x = x$, $u_x = u\cos\theta$, $a_x = 0$



ചിത്രം 2.43. പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിന്റെ ഘടകങ്ങൾ

അങ്ങനെ, $x = u\cos\theta . t$ അഥവാ $t = \frac{x}{u\cos\theta}$ (2.28)

അടുത്തത് ലംബദിശയിൽ പ്രവേഗം $v_y = u_y + a_y t$

ഇവിടെ $u_y = u\,sin\theta$, $a_y = -g$ (ഭൂഗുരുത്വത്വരണം ചലനത്തിന് വിപരീത ദിശയിൽ).

$$v_y = usin\theta - gt \qquad (2.29)$$

അതേ സമയത്തിൽ ലംബ ദിശയിൽ പ്രൊജക്ടൈൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം $s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$

ഇവിടെ, $s_y = y$, $u_y = u\,sin\theta$, $a_y = -g$. എങ്കിൽ

$$y = u\,\sin\theta\, t - \frac{1}{2} g t^2 \qquad (2.30)$$

t യുടെ വിലസമവാക്യം (2.28) നിന്ന് സമവാക്യം (2.30), ൽ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്

$$y = u\sin\theta \frac{x}{u\cos\theta} - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{u^2\cos^2\theta}$$

$$y = x\,\tan\theta - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{u^2\cos^2\theta} \qquad (2.31)$$

അതായത് പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ പാത ഒരു തലകീഴായ പരാബൊള ആകുന്നു.

പരമാവധി ഉയരം (h_{max})

പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ സഞ്ചാരത്തിൽ അത് എത്തിച്ചേരുന്ന ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഉയരത്തെ പരമാവധി ഉയരം എന്നു പറയുന്നു. ഇതിനെ ഇങ്ങനെ പ്രതിപാദിക്കാം:

$$v_y^2 = u_y^2 + 2a_y s$$

ഇവിടെ, $u_y = u\,sin\theta$, $a_y = -g$, $s = h_{max}$, കൂടാതെ പരമാവധി ഉയരം $v_y = 0$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 85 21-07-2022 13:48:36

ആയതിനാൽ,

$$0 = u^2 \sin^2\theta - 2gh_{max}$$

അല്ലെങ്കിൽr $h_{max} = \dfrac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$ (2.32)

പറക്കൽ സമയം (T_f)

പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ സഞ്ചാരപാതയിൽ അത് പുറപ്പെടുന്നതു മുതൽ തറയിൽ പതിക്കുന്നതു വരെയുള്ള ആകെ സമയത്തെ പറക്കൽ സമയം എന്നു പറയുന്നു.

ഇവിടെ പറക്കൽ സമയം എന്നത് പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ O ബിന്ദു മുതൽ B ബിന്ദുവരെ A യിൽ കൂടി എത്തിച്ചേരാൻ എടുക്കുന്ന സമയം (ചിത്രം 2.43)

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

ഇവിടെ, $s_y = y = 0$ (y-ദിശയിലുള്ള ആകെ സ്ഥാനാന്തരം പൂജ്യം), $u_y = u\sin\theta$, $a_y = -g$, $t = T_f$

$$0 = u\sin\theta\, T_f - \frac{1}{2} g T_f^2$$

$$T_f = 2u\frac{\sin\theta}{g}$$

തിരശ്ചീന പരിധി (R)

ഒരു പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ വിക്ഷേപണത്തിൽ അതിന്റെ പ്രാരംഭ ബിന്ദു മുതൽ അത് തറയിൽ പതിക്കുന്നതു വരെയുള്ള തിരശ്ചീന ദൂരത്തെ പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ തിരശ്ചീന പരിധി എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിന്റെ തിരശ്ചീന ഘടകം സ്ഥിരമായതു കൊണ്ട്

പരിധി R = പ്രവേഗത്തിന്റെ തിരശ്ചീന ഘടകം x പറക്കൽ സമയം $= u\cos\theta \times T_f$

$$R = u\cos\theta \times \frac{2u\sin\theta}{g} = \frac{2u^2 \sin\theta\cos\theta}{g}$$

$$\therefore R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} \qquad (2.33)$$

തിരശ്ചീന പരിധി അതിന്റെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിന്റെയും(u) കോണീയപ്രൊജക്ഷന്റെസൈൻമൂല്യത്തിന്റെയും sin (θ) ക്രമാനുപാതത്തിലായിരിക്കും. എന്നാൽ ഭൂഗുരുത്വത്വരണത്തിന് 'g' വ്യുൽക്രമാനുപാതത്തിലായിരിക്കും

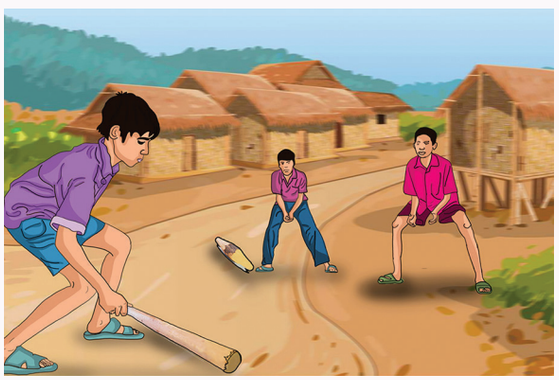
പരമാവധി തിരശ്ചീന പരിധിക്ക് $\sin 2\theta$ ഏറ്റവും വലുതാകുമ്പോൾ R പരാമവധി മൂല്യം നേടുന്നു. അതായത് $\sin 2\theta = 1$, $2\theta = \pi/2$

അഥവാ $\theta = \dfrac{\pi}{4}$

ഇതിന്റെ അർത്ഥം എന്തെന്നാൽ തിരശ്ചീനത്തോട് 45^0 കോണളവിൽ ഒരു പ്രൊജക്ടൈലിനെ എറിയുമ്പോൾ അത് പരമാവധി തിരശ്ചീന ദൂരത്തെ കടക്കുന്നു എന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കാം.

$$R_{max} = \frac{u^2}{g} \qquad (2.34)$$

പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം!



തമിഴ്നാട്ടിൽ പരമ്പരാഗതമായ ഒരു വിനോദമുണ്ട്. അതിന്റെ പേരാണ് കുട്ടിയും കോലും ഇതിൽ കോലു കൊണ്ട് കുട്ടിയെ അടിക്കുമ്പോൾ കുട്ടി സഞ്ചരിക്കുന്ന പാത പരാബൊളയായിരിക്കും.

GLN42

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 86 21-07-2022 13:48:39

ഉദാഹരണം 2.37

ഒരു വസ്തു $10\ m\ s^{-1}$ എന്ന പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിൽ തിരശ്ചീന തലവുമായി $\pi/4$ കോണളവിൽ എറിയപ്പെടുന്നു എന്ന് കരുതുക എങ്കിൽ അതിന്റെ തിരശ്ചീന പരിധി എത്രയാണ്? അതേ വസ്തു ഇതേ പോലെ ചന്ദ്രനിലേക്ക് എറിയുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ പരിധിക്ക് എന്തെങ്കിലും വ്യത്യാസമുണ്ടോ? ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ വ്യത്യാസം എന്താണ് (ചന്ദ്രനിൽ ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണം $g_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = \frac{1}{6} g$)

ഉത്തരം

പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനത്തിലെ തിരശ്ചീനപരിധി,

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$\theta = \pi/4 \quad u = v_0 = 10 m\ s^{-1}$$

$$\therefore R_{\text{ഭൂമി}} = \frac{(10)^2 \sin \pi/2}{9.8} = 100/9.8$$

$$R_{\text{ഭൂമി}} = 10.20\ m \quad (\text{ഉദ്ദേശ്യം } 10\ \text{m})$$

ഇതേ വസ്തുവിനെ ചന്ദ്രനിൽ എറിയുകയാണെങ്കിൽ തിരശ്ചീന പരിധി കൂടുതലായിരിക്കും എന്തെന്നാൽ ചന്ദ്രനിൽ ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണം ഭൂമിയെ അപേക്ഷിച്ച് കുറവാണ്,

$$g_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = \frac{g}{6}$$

$$R_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g_{\text{ചന്ദ്രൻ}}} = \frac{v_0^{\ 2} \sin 2\theta}{g/6}$$

$$\therefore R_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = 6 R_{\text{ഭൂമി}}$$

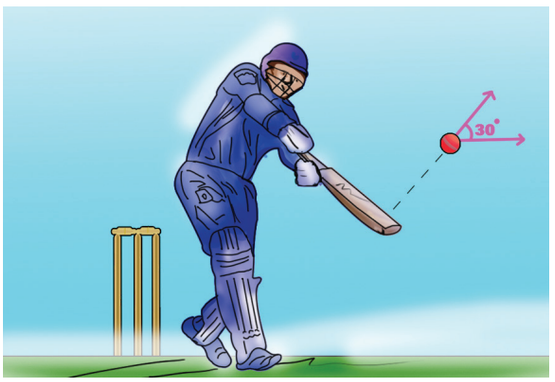
$$R_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = 6 \times 10.20 = 61.20\ m$$

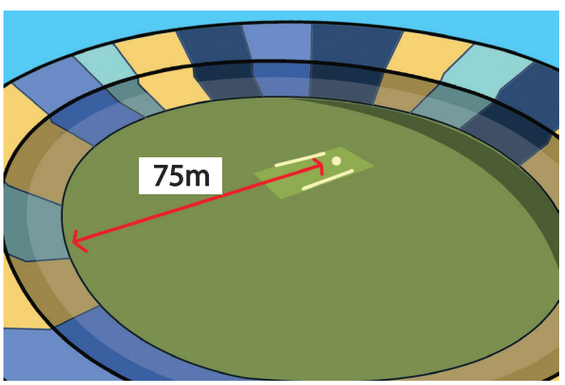
(ഉദ്ദേശ്യം 60 m)

ചന്ദ്രനിൽ തിരശ്ചീന പരിധി ഭൂമിയുടെ തിരശ്ചീന നരിധിയെക്കാൾ ആറ് പങ്ക് അധികമാണ്.

ഉദാഹരണം 2.38

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഒരു ക്രിക്കറ്റ് കളിക്കാരൻ തിരശ്ചീന തലവുമായി 30^0 കോണളവിൽ $30\ m\ s^{-1}$ വേഗത്തിൽ തന്റെ പന്തിനെ അടിക്കുന്നു. കളിക്കാരനിൽ നിന്ന് മൈതാനത്തിന്റെ പരമാവധി ദൂരം 75 m എങ്കിൽ കളിക്കാരന് സിക്സ്സർ അടിക്കാൻ കഴിയുമോ? (വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം അവഗണിക്കുക. $g = 10\ m\ s^{-2}$ എന്ന് കരുതുക).





ഉത്തരം

വായുവിൽ ചലിക്കുന്ന പന്തിന്റെ ചലനത്തെത പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം എന്നു പറയാം പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ തിരശ്ചീന പരിധി

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

പ്രാരംഭ വേഗം $u = 30\ m\ s^{-1}$

കോണളവ് $\theta = 30°$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 87 21-07-2022 13:48:41

ക്രിക്കറ്റ് പന്ത് സഞ്ചരിച്ച തിരശ്ചീന ദൂരം

$$R = \frac{(30)^2 \times sin60°}{10} = \frac{900 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = 77.94\,m$$

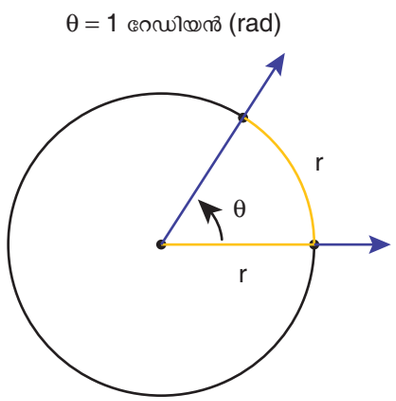
തിരശ്ചീന പരിധി മൈതാനത്തിന്റെ അതിർത്തിയായ 75 m നെക്കാളും കൂടുതലാണ്. അതു കൊണ്ട് പന്ത് അതിർത്തിയെ കടന്ന് ക്രിക്കറ്റ് കളിക്കാരന് സിക്സ്സർ എടുക്കാൻ കഴിയും.

2.11.4 ഡിഗ്രിയും റേഡിയനും

ആമുഖം

കോണളവുകളെ അളക്കുന്നതിനായി നിരവധി യൂണിറ്റുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്, അവയിൽ സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഡിഗ്രിയും റേഡിയനും ആണ്. വിസ്തീർണ്ണം, വ്യാപ്തം, ചുറ്റളവ്, ഗോളങ്ങളുടെ ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണം എന്നിവയെ അളക്കുന്നതിന് റേഡിയൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

റേഡിയൻ ഒരു വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രഭാഗത്ത് ഒരു വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചാപത്തിന് കീഴിലുള്ള പ്ലേനാർ കോണിനെ റേഡിയൽ വിവരിക്കുന്നു. ചാപ നീളത്തെ ചാപ ആരം കൊണ്ട് ഹരിക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതാണെന്ന് നിർവചിക്കാം. വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചാപത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന കോൺ ആ വൃത്തത്തിന്റെ ആരത്തിന്റെ നീളത്തിന് തുല്യമാണെങ്കിൽ അതിനെ ഒരു റേഡിയൽ എന്ന് പ്രസ്താവിക്കാം. ഇത് ചിത്രം 2.44 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.44 ഒരു റേഡിയൻ
(മഞ്ഞ നിറത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു)

കോണുകളുടെ വലുപ്പത്തിനെ അളക്കുന്നതിന് ഡിഗ്രി ഉപയോഗിക്കും. ഒരു കോൺ വൃത്തത്തിനെ മുഴുവനായി ചുറ്റുമ്പോൾ അതിന്റെ കോണളവ് 360° ക്ക് തുല്യമാണ്. ഇതിനെ റേഡിയനിൽ 2π എന്ന് എഴുതാം.

$$360° = 2\pi \text{ റേഡിയൻ}$$

$$\text{അഥവാ } 1 \text{ റേഡിയൻ} = \frac{180}{\pi} \text{ ഡിഗ്രി}$$

$$\text{അതിനർത്ഥം } 1 \text{ റേഡിയൻ} \cong 57.27°$$

ഉദാഹരണം 2.39

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചക്രത്തിന്റെ അടുത്തടുത്ത രണ്ട് സ്പോക്കുകൾക്കിടയിലുള്ള കോണളവ് θ നെ കണ്ടുപിടിക്കുക. ഈ കോണളവിനെ ഡിഗ്രിയിലും റേഡിയനുകളിലും എഴുതുക.



ഉത്തരം

പൂർണ്ണ ചക്രത്തിന്റെ മധ്യഭാഗത്ത് 2π റേഡിയനുകൾ ഉൾകൊള്ളുന്നു. ചക്രം 12 ഭാഗങ്ങളായി പിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു ഭാഗം ഉൾകൊള്ളുന്ന കോണളവ് $\theta = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6}$ റേഡിയൻ മധ്യഭാഗത്ത്

പക്ഷേ, $\pi\ rad = 180°$, $\frac{\pi}{6}$ അടുത്തടുത്ത രണ്ട് സ്പോക്കുകൾക്കിടയിലുള്ള കോണം മധ്യഭാഗത്ത് നിന്ന് 30 കോണിലായിരിക്കും.

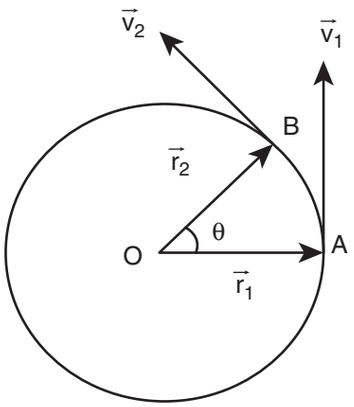
XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 88 21-07-2022 13:48:43

കുറിപ്പ്

ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലും ഗണിതത്തിലും π എന്ന സംഖ്യ വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു ഇത് ഒരു അപരിമേയ സംഖ്യയാണ്. എന്നിരുന്നാലും π ന്റെ ഏകദേശ മൂല്യം ≈ 3.14 അല്ലെങ്കിൽ $\frac{22}{7}$. ആയിരിക്കും. ഇത് രണ്ടും π ന്റെ തുല്യ മൂല്യങ്ങളല്ല, ഇത് വെറും ഏകദേശ മൂല്യങ്ങളാണ്.

2.11.5 കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം

r ആരം കൊണ്ട വൃത്തത്തിൽ 0 ബിന്ദുവിനെ ചുറ്റുന്ന ഒരു കണികയെ പരിഗണിക്കുക. t = 0 സമയത്ത് കണികയുടെ സ്ഥാനം A എന്നിരിക്കട്ടെ t സമയത്തിന് ശേഷം അതിന്റെ സ്ഥാനം B ആണ്.



ചിത്രം 2.45 കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം

എങ്കിൽ,

ഒരു നിശ്ചിത സമയത്ത് ഭ്രമണത്തിന്റെ അക്ഷത്തെ കുറിച്ച് (മധ്യ ബിന്ദു O) കണിക വിവരിക്കുന്ന കോണളവിനെയാണ് കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം എന്നു പറയുന്നത്.

അതായത് കോണീയസ്ഥാനാന്തരണം $= \angle AOB = \theta$

കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് റേഡിയനാണ്.

കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം (θ) റേഡിയൻ ആർക്ക് നീളം S (AB) ആരത്തിനും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം

$$\theta = \frac{S}{r}, \quad \text{അഥവാ} \quad S = r\theta$$

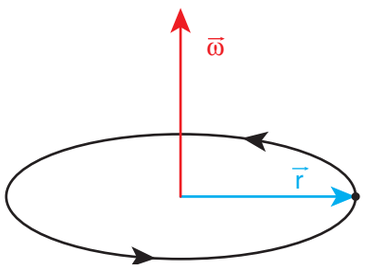
കോണീയ പ്രവേഗം ($\vec{\omega}$)

കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണത്തിന്റെ വ്യത്യാസ നിരക്കിനെ കോണീയ പ്രവേഗം എന്നു വിളിക്കുന്നു.

t സമയത്തുള്ള കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം θ എങ്കിൽ കോണീയ പ്രവേഗം ω

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് റേഡിയൻ/സെക്കന്റ് (rad s^{-1}) കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ വലതു കൈ നിയമമനുസരിച്ച് ഭ്രമണത്തിന്റെ അക്ഷത്തിൽ കൂടിയായിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം 2.46 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.46 കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ

i) കോണീയ ത്വരണം (α)

കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ വ്യത്യാസ നിരക്കിനെ കോണീയ ത്വരണം എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

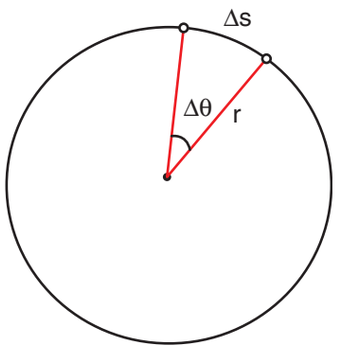
$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

കോണീയ ത്വരണം ഒരു സദിശ അളവ് ഇത് കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കണം എന്ന് നിർബന്ധമില്ല.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 89 21-07-2022 13:48:44

സ്പർശരേഖ ത്വരണം

r വ്യാസാർദ്ധമുള്ള വൃത്തത്തിൽ ഒരു വസ്തു ചലിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. Δt സമയത്തിൽ വസ്തു Δs വക്രദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇത് ചിത്രം 2.47 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. $\Delta\theta$ കോണളവിനെ ഇർപ്രകാരം എഴുതാം



ചിത്രം 2.47 വർത്തുള ചലനം

$\Delta\theta$ യിനെ ഉപയോഗിച്ച് Δs ഇപ്രകാരം എഴുതാം,

$$\Delta s = r\Delta\theta \qquad (2.35)$$

Δt, സമയത്തിൽ

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = r\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \qquad (2.36)$$

$\Delta t \to 0$, എന്ന പരിധിയിൽ മേൽപ്പറഞ്ഞ സമവാക്യം ഇങ്ങനെ എഴുതാം

$$\frac{ds}{dt} = r\omega \qquad (2.37)$$

ഇവിടെ $\frac{ds}{dt}$ എന്നത് രേഖീയ വേഗത (v) യാണ്. ഇത് വൃത്തത്തിന്റെ തൊടുവരയിൽ കൂടി ഇരിക്കും. കൂടാതെ ω കോണീയ വേഗതയാണ് അതുകൊണ്ട് സമവാക്യം (2.37) നിന്ന് ലഭിക്കുന്നത്

$$v = r\omega \qquad (2.38)$$

ഈ സമവാക്യം രേഖീയ വേഗതയ്ക്കും കോണീയ വേഗതയ്ക്കുമുള്ള ബന്ധം മനസ്സിലാക്കി തരുന്നതാണ്.

കുറിപ്പ്

രേഖീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ $\vec{v}$ ദിശ വൃത്തത്തിന്റെ തെടുവരയിൽ കൂടിയും, കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ $\vec{\omega}$ ദിശ ഭ്രമണത്തിന്റെ അച്ചിൽ കൂടിയുമാണ് ഉള്ളത്. കൂടാതെ വ്യാസാർദ്ധം $\vec{r}$ വട്ടത്തിന്റെ മധ്യഭാഗത്തു നിന്ന് വ്യാസാർദ്ധം വഴി പുറത്തേക്കുള്ള ദിശയാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

സമവാക്യം (2.38) വർത്തുള ചലനത്തിന് മാത്രമേ സാധ്യമാകൂ. സാധാരണയായി രേഖീയ പ്രവേഗത്തിന്റെയും കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെയും ബന്ധത്തെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r} \qquad (2.39)$$

വർത്തുള ചലനത്തിന് സമവാക്യം (2.39) സമവാക്യം (2.38) ആയി മാറുന്നു എന്തെന്നാൽ $\vec{\omega}$, യും $\vec{r}$ യും പരസ്പരം ലംബമാണ്.

സമവാക്യം (2.38) നെ സമയത്തിനനുസരിച്ച് അവകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്

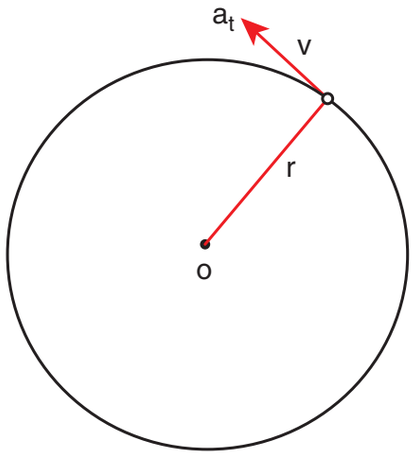
$$\frac{dv}{dt} = \frac{rd\omega}{dt} = r\alpha \qquad (2.40)$$

ഇവിടെ $\frac{dv}{dt}$ എന്നത് സ്പർശരേഖാ ത്വരണമാണ്, ഇതിനെ a_t എന്ന് എഴുതാം. $\frac{d\omega}{dt}$ എന്നത് കോണീയ ത്വരണമാണ് α. സമവാക്യം(2.39)

$$a_t = r\alpha \qquad (2.41)$$

വർത്തുള ചലനത്തിൽ a_t എന്നത് വസ്തു അനുഭവിക്കുന്ന സ്പർശരേഖാ ത്വരണമാണ്. ഇത് ചിത്രം 2.48 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 90 21-07-2022 13:48:47

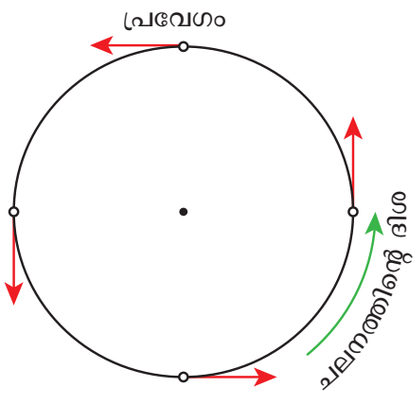


ചിത്രം 2.48 സ്പർശരേഖാ ത്വരണം

ഇവിടെ സ്പർശരേഖ ത്വരണം രേഖീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശയിലാണ് എന്ന് മനസ്സിലാക്കേണ്ടതാണ്.

2.11.6 വർത്തുള ചലനം

ഒരു വസ്തു സ്ഥിര വേഗതയിൽ വർത്തുള പാതയിൽ ചുറ്റി വരുതയാണെങ്കിൽ ആ വസ്തു തുല്യ സമയ ഇടവേളകളിൽ വർത്തുള പാതയുടെ തുല്യ ദൂരത്തെ കടക്കുന്നു എങ്കിൽ ആ വസ്തു സമവർത്തുള ചലനത്തിലാണ് എന്ന് പറയാം. ഇത് ചിക്രം 2.49 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



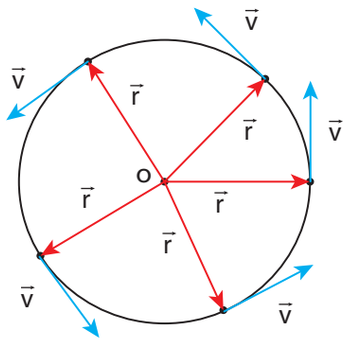
ചിത്രം 2.49 സമവർത്തുള ചലനം

സമവർത്തുള ചലനത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗദിശ അനുനിമിഷം മാറുന്നതാണ്, എന്നാൽ വേഗം സ്ഥിരമാണ്. ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രവേഗസദിശത്തിന്റെ പരിമാണം സ്ഥിരവും അതിന്റെ ദിശ മാറുന്നതുമാണ്.

വർത്തുള ചലനത്തിൽ പ്രവേഗത്തിന്റെ പരിമാണവും ദിശയും മാറുന്നതാണെങ്കിൽ അതിനെ ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനം എന്ന് വിളിക്കാം.

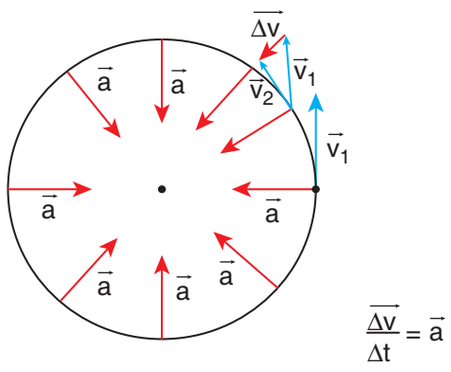
അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പ്രകാരം സമവർത്തുള ചലനത്തിൽ പ്രവേഗ സദിശത്തിന്റെ പരിമാണം(വേഗം) സ്ഥിരമാണ് എന്ന് നാം മുൻപത്തെ വിഭാഗത്തിൽ പഠിച്ചതാണ്.



ചിത്രം 2.50 സമവർത്തുള ചലനത്തിലെ പ്രവേഗം

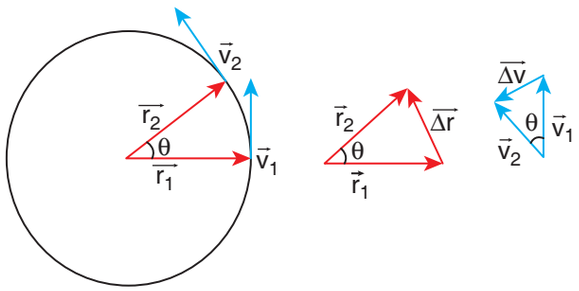
സമ വർത്തുള ചലനത്തിൽ പ്രവേഗം പ്രവേഗ സദിശത്തിന്റെ (നീല വര) നീളം മാറുന്നില്ല ഇത് വേഗതയെ സ്ഥിരമാണെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. പ്രവേഗം വൃത്തത്തിന്റെ ഓരോ ബിന്ദുവിലും സ്പർശരേഖയിൽ കൂടി ആണെങ്കിലും ത്വരണം എപ്പോഴും വൃത്ത കേന്ദ്രത്തിലേക്കാണ് അനുഭവപ്പെടുന്നത് ഇതിനെ അഭികേന്ദ്രത്വരണം എന്ന് വിളിക്കാം. ഇത് എപ്പോഴും വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്നതായിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം2.51 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.51 അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 91 21-07-2022 13:48:48

സ്ഥാന സദിശവും പ്രവേഗ സദിശവും തമ്മിലുള്ള ജ്യാമിതീയ ബന്ധത്തിൽ നിന്നാണ് അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം ഉരുത്തിരിഞ്ഞത് (ചിത്രം 2.48 അല്ലെങ്കിൽ ചിത്രം 2.52)



ചിത്രം 2.52 സ്ഥാനസദിശവും പ്രവേഗ സദിശവും തമ്മിലുള്ള ജ്യാമിതീയ ബന്ധം

സ്ഥാനവെക്റ്റർ,പ്രവേഗവെക്റ്റർരണ്ടുംΔtഎന്ന ചെറിയ സമയ ഇടവേളയിൽ θ കോണളവ് സ്ഥാന മാറ്റം ആയതിനെ ചിത്രം2.52. ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. സമവർത്തുള ചലനത്തിൽ $r = |\vec{r}_1| = |\vec{r}_2|$ കൂടാതെ $v = |\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാന വെക്റ്റർ $\vec{r}_1$ ൽ നിന്നും $\vec{r}_2$ വിലോട്ട് $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ എന്നും അതിന്റെ പ്രവേഗം $\vec{v}_1$ ൽ നിന്ന് $\vec{v}_2$ വിലോട്ട് നീങ്ങുമ്പോൾ $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ എന്നും എഴുതാം. സ്ഥാനാന്തരണ സദിശത്തിന്റെ പരിമാണവും,പ്രവേഗ സദിശത്തിന്റെ പരിമാണവും താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്ന ആപേക്ഷികതയെ അനുസരിക്കുന്നവയാണ്

$$\frac{\Delta r}{r} = -\frac{\Delta v}{v} = \theta$$

ഇവിടെ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം Δv വ്യാസാർദ്ധം വഴി വൃത്തകേന്ദ്രത്തെനോക്കി അനുഭവപ്പെടുന്നതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

$$\Delta v = -v\left(\frac{\Delta r}{r}\right)$$

അഥവാ, $$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{v}{r}\left(\frac{\Delta r}{\Delta t}\right) = -\frac{v^2}{r}$$

സമവർത്തുള ചലനത്തിന് $v = \omega r$, ഇവിടെ ω കോണീയ പ്രവേഗമാണ് എങ്കിൽ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം ഇപ്രകരാം എഴുതാവുന്നതാണ്

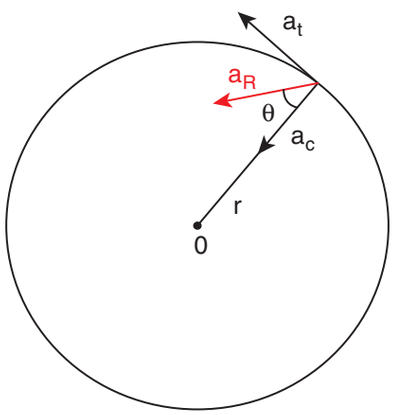
$$a = -\omega^2 r$$

കുറിപ്പ്

സമവർത്തുള ചലനത്തിൽ അഭികേന്ദ്രത്വരണത്തിന്റെ പരിമാണം സ്ഥായിയാണ്.പക്ഷേഅഭികേന്ദ്ര ത്വരണം സ്ഥിരമല്ല അതിന്റെ ദിശ ചലനത്തിലുടനീളം മാറിക്കൊണ്ടേയിരിക്കും.

ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനം

വർത്തുള ചലനത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ വേഗം സ്ഥായിയല്ലെങ്കിൽ അതിനെ ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു നൂലിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ബോബ് വൃത്തത്തിൽ ലംബമായി ചുറ്റി വരുമ്പോൾ ബോബിന്റെ വേഗം എല്ലായ് പ്പോഴും തുല്യമല്ല. വർത്തുള ചലനത്തിൽ വേഗം മാറുമ്പോഴൊക്കെ വസ്തുവിന് അഭികേന്ദ്ര ത്വരണവും സ്പർശരേഖാ ത്വരണവും രണ്ടും ഉണ്ടായിരിക്കുന്നതാണ് ഇത് ചിത്രം 2.53 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.53 ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ പരിണത ത്വരണം (a_R)

ത്വരണത്തിന്റെ പരിണതഫലം അഭികേന്ദ്ര ത്വരണത്തിന്റെയും സ്പർശരേഖാ ത്വരണത്തിന്റെയും സദിശ സങ്കലനം ചെയ്യുമ്പോൾ ലഭിക്കും.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 92 21-07-2022 13:48:50

അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം $\frac{v^2}{r}$, എങ്കിൽ ത്വരണത്തിന്റെ പരിണതഫലത്തിന്റെ പരിമാണം ഇപ്രകാരം എഴുതാം $a_R = \sqrt{a_t^2 + \left(\frac{v^2}{r}\right)^2}$.

ഈ പരിണത ത്വരണം ആരസദിശത്തോട് θ കോണളവ് ഉണ്ടാക്കുന്നതിനെ ചിത്രം 2.53 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

കോണളവ് ഇപ്രകാരം എഴുതാം $\tan\theta = \frac{a_t}{\left(v^2/r\right)}$.

ഉദാഹരണം 2.40

ഒരു വസ്തു 10 m വ്യാസാർദ്ധമുള്ള വൃത്തത്തിൽ നീങ്ങുന്നു. അതിന്റെ രേഖീയ വേഗത $v = 3t$ ഇവിടെ t സെക്കന്റിലും v m s^{-1} ലുമാണ്.

(a) t = 2 സെക്കന്റിൽ വസ്തുവിന്റെ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണവും, സ്പർശരേഖ ത്വരണവും കണ്ടു പിടിക്കുക.

(b) പരിണത ത്വരണത്തിന്റെയും വ്യാസാർദ്ധ വെക്റ്ററിന്റെയും ഇടയിലുള്ള കോൺ കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

t = 2 സെക്കന്റിൽ വസ്തുവിന്റെ രേഖീയവേഗം

$$v = 3t = 6\,m\,s^{-1}$$

t = 2 സെക്കന്റിൽ വസ്തുവിന്റെ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(6)^2}{10} = 3.6\,m\,s^{-2}$$

സ്പർശരേഖ ത്വരണം $a_t = \frac{dv}{dt} = 3\,m\,s^{-2}$

വ്യാസാർദ്ധ സദിശത്തിനും, പരിണത ത്വരണത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ

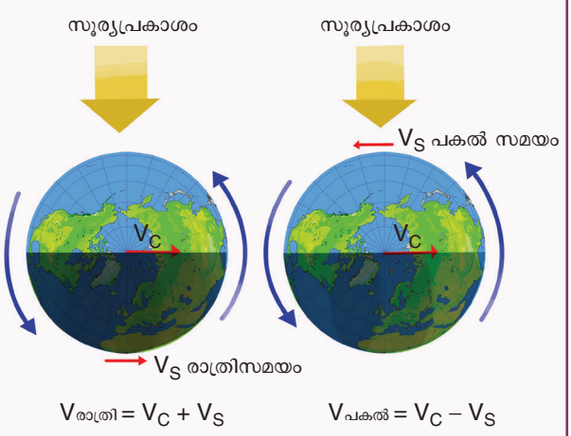
$$\tan\theta = \frac{a_t}{a_c} = \frac{3}{3.6} = 0.833$$

$$\theta = \tan^{-1}(0.833) = 0.69 \text{ റേഡിയൻ}$$

ഡിഗ്രിയിൽ $\theta = 0.69 \times 57.27° \approx 40°$

സൂര്യനുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ നാം രാവും പകലും ഒരേ വേഗതയിലാണോ സഞ്ചരിക്കുന്നത്?

ഭൂമി സൂര്യനെ ഒരു ദീർഘവൃത്താകാര പാതയിലാണ് ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നത്. സൂര്യനെ അപേക്ഷിച്ച് ഭൂമിയുടെ മധ്യഭാഗത്തെ പ്രവേഗത്തെ $\vec{v}_c$ എന്ന് കരുതാം. ഇത് ഭൂമിയുടെ സൂര്യനു ചുറ്റുമുള്ള ദീഘവൃത്താകാരമായ ഭ്രമണത്താൽ സംഭവിക്കുന്നതാണ്. അതേ സമയം ഭൂമിയും സ്വന്തം അച്ചു തണ്ടിൽ സ്വയം കറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഈ ചുറ്റൽ കാരണം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണ അക്ഷവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് $\vec{v}_c$ വേഗതയിൽ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു രാത്രി സമയങ്ങളിൽ $\vec{v}_c$ യും $\vec{v}_s$ യും എന്നിവ ഒരേ ദിശയിലോ അല്ലെങ്കിൽ പരസ്പരം ന്യൂനകോണിലോ ആണ്. അതിനാൽ രാത്രികാലങ്ങളിൽ സൂര്യനുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം $\vec{v}_{night} = \vec{v}_c + \vec{v}_s$ പകൽ സമയത്ത് $\vec{v}_c$ യും $\vec{v}_s$ യും വിപരീത ദിശകളിലോ, അധിക കോണിലോ ആയിരിക്കും. ആയതിനാൽ പകൽ സമയത്ത് സൂര്യനുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം $\vec{v}_{day} = \vec{v}_c - \vec{v}_s$ ഇതിൽ നിന്ന് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള ഏതൊരു വസ്തുവും പകൽ സമയത്തെ അപേക്ഷിച്ച് രാത്രികാലങ്ങളിൽ വേഗത കൂടുതലായിരിക്കും. ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണം മൂലമാണ് ഇത് സംഭവിക്കുന്നത്.



XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 93 21-07-2022 13:48:54

വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ ചലനാത്മക സമവാക്യങ്ങൾ

സ്ഥിരമായ കോണീയ ത്വരണത്തിൽ α, ഒരു വസ്തു വർത്തുള ചലനത്തിലാണെങ്കിൽ, രേഖീയ ചലനത്തിന് സമാനമായ രീതിയിൽ വർത്തുള ചലനത്തിനും സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതാം.

വർത്തുള ചലനത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രാരംഭ കോണീയ പ്രവേഗം ω_0 എന്നു കരുതുക t സമയത്തിനു ശേഷം അത് ω എന്ന അന്ത്യകോണീയ പ്രവേഗത്തിലെത്തുന്നു. ഈ കാലയളവിൽ കണികയുടെ കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം θ ആകുന്നു. കോണീയ പ്രവേഗത്തിന് വ്യത്യാസം വരുന്നതിനാൽ വസ്തു കോണീയ ത്വരണത്തെ α ആർജ്ജിച്ചിരിക്കും.

വിഭാഗം2.4.3 യിലുള്ള രേഖീയ ചലന സമവാക്യങ്ങളെപ്പോലെ വർത്തുള ചലന സമവാക്യങ്ങളും വളരെ എളുപ്പത്തിൽ എഴുതാവുന്നതാണ്.

രേഖീയ സ്ഥാനാന്തരണം (s) നെ കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം (θ) കൊണ്ടും.

പ്രവേഗം (v) യെ കോണീയ പ്രവേഗം (ω) കൊണ്ടും.

ത്വരണം (a) യെ കോണീയ ത്വരണം (α) കൊണ്ടും.

പ്രാരംഭ പ്രവേഗം (u) നെ പ്രാരംഭ കോണീയ പ്രവേഗം (ω_0) കൊണ്ടും മാറ്റാവുന്നതാണ്.

വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ താഴെയുള്ള പട്ടികയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

രേഖീയ ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ	വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ
$v = u + at$	$\omega = \omega_0 + \alpha t$
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$	$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
$v^2 = u^2 + 2as$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$
$s = \frac{(v+u)t}{2}$	$\theta = \frac{(\omega_0 + \omega)t}{2}$

കുറിപ്പ്

സ്ഥിര ത്വരണമുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് മാത്രമേ രേഖീയ ചലനത്തിന്റെ ചലനസമവാക്യങ്ങൾ ബാധകമാകൂ. ഇതുപോലെ സ്ഥിര കോണീയ ത്വരണമുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് മാത്രമേ വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ ബാധകമാകൂ.

ഉദാഹരണം 2.41

വർത്തുള ചലനത്തിലുള്ള കണികയുടെ കോണീയ ത്വരണം $\alpha = 0.2\,rad\,s^{-2}$.

(a) 5 സെക്കന്റിന് ശേഷം കണികയുടെ കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം എന്താണ്?

(b) t = 5 s സെക്കന്റിൽ കണികയുടെ കോണീയ പ്രവേഗം എന്താണ് (കണികയുടെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം പൂജ്യം എന്ന് കരുതുക).

ഉത്തരം

കണികയുടെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം $(\omega_0 = 0)$.

കണികയുടെ കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$\theta = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-1} \times 25 = 2.5\ rad$$

ഡിഗ്രിയിൽ

$$\theta = 2.5 \times 57.27° \approx 143°$$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 94 21-07-2022 13:48:56

സംഗ്രഹം

- റഫറൻസ് ഫ്രയിമിന് അനുസൃതമായി ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥിരാവസ്ഥ അല്ലെങ്കിൽ ചലനത്തെ നിർവചിക്കാം.
- ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ വസ്തുക്കളുടെ ചലനത്തെ പരമ്പരാഗതമായി വലംകൈ കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്കമാണ് പിന്തുടരുന്നത്
- രേഖീയ ചലനം വിശദീകരിക്കാൻ പോയിന്റ് മാസ് എന്ന ആശയം ഉപയോഗിക്കുന്നു.
- സദിശ അളവിന് പരിമാണവും, ദിശയും ഉണ്ട് എന്നാൽ അദിശത്തിന് പരിമാണം മാത്രമേ ഉള്ളൂ.
- സദിശത്തറിന്റെ നീളത്തെ പരിമാണം അഥവാ നോം എന്ന് വിളിക്കുന്നു.
- കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥയിൽ ഏക സദിശം പരസ്പരം ഓർത്തോഗോണൽ ആയിരിക്കും.
- സദിശങ്ങളുടെ സങ്കലനത്തിന് ത്രികോണ നിയമം അല്ലെങ്കിൽ സാമാന്തരിക നിയമം ഉപ യോഗിക്കാറുണ്ട്.
- കാർട്ടീഷൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥ അനുസരിച്ച് ഒരു സദിശത്തെ മൂന്ന് ഘടകങ്ങളായി വേർതിരിക്കാം.
- ഒരു സദിശത്തിന്റെ പരിമാണത്തെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം $\left|\vec{A}\right| = A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$
- രണ്ടു സദിശങ്ങൾ തുല്യമാണെങ്കിൽ അവയുടെ അനുബന്ധ ഘടകങ്ങളും വെവ്വേറെ തുല്യമാണ്.
- കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥ അനുസരിച്ച് ഒരു കണത്തിന്റെ സ്ഥാന സദിശം $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$
- രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ അദിശ ഗുണനം $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\theta$ (θ എന്നത് രണ്ട് സദിശങ്ങൾ ക്കിടയിലെ കോണളവാണ്)
- രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണനഫലം $\vec{A} \times \vec{B} = \left(AB\sin\theta\right)\hat{n}$. $\hat{n}$ ന്റെ ദിശ വലതു കൈവിരൽ നിയമം അല്ലെങ്കിൽ വലതു കൈ പിരിയാണി നിയമം ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്താം.
- ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ വിവിധ ആശയങ്ങൾ വിശദീകരിക്കാൻ അദിശ, സദിശ ഗുണനങ്ങൾ ഉപ യോഗിക്കുന്നു.
- ദൂരം എന്നത് കണിക സഞ്ചരിച്ച ആകെ പാതദൈർഘ്യവും സ്ഥാനാന്തരണം എന്നത് കണികയുടെ പ്രാരംഭ സ്ഥാനത്തിനും അന്തിമസ്ഥാനത്തിനു ംഇടയിലുള്ള വ്യത്യാസവുമാണ്. ദൂരം എന്നത് അദിശ അളവും സ്ഥാനാന്തരണം സദിശ അളവുമാണ്.
- ശരാശരി പ്രവേഗം $\vec{v}_{\text{ശരാശരി}} = \dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ എന്നും തൽക്ഷണ പ്രവേഗം $\vec{v} = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{r}}{dt}$ എന്നും നിർവചിക്കാം.
- ആക്കം $\vec{p} = m\vec{v}$ എന്ന് നിർവചിക്കാം.

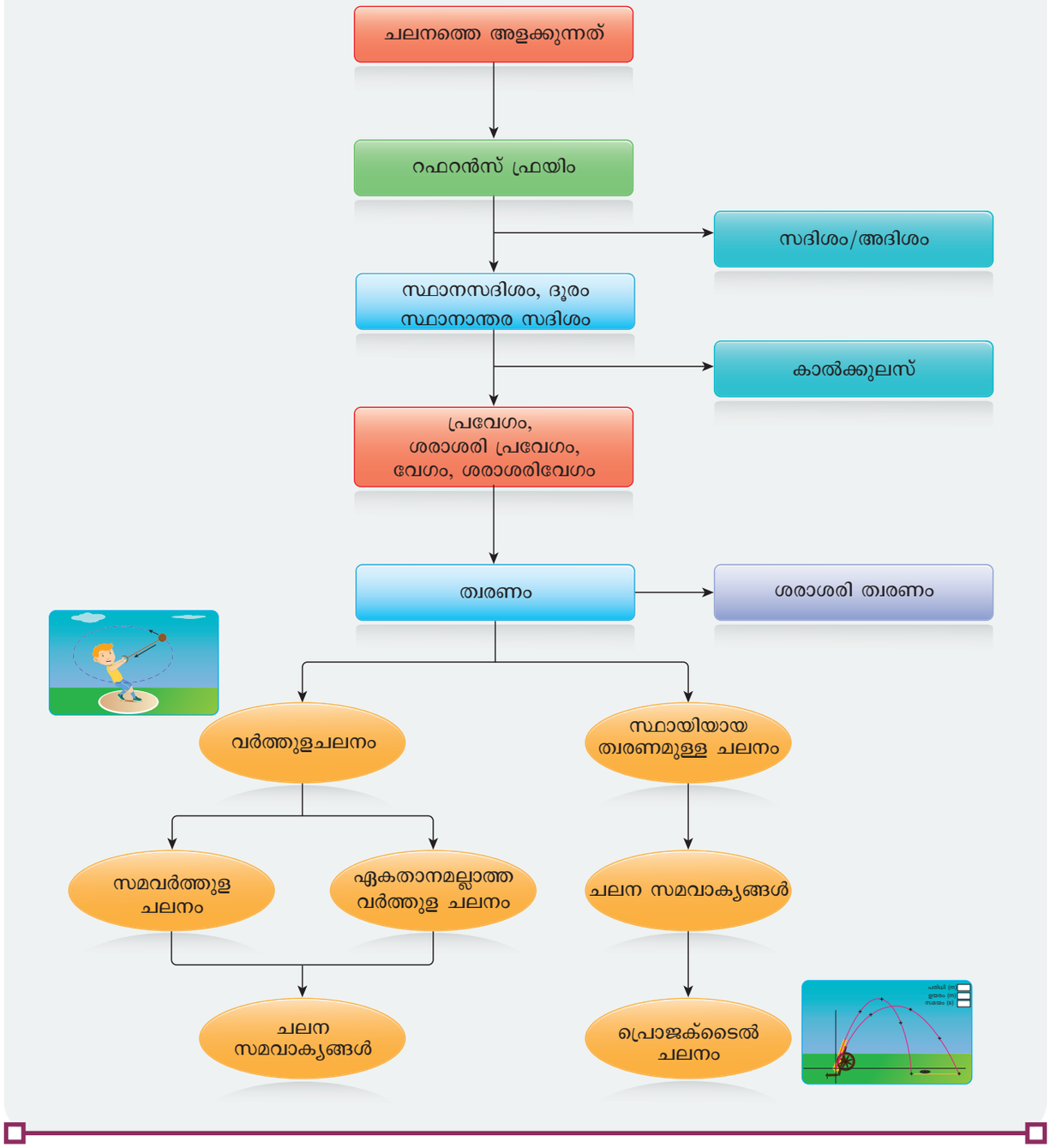
XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 95 21-07-2022 13:48:57

സംഗ്രഹം (തുടർച്ച)

- ശരാശരി ത്വരണം $\vec{a}_{\text{ശരാശരി}} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ എന്നും തൽക്ഷണ ത്വരണം $\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ എന്നും നിർവചിക്കുന്നു.
- സ്ഥിര ത്വരമുള്ള കണികയുടെ ചലനത്തെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ കൊണ്ട് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും.
- പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനത്തിൽ, ഏകതാന ത്വരമുള്ള വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്ന പാത ഒരു പരാബോള യാണ്.
- പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനത്തിൽ കണികയുടെ പരമാവധി ഉയരവും തിരശ്ചീന ദൂരവും ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണത്തിന് വ്യുൽക്രമാനുപാതത്തിലാണ്.
- കണികയുടെ കോണീയ സ്ഥാനാന്തരണം $\theta = \frac{s}{r}$ എന്നും കോണീയ പ്രവേഗം $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\theta}}{dt}$ എന്നു നിർവചിക്കാം
- രേഖീയ പ്രവേഗത്തിന്റെയും കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെയും ബന്ധം $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ ആണ്
- അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം $a_c = -\frac{v^2}{r}$ അഥവാ $-\omega^2 r$ എന്നു നിർവചിക്കാം. കൂടാതെ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം വ്യത്തകേന്ദ്രത്തെ നോക്കിയായിരിക്കും.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 96 21-07-2022 13:48:59

ആശയ ചിത്രീകരണം

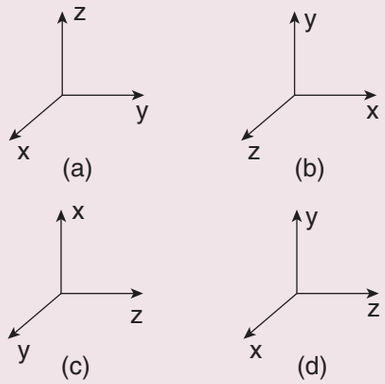


XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 97 21-07-2022 13:48:59

മൂല്യനിർണ്ണയം

I. ശരിയായ ഉത്തരം തിരഞ്ഞെടുത്ത് എഴുതുക

1. താഴെ പറയുന്ന ഏത് കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ പിന്തുടരുന്നില്ല?



2. താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ളവയിൽ ഏതാണ് ഏകസദിശം.

(a) $\hat{i}+\hat{j}$ (b) $\frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$

(c) $\hat{k}-\frac{\hat{j}}{\sqrt{2}}$ (d) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$

3. താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ളതിൽ അദിശ അളവ് അല്ലാത്തത് ഏതാണ്?

(a) മാസ്

(b) നീളം

(c) ആക്കം

(d) ത്വരണത്തിന്റെ പരിണാമം

4. m_1, m_2 രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ മാസ് യഥാക്രമം h_1, h_2 ഉയരത്തിൽ നിന്നും താഴെ വീഴുന്നു. അവ തറയിലെത്തുമ്പോൾ അവയുടെ ആക്കങ്ങളുടെ പരിമാണത്തിന്റെ അനുപാതം എന്താണ് (AIPMT 2012)

(a) $\sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$ (b) $\sqrt{\frac{m_1 h_1}{m_2 h_2}}$

(c) $\frac{m_1}{m_2}\sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$ (d) $\frac{m_1}{m_2}$

5. ഒരു വസ്തുവിന് നെഗറ്റീവ് പ്രവേഗവും നെഗറ്റീവ് ത്വരണവും ആണെങ്കിൽ അതിന്റെ വേഗം

(a) കൂടും (b) കുറയും

(c) സ്ഥിരമായിരിക്കും (d) പൂജ്യം

6. ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം $\vec{v} = 2\hat{i} + t^2\hat{j} - 9\vec{k}$ എന്നാൽ $t = 0.5$ s ൽ അതിന്റെ ത്വരണത്തിന്റെ പരിമാണം എന്ത്

(a) 1m s^{-2} (b) 2 m s^{-2}

(c) പൂജ്യം (d) -1 m s^{-2}

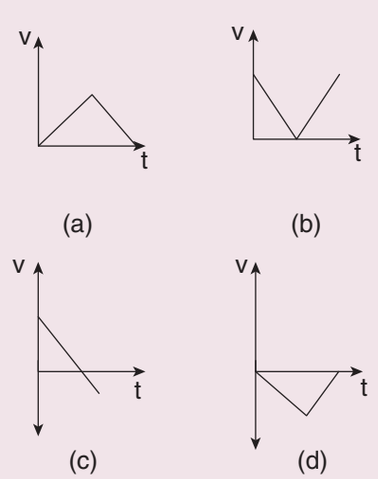
7. ഒരു വസ്തു കെട്ടിടത്തിന്റെ മുകളിൽ നിന്ന് താഴേക്ക്എറിയുന്നു.അത്4സെക്കന്റിൽതാഴെ എത്തുന്നു, എങ്കിൽ കെട്ടിടത്തിന്റെ ഉയരം എത്ര? (വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം അവഗണിക്കുക) ($g = 9.8\ ms^{-2}$)

(a) 77.3 m (b) 78.4 m

(c) 80.5 m (d) 79.2 m

8. v എന്ന പ്രവേഗത്തിൽ ഒരു പന്ത് ലംബമായി മുകളിലേക്ക് എറിയുന്നു t സമയത്ത് അത് തറയിലെത്തുന്നു. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഏത് v-t ഗ്രാഫാണ് ശരിക്കുള്ള ചലനത്തെ കാണിക്കുന്നത്? (NSEP 00-01)

FM6B3



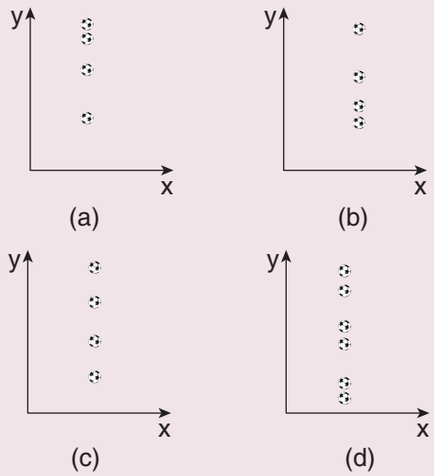
9. ഒരു വസ്തു ലംബമായി താഴേക്ക് പതിക്കുകയും മറ്റൊരു വസ്തുവിനെ അതേ ഉയരത്തിൽ നിന്ന് തിരശ്ചീനമായി എറിയുകയും ചെയ്താൽ, t സമയത്ത് അവ കടന്ന ലംബ ദൂരങ്ങളുടെ അനുപാതം എന്ത്

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 98 21-07-2022 13:49:01

(a) 1 (b) 2

(c) 4 (d) 0.5

10. ഒരു പന്ത് ഉയരത്തിൽ നിന്ന് താഴേക്ക് വീഴുന്നു ഇനിപ്പറയുന്നവയിൽ ഏതാണ് പന്തിന്റെ ശരിയായ ചലനത്തെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നത്?



11. xy പ്രതലത്തിൽ ഒരു വസ്തു ഘടികാര ദിശയിൽ സമവർത്തുള ചലനത്തിലാണെങ്കിൽ അതിന്റെ കോണീയ പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ

(a) +y ദിശയിൽ

(b) +z ദിശയിൽ

(c) -z ദിശയിൽ

(d) -x ദിശയിൽ

12. ഒരു വസ്തു സമവർത്തുള ചലനത്തിലാണെങ്കിൽ താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ഏത് പ്രസ്താവനയാണ് ശരിയായത് (NEET 2016)

(a) പ്രവേഗവും വേഗവും സ്ഥിരം .

(b) ത്വരണവും പ്രവേഗവും സ്ഥിരം.

(c) പ്രവേഗവും ത്വരണവും സ്ഥിരം.

(d) വേഗവും, ത്വരണത്തിന്റെ പരിമാണവും സ്ഥിരം.

II. ഹ്രസ്വ ഉത്തരമെഴുതുക

1. കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥ എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത്?

2. സദിശം നിർവ്വചിക്കുക ഉദാഹരണങ്ങൾ എഴുതുക

3. അദിശം നിർവചിക്കുക. ഉദാഹരണ ങ്ങൾ എഴുതുക

13. ഒരു വസ്തു u പ്രാരം വേഗതയോടെ ലംബമായി മുകളിലേക്ക് എറിയുകയാണെങ്കിൽ വസ്തു തിരികെ നിലത്തെത്താൻ എടുക്കുന്ന സമയം

(a) $\frac{u^2}{2g}$ (b) $\frac{u^2}{g}$

(c) $\frac{u}{2g}$ (d) $\frac{2u}{g}$

14. രണ്ടു വസ്തുക്കൾ യഥാക്രമം 30°, 60° കോണളവിൽ തിരശ്ചീന ദിശയിൽ വിക്ഷേപിക്കുന്നു. രണ്ടുവസ്തുക്കളുടെതിരശ്ചീനപരിധിയെ R_{30^0}, R_{60^0} എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇനിപ്പറയുന്നവയിൽ നിന്ന് ശരിയായ ബന്ധം തിരഞ്ഞെടുക്കുക

(a) $R_{30^0} = R_{60^0}$

(b) $R_{30^0} = 4R_{60^0}$

(c) $R_{30^0} = \frac{R_{60^0}}{2}$

(d) $R_{30^0} = 2\ R_{60^0}$

15. ഒരു ഗ്രഹത്തിന്റെ 50 ഉയരത്തിൽ നിന്ന് ഒരു വലതുതാഴേക്ക്പതിക്കുന്നു. അത്t=2 സെക്കന്റിൽ അത് താഴെ എത്തുന്നു. എങ്കിൽ ഗ്രഹത്തിന്റെ ഭൂഗുരുത്വ ത്വരണം എത്രയാണ്

(a) $g = 20\ m\ s^{-2}$ (b) $g = 25\ m\ s^{-2}$

(c) $g = 15\ m\ s^{-2}$ (d) $g = 30\ m\ s^{-2}$

ഉത്തരങ്ങൾ

1) d	**2)** d	**3)** c	**4)** c	**5)** a
6) a	**7)** b	**8)** c	**9)** a	**10)** a
11) c	**12)** d	**13)** d	**14)** a	**15)** b

4. രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ അദിശ ഗുണനത്തെപ്പറ്റി ഹ്രസ്വ കുറിപ്പ് എഴുതുക.

5. രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണനത്തെപ്പറ്റി ഹ്രസ്വകുറിപ്പ് എഴുതുക.

6. രണ്ടു സദിശങ്ങൾ പരസ്പരം ലംബമായിരിക്കും എന്ന് എങ്ങനെ അനുമാനിക്കാം?

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 99 21-07-2022 13:49:04

7. സ്ഥാനാന്തരണവും, ദൂരവും നിർവ്വചിക്കുക.
8. പ്രവേഗവും, വേഗവും നിർവ്വചിക്കുക.
9. ത്വരണം നിർവചിക്കുക.
10. പ്രവേഗത്തിനും ശരാശരി പ്രവേഗത്തിനു മുള്ള വ്യത്യാസം എഴുതുക.
11. ഒരു റേഡിയനെ നിർവ്വചിക്കുക.
12. കോണീയ സ്ഥാനാന്തരവും കോണീയ പ്രവേഗവും നിർവ്വചിക്കുക.
13. ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനം എന്നാൽ എന്ത്?
14. പരിക്രമണ ചലനത്തിന്റെ ചലന സമവാക്യ ങ്ങൾ എഴുതുക.
15. ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനത്തിൽ, പരിണത ത്വരണത്തിനും വ്യാസാർദ്ധ സദിശ ത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള കോണളവിന്റെ സൂത്ര വാക്യം എഴുതുക.

III. വിശദമായി ഉത്തരമെഴുതുക

1. ഏകതാനവെക്റ്റർ സങ്കലനത്തിന്റെ ത്രികോണ നിയമം വിശദമായി വിവരിക്കുക.
2. അദിശം, സദിശ ഗുണങ്ങളുടെ സവിശേഷ തകൾ ചർച്ച ചെയ്യുക.
3. ത്വരണം സ്ഥായിയായുള്ള വസ്തുവിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുക.
4. താഴെപ്പറയുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ചലന സമ വാക്യങ്ങളെ അനുമാനിക്കുക (a) ലംബമായി താഴെ പതിക്കുന്ന വസ്തു (b) ലംബമായി എറിയുന്ന വസ്തു
5. തിരശ്ചീന ദിശയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ചരിഞ്ഞ കോണിൽ θ എറിയുന്ന പ്രൊജക്ടൈലിന്റെ ചലന സമവാക്യങ്ങൾ, തിരശ്ചീന പരിധികൂടാ തെ പരമാവധി ഉയരം എന്നിവയെ അനുമാനി ക്കുക.
6. അഭികേന്ദ്ര ത്വരണത്തിന്റെ സമവാക്യത്തെ അനുമാനിക്കുക.
7. ഏകതാനമല്ലാത്ത വർത്തുള ചലനത്തിൽ പരി ണത ത്വരണത്തിന്റെ സമവാക്യത്തെ അനു മാനിക്കുക.

IV. അഭ്യാസങ്ങൾ

1. ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാന സദിശത്തിന്റെ നീളം 1m അത് x-അക്ഷത്തിൽ നിന്ന് 30^0 കോണ ളവിൽ ഉള്ളത്. എങ്കിൽ സ്ഥാന സദിശ നീള ങ്ങൾ x അക്ഷത്തിലും y അക്ഷത്തിലും എത്രയായിരിക്കും?

[ഉത്തരം: $l_x = \frac{\sqrt{3}}{2}, l_y = 0.5$]

2. ഒരു വസ്തു അതിന്റെ സ്ഥാനം $\vec{r}_1 = 3\hat{i} + 4\hat{j}$ ൽ നിന്നും $\vec{r}_2 = \hat{i} + 2\hat{j}$. വിലേക്ക് നീങ്ങുന്നു എങ്കിൽ അതിന്റെ സ്ഥാനാന്തര സദിശം $\left(\Delta\vec{r}\right)$ കണക്കാക്കുക. $\vec{r}_1$, $\vec{r}_2$, $\Delta\vec{r}$ നെ ദ്വിമാന കാർട്ടീഷ്യൻ നിർദ്ദേശാങ്ക വ്യവസ്ഥയിൽ വരയ്ക്കുക.

[ഉത്തരം: $\Delta\vec{r} = -2\hat{i} - 2\hat{j}$]

3. ഒരു വസ്തു t=5 സെക്കന്റിൽ സ്ഥാന സദിശം $\vec{r}_1 = 5\hat{i} + 6\hat{j}$ യിൽ നിന്നും സ്ഥാന സദിശം $\vec{r}_2 = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ യിലേക്ക് മാറുന്നു. എങ്കിൽ അതിന്റെ ശരാശരി പ്രവേഗത്തിനെ കണക്കാക്കുക .

[ഉത്തരം: $\vec{v}_{\text{ശരാശരി}} = -\frac{3}{5}\left(\hat{i} + \hat{j}\right)$]

4. തന്നിരിക്കുന്ന സദിശം $\vec{r} = 3\hat{i} + 2\hat{j}$ നെ ഏക സദിശമായി മാറ്റുക.

[ഉത്തരം: $\hat{r} = \frac{\left(3\hat{i} + 2\hat{j}\right)}{\sqrt{13}}$]

5. തന്നിരിക്കുന്ന രണ്ടു സദിശങ്ങളുടെ സദിശ ഗുണനഫലം എന്താണ്

$\vec{A} = 4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = 5\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$?

[ഉത്തരം: $5\hat{i} + 21\hat{j} + 22\hat{k}$

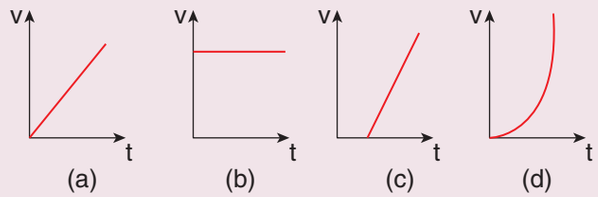
6. ഒരു വസ്തുവിനെ തിരശ്ചീന ദിശയിൽ നിന്ന് ഏത് കോണളവിൽ എറിയുമ്പോൾ അതിന്റെ

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 100 21-07-2022 13:49:06

തിരശ്ചീന പരിധി പരമാവധി ഉയരത്തെപ്പോലെ 4 മടങ്ങായിരിക്കും?

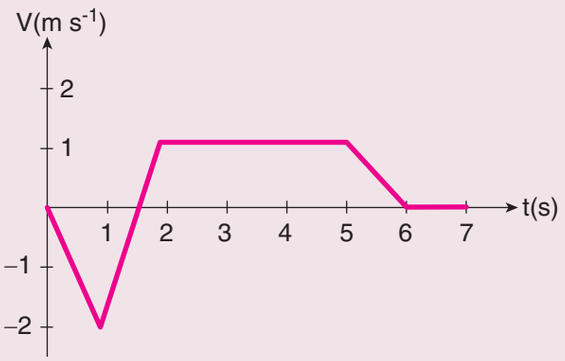
[ഉത്തരം: $\theta = 45°$]

7. താഴെപ്പറയുന്ന ഗ്രാഫുകൾ പ്രവേഗ സമയ ഗ്രാഫിനെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ നിന്ന് കണിക ഏത് തരത്തിലുള്ള ചലനത്തിന് വിധേയമാകുമെന്ന് തിരിച്ചറിയുക.



[ഉത്തരം: (a) $\vec{a}$ = സ്ഥിരം (b) $\vec{v}$ = സ്ഥിരം
(c) $\vec{a}$ = സ്ഥിരം പക്ഷേ a ക്കാൾ കൂടുതലാണ്
(d) $\vec{a}$] പരിവർത്തിതങ്ങൾ

8. പോസിറ്റീവ് x–അക്ഷത്തിൽ കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു കണികയുടെ പ്രവേഗ സമയ ഗ്രാഫാണ് താഴെ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് 0 മുതൽ 7 സെക്കന്റ് വരെയുള്ള ചലനത്തെ വിശകലനം ചെയ്യുക. കൂടാതെ 0 മുതൽ 2 സെക്കന്റ് വരെ കണിക സഞ്ചരിച്ച സ്ഥാനാന്തരവും ദൂരവും കണക്കാക്കുക.



[ഉത്തരം: ദൂരം=1.75 m, സ്ഥാനാന്തരം = -1.25 m]

9. തിരശ്ചീനദിശയുമായിബന്ധപ്പെട്ട്ഒരുകണിക θ കോണിൽ വിക്ഷേപിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ അടി സ്ഥാനത്തിൽ താഴെയുള്ളവയെ ചേരുംപടി ചേർക്കുക.

(a) v_x– കുറയുകയും കൂടുകയും ചെയ്യും

(b) v_y– സ്ഥിരമാണ്

(c) ത്വരണം–മാറുന്നു

(d) സ്ഥാനവെക്റ്റർ– താഴേക്ക് തുടരുന്നു

[ഉത്തരം: v_x =സ്ഥായിയാണ്,
v_y = കുറയുകയും കൂടുകയും ചെയ്യും
a = താഴേക്ക് തുടരുന്നു
r = മാറുന്നു]

10. നിലത്തെ ജലധാര അതിനു ചുറ്റുമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ വെള്ളം തെളിക്കുന്നു. ജലധാരയിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ വേഗം v ആണെങ്കിൽ നനഞ്ഞ ജലധാരയ്ക്ക് ചുറ്റുമുള്ള മൊത്തം വിസ്തീർണ്ണം കണക്കാക്കുക.

[ഉത്തരം: വിസ്തീർണ്ണം = $\frac{\pi v^4}{g^2}$]

11. വ്യത്യസ്ത ഗ്രഹങ്ങളിൽ എറിയുമ്പോൾ താഴെപ്പറയുന്ന പട്ടിക ഒരു കണികയുടെ തിരശ്ചീന പരിധി നൽകുന്നു. എല്ലാ കണികയും തിരശ്ചീനമായും ഒരേ പ്രാരംഭ വേഗത്തിലും ഒരേകോണിലുംഎറിയുന്നുഭൂഗുരുത്വത്വരണം അനുസരിച്ച് ഗ്രഹങ്ങളെ ആരോഹണ ക്രമത്തിൽ ക്രമീകരിക്കുക.

ഗ്രഹം	പരിധി
വ്യാഴം	50 m
ഭൂമി	75 m
മാർസ്	90 m
മെർക്കുറി	95 m

[ഉത്തരം: $g_{\text{വ്യാഴം}}$ ഏറ്റവും കൂടുതൽ, $g_{\text{മെർക്കുറി}}$ ഏറ്റവും കുറവ്]

12. രണ്ടു വെക്റ്ററുകൾ A യും Bയും അവയുടെ പരിണതഫലം വെക്റ്റർ A യ്ക്ക് ലംബമാണ്, കൂടാതെ അവയുടെ പരിമാണം വെക്റ്റർ B. യുടെ പരിമാണത്തിന് പകുതിയളവാണ്. എങ്കിൽ A, B എന്നിവ തമ്മിലുള്ള കോൺ

a) 30° b) 45° c) 150° d) 120°

[ഉത്തരം: $\theta = 150°$]

13. തന്നിരിക്കുന്ന വെക്റ്റർ സമവാക്യങ്ങളുടെ ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുക

a) $T\hat{j} - mg\hat{j} = ma\hat{j}$ b) $\vec{T} + \vec{F} = \vec{A} + \vec{B}$

c) $\vec{T} - \vec{F} = \vec{A} - \vec{B}$ d) $T\hat{j} + mg\hat{j} = ma\hat{j}$

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 101 21-07-2022 13:49:09

[ഉത്തരം: (a) $T - mg = ma$
(b) $T_x + F_x = A_x + B_x$ തുടങ്ങിയവ]

14. $\vec{A} = 5\hat{i} - 3\hat{j}, \vec{B} = 4\hat{i} + 6\hat{j}$ വെക്റ്ററുകളെ വശങ്ങളായി ഉള്ള ത്രികോണത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം കണക്കാക്കുക

[ഉത്തരം: വിസ്തീർണ്ണം = 21 യൂണിറ്റുകളുടെ വർഗ്ഗം]

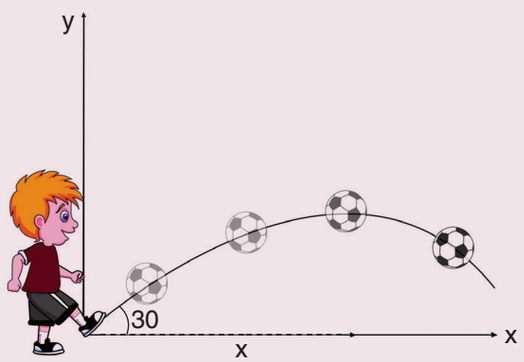
15. 24 മണിക്കൂറിനുള്ളിൽ ഭൂമി ഒരു പരിക്രമണംപൂർത്തിയാക്കുകയാണെങ്കിൽ,ഒരുമണിക്കൂറിനുള്ളിൽ ഭൂമി എത്തുന്ന കോണീയ സ്ഥാനാന്തരംകണക്കാക്കുക.നിങ്ങളുടെഉത്തരത്തിനെ റേഡിയനിലും ഡിഗ്രിയിലും എഴുതുക

[ഉത്തരം: $\theta = 15^\circ$ *അല്ലെങ്കിൽ* $\frac{\pi}{12}$]

16. തിരശ്ചീന ദിശക്കു മുകളിലായി 30^0 കോണളവിൽ $5\ m\ s^{-1}$ പ്രാരംഭ വേഗത്തിൽ ഒരു വസ്തു എറിയപ്പെടുന്നു. ആ വസ്തു എത്തിച്ചേരുന്ന പരമാവധി ഉയരവും തിരശ്ചീന പരിധിയും കണ്ടെത്തുക?

[ഉത്തരം: ഉയരം = 0.318 m പരിധി =2.21 m]

17. ഒരു ഫുട്ബോൾ കളിക്കാരൻ $20\ ms^{-1}$ പ്രവേഗത്തിൽ തിരശ്ചീന ദിശയ്ക്ക് 30° കോണളവിൽ പന്തിനെ തട്ടുന്നു. പന്തിന്റെ ചലനം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഗോൾ പോസ്റ്റ് കളിക്കാരനിൽ നിന്ന് 40 m ദൂരത്താണുള്ളത്. പന്ത് ഗോൾപോസ്റ്റിൽ എത്തുമോ എന്ന് കണ്ടെത്തുക?



[ഉത്തരം: പന്ത് ഗോൾ പോസ്റ്റിൽ എത്തുന്നില്ല തിരശ്ചീനപരിധി =35.3 m]

18. 100 M ഉയരമുള്ള കെട്ടിടത്തിന്റെ മുകളിൽ നിന്ന് 10 m s^{-1} പ്രാരംഭ വേഗത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിനെ തിരശ്ചീനദിശയിൽ വിക്ഷേപിക്കുന്നു. വസ്തു എത്തിച്ചേരുന്ന തിരശ്ചീന പരിധി എത്രയാണ്?

[ഉത്തരം: R= 45 m]

19. സമവർത്തുള ചലനത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ കോണീയ വേഗം $\frac{\pi}{12}$ റേഡിയൻ t=0 യിൽ വസ്തു $\theta = 0$ കോണിൽ ചലനം ആരംഭിക്കുന്നു. 4 സെക്കന്റിന് ശേഷം വസ്തുവിന്റെ കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം എത്രയാണ്?

[ഉത്തരം: 60°]

20. x–അക്ഷത്തെ കിഴക്കു ദിശയായും, y–അക്ഷത്തെ വടക്കു ദിശയായും z–അക്ഷത്തെ ലംബമായി മുകളിലേക്കും എന്ന് കരുതുക. താഴെപ്പറയുന്ന ഓരോ കണികയെയും വെക്റ്റർ രീതിയിൽ എഴുതുക.

a) 5 m വടക്കു കിഴക്കും 2 m മുകളിലേക്കും

b) 4 m തെക്കു കിഴക്കും 3 m മുകളിലേക്കും

c) 2 m വടക്കു പടിഞ്ഞാറും 4 m മുകളിലേക്കും

[ഉത്തരം: (a) $\frac{5\left(\hat{i}+\hat{j}\right)}{\sqrt{2}} + 2\hat{k}$

(b) $\frac{4\left(\hat{i}-\hat{j}\right)}{\sqrt{2}} + 3\hat{k}$ (c) $-\hat{i}+\hat{j})\sqrt{2} + 4\hat{k}$

21. 27 ദിവസത്തിലൊരിക്കൽ ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ പരിക്രമണം ചെയ്യുന്നു. എങ്കിൽ പ്രതിദിനം ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ സഞ്ചരിച്ച കോണളവ് എത്രയാണ്?

[ഉത്തരം: 13°3']

22. m മാസ്സുള്ള വസ്തുവിന്റെ കോണീയ ത്വരണം $\alpha = 0.2\ rad\ s^{-2}$. 3 സെക്കന്റിനു ശേഷം ആ വസ്തു സഞ്ചരിച്ച കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം എന്താണ്?(വസ്തുപൂജ്യംകോണിലുംപൂജ്യം കോണീയ പ്രവേഗത്തിലുമാണ് ആരംഭിച്ച തെന്ന് കരുതുക.

[ഉത്തരം: 0.9 റേഡിയൻ അഥവാ 51°]

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 102 21-07-2022 13:49:10

പരാമർശ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ

1. Charles Kittel, Walter Knight, Malvin Ruderman, Carl Helmholtz and Moyer, *Mechanics,* 2nd edition, Mc Graw Hill Pvt Ltd,
2. A.P.French, *Newtonian Mechanics,* Viva-Norton Student edition
3. SomnathDatta, *Mechanics,* Pearson Publication
4. H.C.Verma, *Concepts of physics* volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publishers
5. Serway and Jewett, *Physics for scientist and Engineers with modern physics*, Brook/Coole publishers, Eighth edition
6. Halliday, Resnick & Walker, *Fundamentals of Physics*, Wiley Publishers, 10th edition

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 103 21-07-2022 13:49:10

ICT കോർണർ

പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം

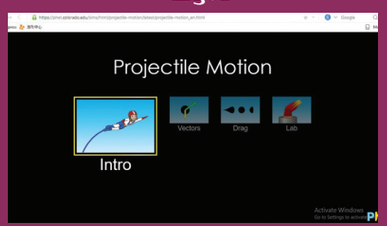
ലക്ഷ്യം നോക്കിയുള്ള പ്രഹരം ഈ പ്രവർത്തനം കൊണ്ട് നിങ്ങൾക്ക് പ്രവേഗമാറ്റം പ്രൊജക്ഷന്റെ ഇതര കോണളവ് കൂടാതെ പരിധി എന്നിവയെ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും



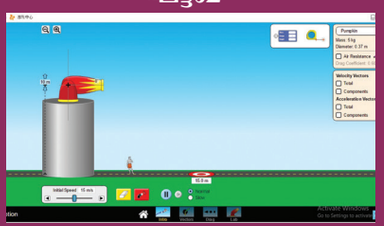
നിലകൾ:

- തന്നിട്ടുള്ള URL അല്ലെങ്കിൽ QR കോഡിനെ സ്കാൻ ചെയ്യുമ്പോൾ നിങ്ങൾക്ക് PhET പ്രൊജക്ടൈൽ ചലനം എന്ന സിമുലേഷൻ പേജിലോട്ട് പോകാം. ഇൻട്രോ എന്നതിനെ ക്ലിക്ക് ചെയ്ത് പ്രവർത്തനത്തെ തുടങ്ങാം.
- ചുവന്ന് നിറത്തിലുള്ള ഷൂട്ട്ബട്ടൺ അമർത്തുക. പീരങ്കി പുറന്തള്ളുന്ന പന്ത് അതിന്റെ ലക്ഷ്യത്തിന്റെ എത്തുകയും വേണം.
- സിലിണ്ടറിന്റെ ഉയരത്തെ മാറ്റുന്നതിന് 'up & down' ക്ലിക്ക് ചെയ്യുക പന്തിന്റെ വേഗത്തെ കുറയ്ക്കാനോ കൂട്ടാനോ ഇടതു ബട്ടണും വലതു ബട്ടണും ക്ലിക്ക് ചെയ്യുക.
- ലക്ഷ്യ പെട്ടിയെ നിരക്കി ലക്ഷ്യത്തിലെത്തുന്ന സമയം, പരിധി കൂടാതെ ഉയരത്തെ അളക്കാവുന്നതാണ്. പീരങ്കി പുറന്തള്ളുന്ന പന്തിന്റെ പരിധിയെ മീറ്റർ ടേപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാം. പ്രവേഗത്തെയും ത്വരണത്തെയും അറിയുന്നതിന് മുകൾ ഭാഗത്ത് വലതുവശത്തെത പെട്ടികളെ ക്ലിക്ക് ചെയ്യുക.

ഘട്ടം1



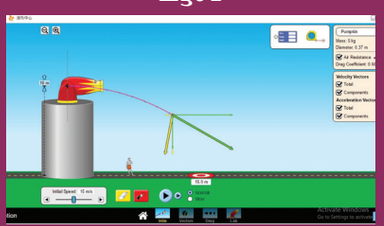
ഘട്ടം2



ഘട്ടം3



ഘട്ടം4



ടൈംലൈൻ പ്രോജക്ടിന്റെ URL:

https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_en.html

* ചിത്രങ്ങൾ അടയാളങ്ങൾക്ക് മാത്രം.

* **ഫ്ളാഷ് പ്ലേയർ അല്ലെങ്കിൽ ജാവാ സ്ക്രിപ്റ്റ്** ആവശ്യമെങ്കിൽ അനുവദിക്കുക.

XI Std Physics Chapter-2 (Part-2) Vol-1 Malayalam.indd 104 21-07-2022 13:49:12

അദ്ധ്യായം

3

ചലന നിയമങ്ങൾ

"പ്രാരംഭത്തിൽ ഒരു യന്ത്രവിജ്ഞാനം ഉണ്ടായിരുന്നു" – വോൺലൂയി

പഠന ഉദ്ദേശങ്ങൾ

ഈ പാഠത്തിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാവുന്നവ

- ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾ
- ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങളെ ബന്ധപ്പെടുത്തുന്ന യുക്തി
- ഫ്രീ ബോഡി ചിത്രം അതിനു ബന്ധപ്പെട്ട കണക്കുകൾ
- ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം
- ഘർഷണ നിയമത്തിന്റെ പങ്ക്
- അപകേന്ദ്ര ബലങ്ങളും അഭികേന്ദ്ര ബലങ്ങളും
- അഭികേന്ദ്ര ബലങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം

AWX3Z

3.1 ആമുഖം

പ്രതലത്തിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും മറ്റെല്ലാ വസ്തുക്കളുമായി സംവദിക്കുന്നു. തണുത്ത കാറ്റ് മരങ്ങളുമായി സംവദിക്കുന്നു. മരം ഭൂമിയുമായി സംവദിക്കുന്നു. യഥാർത്ഥത്തിൽ എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഒന്നിനൊന്ന് സംവദിക്കുന്നു. എന്നാൽ മനുഷ്യർ പ്രകൃതിയുമായിഇടപെടുന്നതുംമറ്റുജീവജാലങ്ങൾപ്രകൃതിയുമായി ഇടപെടുന്നതും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്ത്? മനുഷ്യരുടെ ഇടപെടലിനു പ്രത്യേക ഗുണം ഉണ്ട്. നാം പ്രകൃതിയുമായി സമ്പർക്കത്തിലേർപ്പെടുന്നതോടൊപ്പം പ്രകൃതിയുടെ പ്രതിഭാസങ്ങളെ ശാസ്ത്രീയമായി മനസ്സിലാക്കി വിശദീകരിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നു.

മനുഷ്യന്റെ പൂർവ്വ ചരിത്രം എടുത്താൽ ഏറ്റവും അധികം ആകാംക്ഷയോടെ അന്വേഷിക്കപ്പെട്ട ചോദ്യം "എങ്ങനെയാണ് വസ്തുക്കൾ ചലിക്കുന്നത്"? "എന്തുകൊണ്ടാണ് അവ ചലിക്കുന്നത്"? ആശ്ചര്യപരമായി ഇത്തരം ലഘുവായ ചോദ്യങ്ങളാണ് പ്രാചീന നാഗരികതയിൽ നിന്നും ആധുനിക സാങ്കേതിക യുഗമായ 21-ാം നൂറ്റാണ്ടിലേക്കുള്ള പുരോഗതിക്ക് വഴി തെളിച്ചത്.

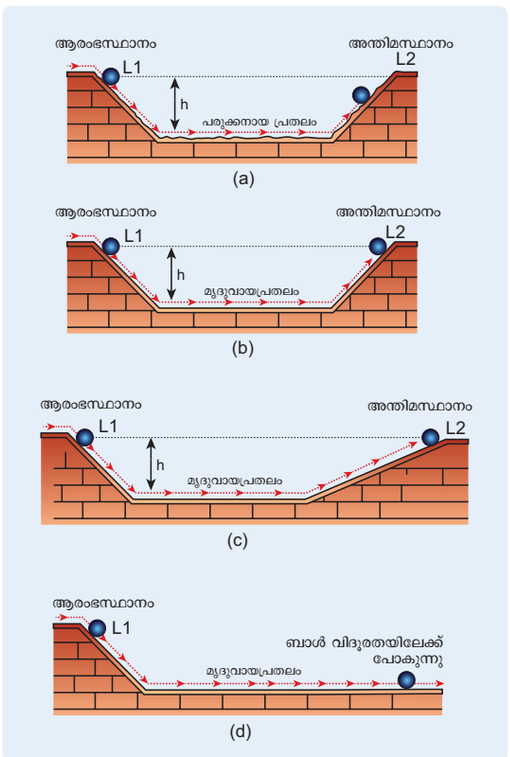
ഒരു വസ്തുവിനെ ഉന്തുകയോ വലിക്കുകയോ ചെയ്താൽ അത് ചലിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഒരു പുസ്തകം നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതിൻമേൽ ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതുവരെ അത് അതേ നിലയിൽ തുടരുന്നു. 2500 വർഷങ്ങൾക്കു മുൻപ് ഒരു പ്രശസ്തനായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ അരിസ്റ്റോട്ടിൽ "ബലം ചലനത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു" എന്നു പറഞ്ഞു. ഇത് ഒരു സാമാന്യ ബോധം കൊണ്ടുള്ള വാക്കാണ്. എന്നാൽ ഒരു സാമാന്യ ബോധം കൊണ്ടു മാത്രം ഒരു ശാസ്ത്രീയ ഉത്തരം കണ്ടുപിടിക്കാനാകില്ല. അതിന് മൂല്യാധിഷ്ഠിതമായ പരീക്ഷണങ്ങളുപയോഗിച്ചുള്ള തെളിവ് ആവശ്യമാണ്.

15-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഗലീലിയോ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ഒരു ശ്രേണി തന്നെ നിരത്തി അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ആശയത്തെ വെല്ലുവിളിച്ചു. അദ്ദേഹം പറഞ്ഞത് ചലനത്തിന് ബലം ആവശ്യമില്ല എന്നാണ്.

ഗലീലിയോ താഴെ പറയുന്ന ഒരു ലഘു പരീക്ഷണത്തിലൂടെ തന്റെ ആശയം തെളിയിച്ചു. ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിനു മുകളിൽ നിന്നും ഒരു ബാൾ ഉരുണ്ടു താഴെ വരുമ്പോൾ നിലത്ത് തൊട്ടിട്ടും വീണ്ടും അത് ഉരുളുന്നു. അത് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ അതേ കോണിലുള്ള മറ്റൊരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 105 21-07-2022 13:52:45

ചിത്രം 3.1(a) ചരിഞ്ഞ പ്രതലങ്ങൾ 2 കൂടുതൽ മൃദുവാക്കിയാൽ ബാൾ കൂടുതൽ ഉയരത്തിൽ എത്തുന്നു, ഏകദേശം ആദ്യത്തെ പ്രതലം (L1) നു സമമായ ഉയരത്തിൽ എത്തുന്നു. ചിത്രം 3.1(b) രണ്ടാമത്തെ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ കോൺ അളവ് കുറയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ ബാൾ അതേ ഉയരം എത്തുന്നതിനായി കൂടുതൽ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ചിത്രം 3.1 (c) എന്നാൽ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലെ കോൺ പൂജ്യമായാൽ ബാൾ ഉരുണ്ട് തിരശ്ചീന ദിശയിൽ വളരെ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നു. ചിത്രം 3.1(d). അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ആശയം ശരിയായിരുന്നെങ്കിൽ ബാൾ രണ്ടാമത്തെ പ്രതലത്തിലൂടെ വളരെ ദൂരം സഞ്ചരിക്കില്ലായിരുന്നു. കാരണം എത്രതന്നെ മൃദുവായ പ്രതലമായാലും ഒരു ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കാതെ വസ്തു സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല എന്നതാണല്ലോ അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ആശയം.



ചിത്രം3.1 ഗലീലിയോയുടെ പരീക്ഷണം (a) ഒരേ ചരിവിലുള്ള കോണം (b) പ്രതലം കൂടുതൽ മിനുസപ്പെടുത്തുമ്പോൾ (c) കോൺ അളവ് വളരെ കുറയ്ക്കുന്ന ചരിവ് (d) ചരിവ് പൂജ്യം കോൺ അളവ്

ഈ ലഘു പരീക്ഷണത്തിൽ നിന്ന് ഗലീലിയോ തെളിയിച്ചത് ചലനത്തിന് ബലം ആവശ്യമില്ല എന്നാണ്. ബലം പ്രയോഗിക്കാതിരുന്നാലും വസ്തു ചലിക്കുന്നു.

ചുരുക്കത്തിൽ അരിസ്റ്റോട്ടിൽ ചലനത്തെ ബലവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തുന്നു. എന്നാൽ ഗലീലിയോ ബലത്തിനും ചലനത്തിനും ബന്ധമില്ലെന്ന് തെളിയിച്ചു.

ZU6LA

3.2 ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾ

ന്യൂട്ടൻ ഗലീലിയോയുടെയും കെപ്ലർ, കോപ്പർനിക്കസ് എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെയും കാഴ്ചപ്പാടുകൾ വിശകലനം ചെയ്ത് ചലനത്തെ കുറിച്ച് കൂടുതൽ ആഴത്തിൽ ചില പഠനങ്ങൾ നടത്തി മൂന്ന് നിയമങ്ങൾ നൽകി.

3.2.1 ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയമം

എല്ലാ വസ്തുക്കളും അതിന്മേൽ ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതുവരെ അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയെയോ ഏകസമാന ചലനത്തെയോ (സ്ഥിര പ്രവേഗത്തിൽ) തുടർന്നുകൊണ്ടേയിരിക്കും

ഇത്തരത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിന് അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയോ, ചലനാവസ്ഥയോ സ്വയം മാറ്റാനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയെ ജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു. ചുറ്റുപാടിനനുസരിച്ച് ജഡത്വത്തെ മൂന്നായി തരം തിരിക്കാം.

1. **നിശ്ചലജഡത്വം:** നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ (നിർത്തിയിട്ടിരിക്കുന്ന) ഉള്ള ബസ് പെട്ടെന്ന് സ്റ്റാർട്ട് ചെയ്യുമ്പോൾ ബസിലെ യാത്രക്കാർ പെട്ടെന്ന് പിന്നിലോട്ട് പോകുന്നു. ജഡത്വം കാരണം ബസ്സിലിരിക്കുന്ന ആൾക്കാരുടെ ശരീരം ഇപ്പോഴും

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 106 21-07-2022 13:52:45



ചിത്രം 3.2 നിശ്ചല ജഡത്വത്തിന്റെ ഫലമായി ബസ്സിലെ യാത്രക്കാർ പിന്നിലോട്ട് തള്ളപ്പെടുന്നു

നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാണ്. ബസ് മുന്നിലോട്ട് പോകുമ്പോൾ ആൾക്കാർ പിന്നിലോട്ട് പോകുന്നു. ചിത്രം 3.2. ഒരു വസ്തുവിന് സ്വയം അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയെ മാറ്റാനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയെ നിശ്ചലജഡത്വം എന്നുപറയുന്നു.

2. **ചലന ജഡത്വം:** ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ബസ് പെട്ടെന്ന് നിർത്തുമ്പോൾ അതിലുള്ള യാത്രക്കാർ മുന്നിലോട്ട് തള്ളപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ ബസ് പെട്ടെന്ന് നിർത്തുമ്പോൾ അതിലെ യാത്രക്കാർ അപ്പോൾ മുന്നിലോട്ട് ചലിക്കുകയാണ്, കാരണം ജഡത്വമാണ്. ചിത്രം 3.3 ഒരു വസ്തുവിന് സ്വയം അതിന്റെ സ്ഥിരവേഗത കുറയ്ക്കാനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയെ ചലന ജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു.

3. **ദിശയുടെ ജഡത്വം :** ഒരു കല്ലെടുത്ത് ഒരു നൂലിൽ കെട്ടി ചുഴറ്റുക. പെട്ടെന്ന് നൂൽ പൊട്ടുകയാണെങ്കിൽ കല്ല് അതിന്റെ വർത്തുള ചലന

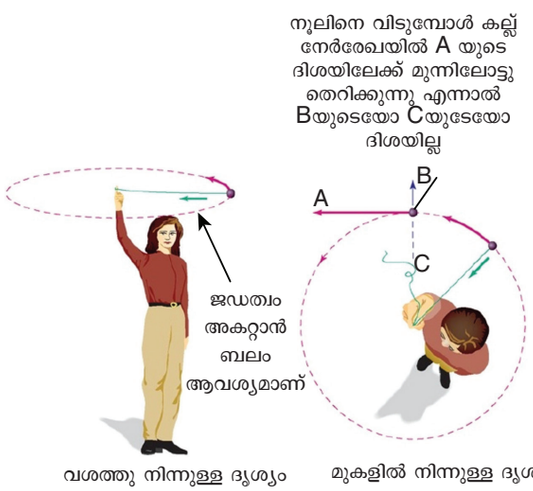


ചിത്രം 3.3 ചലന ജഡത്വത്താൽ യാത്രാക്കാർ ബസ്സിൽ മുന്നിലോട്ട് തള്ളപ്പെടുന്നു

ത്തിൽ നിന്നും മാറി ആവൃത്തത്തിന്റെ സ്പർശ രേയുടെ ദിശയിൽ ദൂരെ മാറി വീഴുന്നു. ചിത്രം 3.4. ഇതിനു കാരണം ഒരു വസ്തുവിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ അതിന് സ്വയം ദിശ മാറാനുള്ള (വർത്തുള ചലനം) കഴിവില്ലാത്തതാണ്. ഒരു വസ്തുവിന് സ്വയം അതിന്റെ ദിശ മാറ്റുന്നതിനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയെ ദിശാജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാണെന്ന് പറയുമ്പോൾ അല്ലെങ്കിൽ ചലനാവസ്ഥയിൽ എന്നു പറയുമ്പോൾ (സ്ഥിര വേഗതയിൽ) അതിനൊരർത്ഥം വരുന്നത് അത് വേറൊരു റഫറൻസ് ഫ്രയിമുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോഴാണ്. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഏത് ചലനവും ഒരു റഫറൻസ് ഫ്രയിമിനെ സംബന്ധിച്ച് പ്രസ്ഥാവിക്കേണ്ടതുണ്ട്. നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്ന ചില പ്രത്യേത റഫറൻസ് ഫ്രയിമുകളിൽ മാത്രമെ ന്യൂട്ടന്റെ ആദ്യ നിയമം സാധ്യതയുള്ളൂ എന്നത് ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. വാസ്തവത്തിൽ ന്യൂട്ടന്റെ ആദ്യനിയമം ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനെ നിർവചിക്കുന്നു.





ചിത്രം 3.4 ഒരു കല്ല് ദിശയുടെ നിഷ്ക്രിയത്വം (ജഡത്വം)കൊണ്ട് വൃത്താകൃതിയിൽ ചുറ്റുമ്പോൾ സ്പർശ രേഖയുടെ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 107 21-07-2022 13:52:45

നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിം

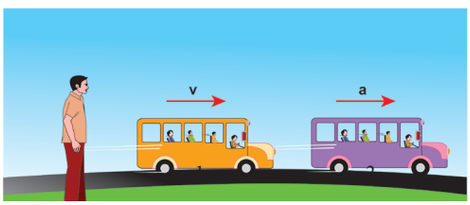
ബാഹ്യ ബലങ്ങൾ ഒന്നും തന്നെ പ്രയോഗിക്കാതിരുന്നാൽ ഒരു വസ്തു സ്ഥിര വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ തുടരുകയോ ചെയ്യുന്നത് അതുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുന്ന റഫറൻസ് ഫ്രയിമിൽ നിന്ന് വീക്ഷിക്കുമ്പോഴാണ്. അതിനാൽ ചില പ്രത്യേക ഫ്രയിമുകൾ ഉണ്ട് എന്നുള്ളത് വാസ്തവമാണ്. പക്ഷേ എങ്ങനെയാണ് ഒരു വസ്തുവിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നുണ്ടോ എന്നറിയാൻ സാധിക്കുന്നത്? ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഒരു ബലത്താൽ ആകർഷിക്കപ്പെടുന്നു, അതാണ് ഭൂഗുരുത്വബലം. ഒരു മാതൃകാ കേസ്സെടുക്കുമ്പോൾ ഒരു വസ്തു വളരെ ദൂരെ ആകുമ്പോൾ ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാമത്തെ നിയമം ഇവിടെ ശരിയാകുന്നു. അത്തരത്തിലുള്ള വിദൂരതയിലുള്ള വസ്തുവിനെയാണ് നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിം എന്നുപറയുന്നത്. എന്നാൽ പ്രായോഗികമായി ഇത്തരത്തിലൊരു ഫ്രയിം ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം നിയമം തെളിയിക്കാൻ സാധ്യമല്ല.

എല്ലായിപ്പോഴും നാം ഭൂമിയെയാണ് നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമായി എടുക്കുന്നത്, കാരണം ലബോറട്ടറിയിൽ മേശയിൽ വച്ചിട്ടുള്ള വസ്തു എല്ലായിപ്പോഴും നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ തന്നെ ഇരിക്കുന്നു. ഈ വസ്തുവിന് തിരശ്ചീനദിശയിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടാത്തതിനാൽ തിരശ്ചീന ദിശയിൽ ത്വരണം സംഭവിക്കുന്നില്ല. അതിനാലാണ് പരീക്ഷണശാല ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമായി എല്ലാ ഭൗതിക പരീക്ഷണങ്ങൾക്കും കണക്കുകൂട്ടലുകൾക്കും എടുക്കുന്നത്. ഈ നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നതിന് വസ്തുവിന്റെ തിരശ്ചീന ചലനം മാത്രമെ നാം വിശകലനം ചെയ്യുന്നുള്ളൂ, കാരണം അതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു തിരശ്ചീന ബലവും ഇല്ല. ചലനം ലംബദിശയിൽ വിശകലനം ചെയ്യരുത്. കാരണം അതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന രണ്ട് ബലങ്ങൾ (താഴോട്ടുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, മുകളിലേയ്ക്കുള്ള സാധാരണ ബലം) അതിനാൽ ആകെ ലംബ ദിശയിലുള്ള ബലം പൂജ്യമാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയമം ബലത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ ചലനം നടക്കുന്നില്ല എന്നതാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്, അതല്ലാതെ ആകെ ബലം പൂജ്യമാകുമ്പോഴുള്ള ചലനത്തെക്കുറിച്ചല്ല. ഒരു ട്രെയിൻ ഒരു സ്ഥിര വേഗതയിൽ ചലിക്കുന്നു എങ്കിൽ (ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനോടനുബന്ധിച്ച്), പുറത്തുള്ള വസ്തു (നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനോടനുബന്ധിച്ച്) ചലിക്കുന്നതായി തോന്നുന്നു. ഇവിടെ ട്രെയിനാണ് നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിം. എല്ലാ നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമുകളും ഒന്നിനൊന്ന് ഒരു നിഷ്ക്രിയ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കാണുന്നു. ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിൽ നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാണെന്ന് തോന്നുന്നു. എന്നാൽ മറ്റൊരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിൽ നിന്നു നോക്കുമ്പോൾ ആ വസ്തു ഒരു സ്ഥിര പ്രവേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതായി കാണുന്നു. ഉദാഹരണമായി ചിത്രം 3.5 ൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരാളക്ക് ഒരു വാഹനം ഒരു നിശ്ചിത പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കാണാൻ സാധിക്കുന്നു. ഇവിടെ രണ്ടു ഫ്രയിമുകളും (വാഹനത്തെ അപേക്ഷിച്ചും പുറത്തുള്ള ഗ്രൗണ്ടിനെ അപേക്ഷിച്ചും) നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമുകളാണ്.



ചിത്രം 3.5 വ്യക്തിയും വാഹനവും നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമുകളാണ്.

ട്രെയിനിനുള്ളിലെ ഒരു മൃദുവായ മേശയിൽ ഒരു വസ്തു നിശ്ചലമായിരിക്കുന്നു എങ്കിൽ, ട്രെയിൻ അപ്രതീക്ഷിതമായി ത്വരണം സംഭവിക്കുന്നു എങ്കിൽ (വേഗത കൂടുന്നു) നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ തുടരുന്ന വസ്തുവിന് പെട്ടെന്ന് തന്നെ പിന്നിലോട്ട് ത്വരണം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ ബലം പ്രയോഗിക്കാതെ തന്നെ വസ്തു പിന്നിലോട്ട് എറിയപ്പെടുന്നതിനാൽ ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയമത്തിന് എതിരായ കാര്യമാണിത്. ഇതിൽ നിന്നും ട്രെയിൻ ത്വരണം സംഭവിക്കുമ്പോൾ നിഷ്ക്രിയഫ്രയിമല്ലാതായി തീരുന്നു. ഉദാഹരണമായി ചിത്രം 3.6 പറയുന്നത് രണ്ടാമത്തെ വാഹനം ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമല്ല എന്നതാണ്, കാരണം അത് $\vec{a}$ എന്ന തത്വത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.6 വാഹനം 2 ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമല്ല

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 108 21-07-2022 13:52:46

ഇത്തരത്തിലുള്ള ത്വരണം സംഭവിച്ച ഫ്രയിമുകളെ നിഷ്ക്രിയഫ്രയിമുകൾ അല്ല എന്നു പറയുന്നു. ചുഴറ്റുന്ന ഫ്രയിമും ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമല്ല. കാരണം അവിടെ ചുഴലുന്നതിന് ത്വരണം ആവശ്യമാണ്. ഭൂമി ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമല്ല. കാരണം അതിന് സ്വയം ചുറ്റൽ, അതോടൊപ്പം തന്നെ അതിന്റെ പാതയിലൂടെയുള്ള ചലനം ഇങ്ങനെ രണ്ടു തരത്തിലുള്ള ചലനമുണ്ട്. എന്നാൽ ഭൂമിയുടെ ഈ രണ്ടു ചലനവും നമ്മുടെ ദൈനംദിന ചലനങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ ചെറുതാണ്. ഉദാഹരണമായി ഒരു ഭൗതിക ശാസ്ത്ര പരീക്ഷണശാലയിൽ ഒരു വസ്തുവിനെ എറിയുമ്പോൾ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു സിമ്പിൾ പെന്റുലത്തിന്റെ കാലം കണക്കാക്കുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ ചുറ്റൽ ഫലം വളരെ വളരെ കുറവാണ്. ഈ അർത്ഥത്തിൽ ഭൂമിയെ ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമായി പരിഗണിക്കാവുന്നതാണ്. അതേ സമയം ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനം, കാറ്റിന്റെ ഗതികൾ ഇവയെ വിശകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ ഭൂമിയെ ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമായി കണക്കാക്കാൻ സാധിക്കില്ല. മേൽപ്പറഞ്ഞ ചലനങ്ങളിൽ ഭൂമിയുടെ ചലനത്തിന് വലിയ സ്വാധീനം തന്നെ ഉണ്ട്.

3.2.2 ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം

ഈ നിയമപ്രകാരം

ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം ആവേഗ നിരക്കിന് തുല്യമായിരിക്കും.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \qquad (3.1)$$

ചുരുക്കത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിന്റെ ആവേഗം മാറുമ്പോഴെല്ലാം അതിന്മേൽ ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ആവേഗം $\vec{p} = m\vec{v}$ എല്ലായിപ്പോഴും വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാനം സ്ഥിരസംഖ്യയായിരിക്കും. അതിനാൽ മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമീകരണം

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}.$$

$$\vec{F} = m\vec{a}. \qquad (3.2)$$

സമീകരണത്തിൽ നിന്നും മനസ്സിലാവുന്നത് വസ്തുവിൽ ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നുവെങ്കിൽ അതിന്മേൽ ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു എന്നതാണ്. ഇതിൽ നിന്നും ഒരു പ്രവേഗമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു എങ്കിൽ ആ വസ്തുവിന്മേൽ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു എന്നു സാരം. ബലവും ത്വരണവും എല്ലായിപ്പോഴും ഒരേ ദിശയിലാണ് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമത്തിൽ നിന്നും ഒരു മാതൃകാ വ്യതിയാനം തന്നെയാണ് അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ നിയമം. ന്യൂട്ടന്റെ നിയമപ്രകാരം ബലം ചലനത്തിനു കാരണമായിരുന്നില്ല. പക്ഷേ ചലനത്തിന് മാറ്റം ഏർപ്പെടുത്തുന്നു. ഒരു കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടത് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം നിഷ്ഫല ഫ്രയിമുകൾക്ക് മാത്രമേ പ്രാവർത്തികമാകൂ. നിഷ്ക്രിയമല്ലാത്ത ഫ്രയിമുകൾക്ക് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം അതേപടി ഉപയോഗിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. ചെറിയ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തേണ്ടതുണ്ട്.

SI സമ്പ്രദായത്തിൽ ബലത്തിന്റെ മാത്ര ന്യൂട്ടൻ ആകുന്നു. ഇതിനെ 'N' എന്ന അക്ഷരത്താൽ കുറിക്കുന്നു.

ഒരു ന്യൂട്ടൻ എന്നത് 1 മീ/സെക്കന്റ്$^{-2}$ ത്വരണം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനായി 1 കി. ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം ആകുന്നു.

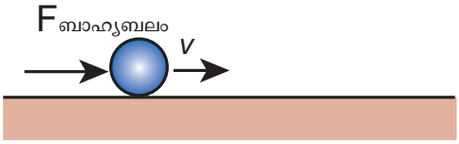
ഉരുളുന്ന വസ്തുവിനെ കുറിച്ച് അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെയും ന്യൂട്ടന്റെയും സമീപനം

സെക്ഷൻ 3.1 ൽ പറഞ്ഞതുപോലെ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലെ പരീക്ഷണത്തിന് ഒരു ശരിയായ വിശദീകരണം നൽകുന്നു. സാധാരണയായി ഘർഷണം കുറഞ്ഞ പ്രതലങ്ങളിൽ ഒരു പ്രാവശ്യം വസ്തു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ അടിഭാഗത്ത് വന്നാൽ കുറച്ച് ദൂരം സഞ്ചരിച്ച് ക്രമേണ വേഗത കുറഞ്ഞ് നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ എത്തുന്നു. ഒരു കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടത്, ഘർഷണ ബലത്താലാണ് വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാവുന്നത്. ഈ ഘർഷണ ബലം വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തിന്റെ എതിർ ദിശയിലായിരിക്കും. ഈ ഘർഷണ ബലം വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തെ കുറയുകയും തൻമൂലം വസ്തുവിനെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാക്കുന്നു. അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ആശയ പ്രകാരം ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ നിന്നും താഴെ പതിക്കുന്ന വസ്തു അല്പ സമയം സഞ്ചരിച്ച് നിശ്ചലാവസ്ഥയിലെത്തുന്നതിന് കാരണം ബാഹ്യ ബലം അതിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കാത്തതിനാലാണ്. വസ്തുവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഘർഷണ ബലത്തെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹം പരാമർശിച്ചിട്ടില്ല.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 109 21-07-2022 13:52:47

അരിസ്റ്റോട്ടിൽ

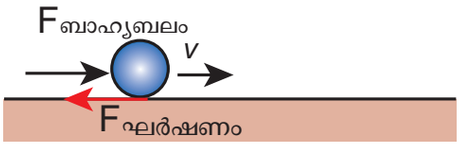
v എന്ന സ്ഥിര വേഗത്തിൽ വസ്തു ചലിക്കുന്നതിന് ഒരു ബാഹ്യബലം ആവശ്യമാണ്



ആകെ ബലം = F ബാഹ്യബലം

ഗലീലിയോയും ന്യൂട്ടനും

v എന്ന സ്ഥിര വേഗത്തിൽ ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിൻ മേലുള്ള പരിണിതബലം പൂജ്യമായിരിക്കും



ആകെ ബലം = പൂജ്യം

ചിത്രം 3.7 അരിസ്റ്റോട്ടിൽ, ഗലീലിയോ, ന്യൂട്ടൻ എന്നിവരുടെ സമീപനം

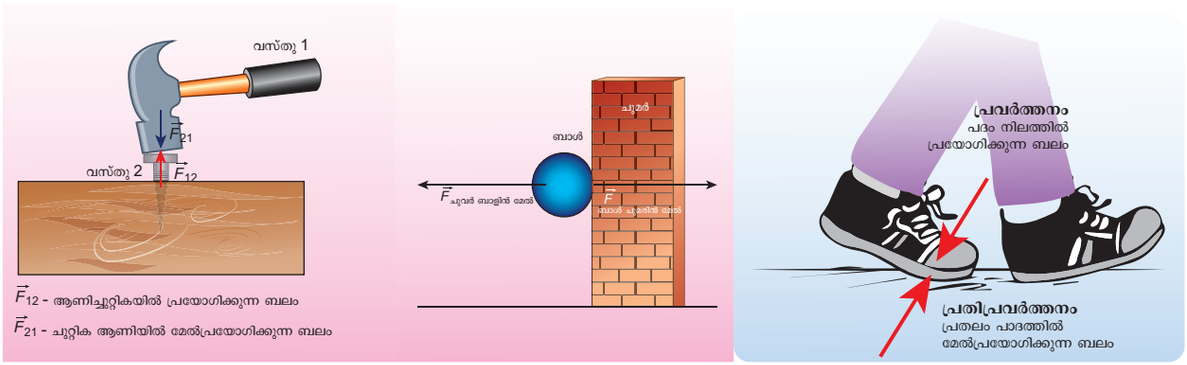
3.2.3 ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമം

ചിത്രം 3.8(a) എപ്പോഴെല്ലാം ഒരു വസ്തു 1 ഒരു വസ്തു 2 ൻ മേൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നുവോ ($\vec{F}_{21}$) അപ്പോഴെല്ലാം വസ്തു 2 വസ്തു 1 ൻ മേൽ തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലം ($\vec{F}_{12}$) പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഈ ബലങ്ങൾ രണ്ട് വസ്തുക്കളെയും യോജിപ്പിക്കുന്ന നേർ രേഖയിലായിരിക്കും.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമം ഉറപ്പ് നൽകുന്നതെന്തെന്നാൽ ഈ രണ്ടു ബലങ്ങളും തുല്യവും വിപരീതവുമായ ജോഡികളായി തന്നെ ഉണ്ടാകുന്നു എന്നതാണ്. ഒരു ബലം തനിയായി (മാത്രമായി) പ്രകൃതിയിൽ നിലനിൽക്കില്ല. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമപ്രകാരം എല്ലാ പ്രവർത്തനത്തിനും തുല്യവും വിപരീതവുമായ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉണ്ട് എന്നുള്ളതാണ്. ഇവ പ്രവർത്തനവും പ്രതി പ്രവർത്തനവും ഒരേ വസ്തുവിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ല, മറിച്ച് രണ്ട് വ്യത്യസ്ത വസ്തുക്കളിന്മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ ഒന്നിനെ പ്രവർത്തന ബലം എന്നും മറ്റൊന്നിനെ പ്രതിപ്രവർത്തന ബലം എന്നും പറയുന്നു.

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമം നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനും നിഷ്ക്രിയമല്ലാത്ത ഫ്രയിമിനും ബാധകമാണ്. ഈ പ്രവർത്തന - പ്രതി പ്രവർത്തന ബലങ്ങൾ കാര്യകാരണ ബലങ്ങളല്ല. ഒന്നാമത്തെ വസ്തു 1 രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിന്മേൽ 2 ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ വസ്തു 2 ആദ്യവസ്തുവിന്മേൽ തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലം അതേസമയത്തു തന്നെ പ്രയോഗിക്കുന്നു.



(a) (b) (c)

ചിത്രം 3.8 ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമത്തിന്റെ തെളിവ് (a) ചുറ്റികയും ആണിയും (b) പന്ത് ചുവരിൽ തട്ടി തിരിച്ചു വരുന്നത്. (c) ഘർഷണമുള്ള പ്രതലത്തിലൂടെയുള്ള നടത്തം.

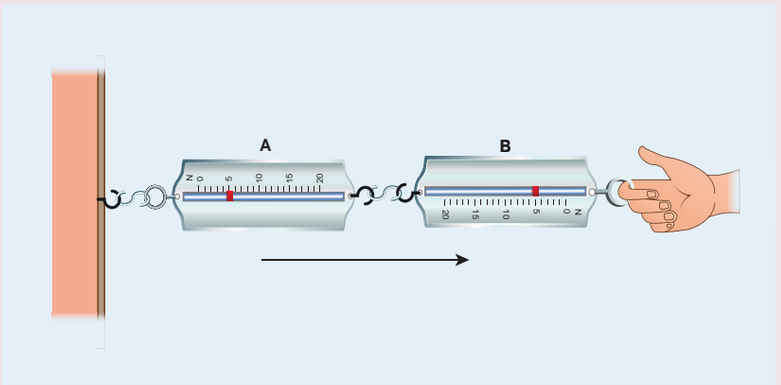
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 110 21-07-2022 13:52:48

പ്രവർത്തനം

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമം ശരി നോക്കുക

പടത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ രണ്ട് സ്പ്രിംഗ് ബാലൻസുകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുക. ഒരഗ്രം ഒരു ഭിത്തിയുമായി ഉറപ്പിക്കുക. മറ്റേഗ്രം കൈകൾ ഉപയോഗിച്ച് വലിക്കാവുന്ന രീതിയിൽ സജ്ജീകരിക്കുക.

ഒരഗ്രം നാം ബലം പ്രയോഗിക്കുക. രണ്ട് ബാലൻസിലെയും അളവുകൾ കുറിക്കുക. പരീക്ഷണം ആവർത്തിക്കുക.



കുറിപ്പ്

സ്പ്രിംഗ് ബാലൻസ് A ലെ അളവ് സ്പ്രിംഗ് ബാലൻസ് B പ്രയോഗിച്ച ബലത്തിന്റെ അളവാണ്. B യിലേത് A പ്രയോഗിച്ച അളവാകുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ നിയമപ്രകാരം ഈ രണ്ട് അളവുകളും തുല്യമാകുന്നു.

1JBKT

3.2.4 ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വിശകലനം

1. ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾ വെക്ടാർ നിയമങ്ങളാണ്. സമീകരണം $\vec{F} = m\vec{a}$ എന്നത് ഒരു വെക്ടാർ സമീകരണമാണ്. ഇത് മൂന്ന് സ്കാലാർ സമീകരണത്തിന് തുല്യമാണ്. കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റുകളിൽ ഈ സമീകരണം $F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k} = ma_x\hat{i} + ma_y\hat{j} + ma_z\hat{k}$

സമീകരണങ്ങളെ തമ്മിൽ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ മൂന്ന് സ്കാലാർ സമീകരണങ്ങൾ $F_x = ma_x$ x ദിശയിലുള്ള ത്വരണം x ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ ഘടകത്തെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

$F_y = ma_y$ y ദിശയിലുള്ള ത്വരണം y ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ ഘടകത്തെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

$F_z = ma_z$ z ദിശയിലുള്ള ത്വരണം z ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ ഘടകത്തെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമീകരണത്തിൽ നിന്നും y ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം x ദിശയിലുള്ള ത്വരണത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല. അതുപോലെ F_z, എന്നത് a_y,a_x എന്നിവയെ ബാധിക്കുന്നില്ല. ഈ വിലയിരുത്തലുകൾ ക്രിയകൾ ചെയ്യുന്നതിന് അത്യാവശ്യമാണ്.

2. ഒരു നിശ്ചിത സമയം (t) ൽ ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ത്വരണം അതേ സമയത്തിൽ (t) ൽ അതിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനുമുമ്പ് പ്രയോഗിച്ച ബലവുമായി യാതൊരു ബന്ധവും ഉണ്ടാവില്ല. ഇതിനെ താഴെ പറയുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 111 21-07-2022 13:52:49

$$\vec{F}(t) = m\vec{a}(t)$$

വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം പൂർവ ബലവുമായി ഒരു ബന്ധവുമില്ല. ഉദാഹരണമായി ഒരു സ്പിൻ ബൗളർ അല്ലെങ്കിൽ ഒരാ ഫാസ്റ്റ് ബൗളർ ഒരു ബാൾ എറിയുമ്പോൾ ആ പന്തിന് ഭൂഗുരുത്വ ബലം, വായുവിനാലുള്ള ഘർഷണബലം എന്നിവ അനുഭവപ്പെടുന്നു. ബാളിന്റെ ത്വരണം എറിയുന്ന ബലത്തെയും വേഗതയെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

3. പൊതുവായി ബലത്തിന്റെ ദിശ, ചലനത്തിന്റെ ദിശയിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമാണ്. ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ വസ്തു ബലത്തിന്റെ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ താഴെ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്.

അവസ്ഥ 1: ബലവും ചലനവും ഒരെ ദിശയിൽ

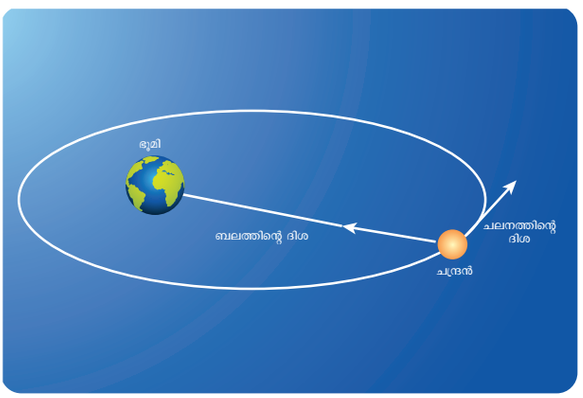
മരത്തിൽ നിന്നും ഒരു ആപ്പിൾ താഴേക്കു വീഴുമ്പോൾ ആപ്പിളിന്റെ ചലന ദിശയും (പ്രവേഗ ദിശ) ബലത്തിന്റെ ദിശയും ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ തുല്യ ദിശയിൽ താഴോട്ടായിരിക്കും 3.9 (a).



ചിത്രം 3.9 (a) ബലവും ചലനവും ഒരേ ദിശയിൽ

അവസ്ഥ 2: ബലവും ചലനവും വ്യത്യസ്ത ദിശയിൽ

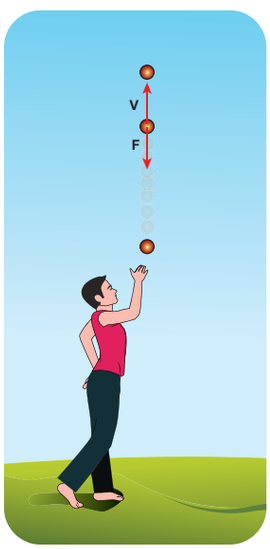
ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയിലോട്ട് ഒരു ബലത്താൽ ആകർഷിക്കപ്പെട്ടു. എന്നാലിത് ഒരു അണ്ഡവൃത്താകാര പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇവിടെ ബലത്തിന്റെ ദിശയും ചലനത്തിന്റെ ദിശയും വ്യത്യസ്ഥമാണ്. ചിത്രം 3.9 (b).



ചിത്രം 3.9 (b) ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ ഒരു അണ്ഡ വൃത്താകൃതിയിൽ ചുറ്റുന്നു

അവസ്ഥ 3: ബലവും ചലനവും പരസ്പരം എതിർ ദിശയിൽ

ഒരു വസ്തുവിനെ മുകളിലേക്ക് എറിയുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ചലനം മുകളിലേക്കും ഭൂഗുരുത്വബലം താഴോട്ടും അനുഭവപ്പെടുന്നു. ചിത്രം 3.9 (c).

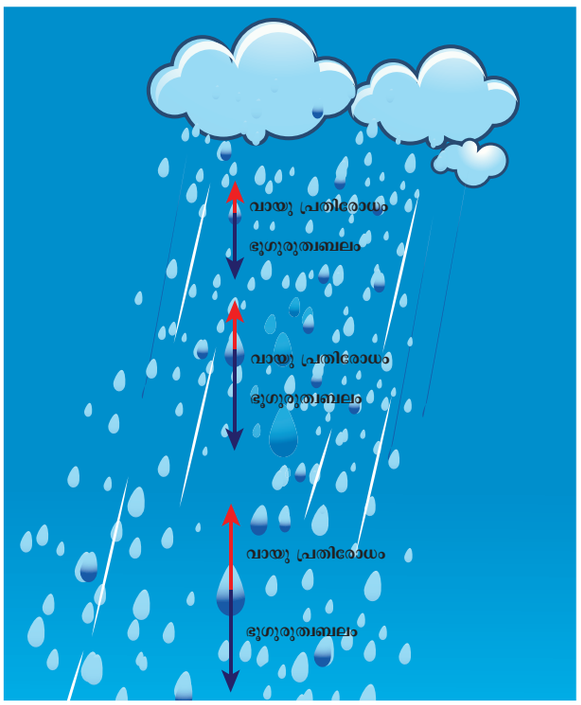


ചിത്രം 3.9 (c) ബലവും ചലന ദിശയും എതിർദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 112 21-07-2022 13:52:50

അവസ്ഥ 4: ആകെ ബലം പൂജ്യമാവുമ്പോഴും ചലനം ഉണ്ടാവുന്നു

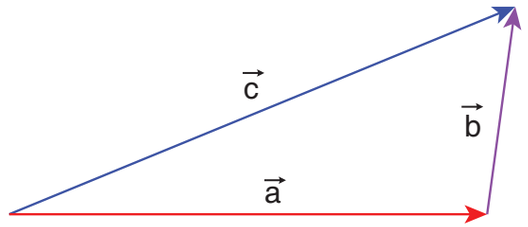
ഒരു മഴത്തുള്ളി മേഘത്തിൽനിന്നും അടർന്നു വീഴുമ്പോൾ അതിൻമേൽ താഴോട്ട് ഭൂഗുരുത്വ ബലവും മുകളിലോട്ട് വായുവിന്റെ പ്രതിരോധ ബലവുംഅനുഭവപ്പെടുന്നു.മഴത്തുള്ളിതാഴേക്കു വരുമ്പോൾ വായുവിന്റെ പ്രതിരോധ ബലം കൂടുന്നു. ഈ ബലം ഭൂഗുരുത്വ ബലത്തെ നിർവീര്യമാക്കുന്നു. അതുമുതൽ മഴത്തുള്ളി ഒരു സ്ഥിര വേഗതയിൽ താഴേക്ക് പതിക്കുന്നു. അപ്പോൾ അതിൻമേൽ ഒരുതരത്തിലുള്ള ബലവും അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. അപ്പോഴാണ് നാം പറയുന്നത് മഴത്തുള്ളിയിൽ ബലം പൂജ്യമായിരിക്കുമ്പോഴും ത്വരണം പൂജ്യമായിരിക്കുമ്പോഴും പ്രവേഗം പൂജ്യമാകുന്നില്ല. ചിത്രം 3.9 (d).



ചിത്രം 3.9 (d) പരിണിത ബലം പൂജ്യമായിരിക്കുമ്പോൾ അന്ത്യ പ്രവേഗം പൂജ്യമല്ല

4. $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \ldots . \vec{F}_n$ എന്നീ ബലങ്ങളുടെ ഗുണിതങ്ങൾ ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ആകെ പരിണിത ബലം ($\vec{F}_{\text{ആകെ}}$) എന്നത് ഓരോ ബലത്തിന്റെയും വെക്ടറുകളുടെ കൂട്ടുതുകയാകുന്നു. ആകെ ബലം ത്വരണത്തെക്കുറിക്കുന്നു.

$$\vec{F}_{\text{പരിണിതം}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \ldots + \vec{F}_n$$



ബലങ്ങളുടെ വെക്റ്റർ സങ്കലനം $\vec{a} + \vec{b}$ തരുന്നത് ആകെ തുക $\vec{c}$.

ചിത്രം 3.10 ബലങ്ങളുടെ വെക്ടർ സങ്കലനം

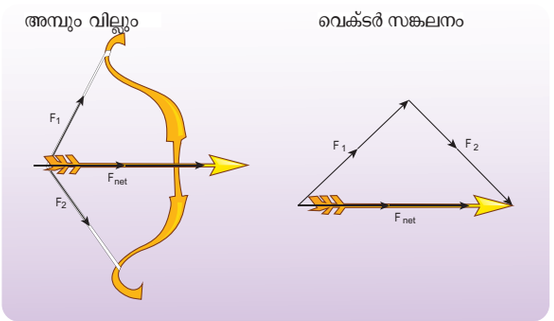
ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം അനുസരിച്ച്

$$\vec{F}_{\text{പരിണിതം}} = m\vec{a}$$

ഇവിടെ ത്വരണത്തിന്റെ ദിശ ത്വരണത്തിന്റെ തിനു തുല്യമാക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം

അമ്പും വില്ലും



ചിത്രം 3.11 അമ്പും വില്ലും – അകെ ബലവും അമ്പിൻമേൽ

5. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം താഴെ പറയുന്ന പ്രകാരം എഴുതുക.

ത്വരണം എന്നത് സ്ഥാന വെക്ടറിന്റെ രണ്ടാമത്തെ ഡെറിവേറ്റീവ് ആണ്. $\left(\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}\right)$, വസ്തുവിന്റെ ബലം

$$\vec{F} = m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}.$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 113 21-07-2022 13:52:51

ഈ സമികരണത്തിൽ നിന്നും ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ ചലന നിയമം അടിസ്ഥാനപരമായി രണ്ടാമത്തെ ഓഡർ സാധാരണ അപഗ്രഥന സമികരണം ആകുന്നു. കൂടാതെ രണ്ടാത്തെ ഡെറിവേറ്റീവ് പൂജ്യമല്ലാതിരിക്കുമ്പോൾ ഒരു ബലം വസ്തുവിൻമേൽപ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

6. വസ്തുവിൻമേൽ ബലം ഒന്നുംതന്നെ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ല എങ്കിൽ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമം, $m\frac{d\vec{v}}{dt}=0.$

ഇത് പറയുന്നത് $\vec{v}$: സ്ഥിരസംഖ്യ എന്നാണ്. ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയമത്തെയാണ്. ഇത് ബലം പ്രയോഗിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ ഒരിക്കലും രണ്ടാം ചലന നിയമത്തിൽ നിന്നും ഒന്നാം ചലന നിയമം രൂപീകരിക്കാൻ വേണ്ടിയല്ല. ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലന നിയവും രണ്ടാം ചലന നിയമവും രണ്ടാണ്. രണ്ടും തമ്മിൽ ആന്തര ബന്ധമുണ്ടെങ്കിലും ഒന്നിൽ നിന്നും മറ്റൊന്ന് രൂപീകരിക്കാൻ സാധ്യമല്ല.

7. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം പറയുന്നത് കാര്യ കാരണ ബന്ധമാണ്. ഇവിടെ ബലം കാരണവും ത്വരണം എന്നത് അനന്തര ഫലവുമാകുന്നു. ഫലത്തെ ഇടതു വശത്തും കാരണത്തെ വലതുവശവുമായി എഴുതിയാൽ കിട്ടുന്ന സമീകരണം, ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമക്രാരം $m\vec{a}=\vec{F}$ അഥവാ $\frac{d\vec{p}}{dt}=\vec{F}$

3.3 ന്യൂട്ടന്റെ നിയമത്തിന്റെ പ്രായോഗികതകൾ

3.3.1 ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രാം

ന്യൂട്ടൺ നിയമങ്ങളുപയോഗിച്ച് ചലനത്തെപറ്റി വിശകലനം ചെയ്യാനുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രം.

അതിനായി താഴെ തന്നിട്ടുള്ള കൃത്യമായ സ്റ്റെപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കണം.:

1. വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ തരം മനസ്സിലാക്കുക
2. വസ്തുവിനെ ബിന്ദുവായി പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുക.
3. വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതിനായി വെക്ടറുകൾ വരയ്ക്കുക.

ഒരു ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുത്താൻ പാടില്ല.

ഉദാഹരണം 3.1

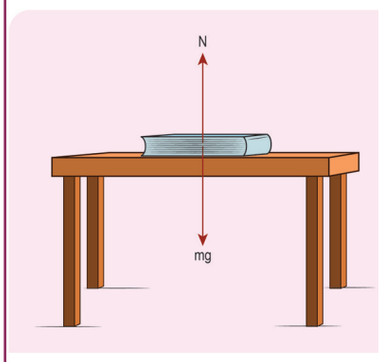
m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു പുസ്തകം ഒരു മേശപ്പുറത്തിരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക (1) എന്നാൽ ആ പുസ്തകത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണ്?(2) പുസ്തകത്തിനാൽപ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം ഏതാണ്? (3) പുസ്തകത്തിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുക.

നിർദ്ധാരണം

(1) പുസ്തകത്തിൻമേൽ രണ്ടു തരത്തിലുള്ള ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

(i) ഭൂഗുരുത്വബലം (mg) ബുക്കിൻമേൽ താഴോട്ട് പ്രയോഗിക്കുന്നു.

(ii) സാധാരണ സമ്പർക്ക ബലം (N) മേശയുടെ ഉപരിതലം പുസ്തകത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.



ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം



കുറിപ്പ്

ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രത്തിൽ സാധാരണ ബലം ഭൂഗുരുത്വ ബലം ഇവ രണ്ടും തുല്യമായതിനാൽ അവയുടെ വെക്ടറുകളുടെ നീളവും തുല്യമാണ്.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 114 21-07-2022 13:52:52

(2) ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമപ്രകാരം ബുക്കിനാൽ രണ്ടു പ്രതി പ്രവർത്തനബലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു.

(i) ബുക്ക് തുല്യവും വിപരീതവുമായ ഒരു ബലം (mg) ഭൂമിയ്ക്കുമേൽ മുകളിലോട്ടുള്ള ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

(ii) ബുക്ക്പ്രയോഗിക്കുന്നബലംമേശയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള സാധാരണ ബലത്തിന് (N) തുല്യവും വിപരീതവുമാണ്. അത് താഴേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

കുറിപ്പ്

ഒരു കാര്യം വളരെയധികം വ്യക്തമായി പറയേണ്ടത് ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാമത്തെ നിയമം നമുക്കിവിടെ വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയില്ല. കാരണം ബുക്ക് നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കാൻ കാരണം താഴോട്ടുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും ബുക്കിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന മുകളിലേയ്ക്കുള്ള സമ്പർക്കബലവും തുല്യവും വിപരീതവുമായതിനാലാണ് എന്ന് പറയുക തെറ്റാണ്. കാരണം പ്രവർത്തന ബലവും പ്രതി പ്രവർത്തന ബലവും ഒരേ വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടില്ല.

(3) ബുക്കിന്റെ ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഉദാഹരണം 3.2

2.5 കി.ഗ്രാം, 100 കി.ഗ്രാം എന്നിങ്ങനെ ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ട് വസ്തുക്കളുടെമേലും അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം 5 N, ആയാൽ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെയും ത്വരണം കാണുക?

നിർദ്ധാരണം

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമത്തിൽ നിന്നും (പരിമാണ രൂപത്തിൽ), F = ma

ദ്രവ്യമാനം 2.5 കി.ഗ്രാം, ആകുമ്പോൾ

ത്വരണം $a = \frac{F}{m} = \frac{5}{2.5} = 2$ മീ/സെക്കന്റ്$^{-2}$

ദ്രവ്യമാനം 100 kg, ആകുമ്പോൾ

ത്വരണം $a = \frac{F}{m} = \frac{5}{100} = 0.05$; മീ/സെക്കന്റ്$^{-2}$

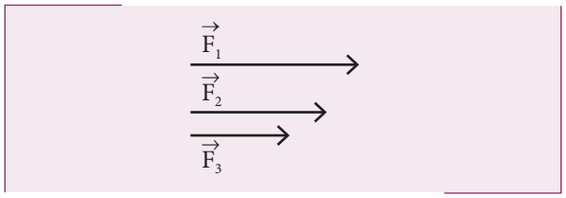
കുറിപ്പ്

രണ്ടു വസ്തുക്കളിൻമേൽ പ്രയോഗിച്ച ബലങ്ങൾ തുല്യമാകുമ്പോഴും ത്വരണം വ്യത്യസ്തമാകുന്നു. ത്വരണം ദ്രവ്യമാനത്തിന് വിപരീതാനുപാതത്തിലാണ്. ബലം തുല്യമാകുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാനം കൂടിയ വസ്തു കുറഞ്ഞ ത്വരണവും ദ്രവ്യമാനം കുറഞ്ഞ വസ്തു കൂടുതൽ ത്വരണവും അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ഒരു ആപ്പിൾ താഴേയ്ക്ക് വീഴുമ്പോൾ അതിൻ മേൽ ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാമത്തെ ചലന നിയമപ്രകാരംആപ്പിളിന്മേൽരണ്ടുതരത്തിലുള്ളബലം (തുല്യവും വിപരീതവുമായ) അനുഭവപ്പെടുന്നു. ആപ്പിളും ഭൂമിയും തുല്യ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു എങ്കിലും അവയുടെ ത്വരണം വ്യത്യസ്തമാണ്. ഭൂമിയുടെ ദ്രവ്യമാനം ആപ്പിളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ വളരെ വലുതാണ്. അതിനാൽ ആപ്പിൾ കൂടുതൽ ത്വരണം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഭൂമി വളരെ നേരിയ ത്വരണം മാത്രം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം വളരെ കുറഞ്ഞ ത്വരണത്താൽ ഭൂമി നിശ്ചലമായിരിക്കുന്നതായി കാണപ്പെടുന്നു. (ആപ്പിൾ വീഴുമ്പോൾ).

ഉദാഹരണം 3.3

താഴെ തന്നിട്ടുള്ളതിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ബലം ഏതാണ്? $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$



നിർദ്ധാരണം

ബലം ഒരു വെക്ടർ ആകുന്നു. അതിന്റെ അളവ് വെക്ടറിന്റെ നീളത്തെ വച്ചാണ് കണക്കാക്കപ്പെടുന്നത്. അപ്പോൾ ഇവിടെ $\vec{F}_1$ ആണ് മൂന്ന് ബലങ്ങളിലും ഏറ്റവും കൂടുതൽ.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 115 21-07-2022 13:52:53

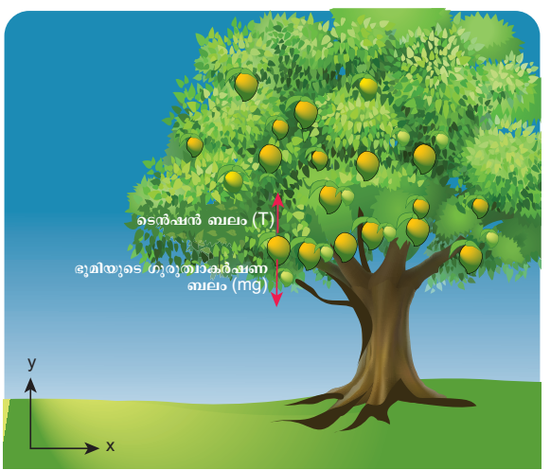
ഉദാഹരണം 3.4

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം ഉപയോഗിക്കുക. ഒരു മരത്തിൽ നിൽക്കുന്ന മാങ്ങ (മാങ്ങയുടെ ദ്രവ്യ മാനം 400 ഗ്രാം).

നിർദ്ധാരണം

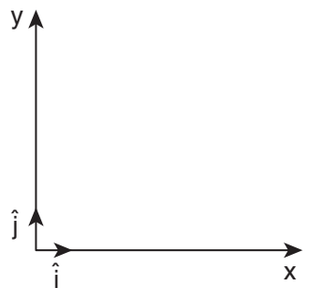
കുറിപ്പ്: ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ഉപയോഗിക്കുന്നതിനു മുമ്പ് താഴെ തന്നിട്ടുള്ള വസ്തുതകൾ തുടരേണ്ടതാണ്.:

1) ഒരു യോജിച്ച നിഷ്ക്രിയ കോർഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദായം വിശകലനം ചെയ്യുക. അതിനായി ഭൂമിയെ ഉപയോഗിക്കാം.
2) ഏത് സമ്പ്രദായം ആണെന്നുള്ളത് തിരിച്ചറിയുക. അതിനുശേഷം മാത്രമേ ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾഉപയോഗിക്കാൻസാധിക്കുകയുള്ളൂ. ഒരു വസ്തുവിനാണോ അല്ലെങ്കിൽ ഒന്നിലധികം വസ്തുക്കളാണോ എന്നുള്ളത് തിരിച്ചറിയുക.
3) ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുക.
4) ബലം പ്രയോഗിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം തിരിച്ചറിഞ്ഞു കഴിഞ്ഞ് ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രം വരച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ ന്യൂട്ടന്റെ ചലന നിയം ഉപയോഗിക്കാം. സമത്തിന് ഇടതുവശത്തായി വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തെ വെക്ടാർ രൂപത്തിൽ എഴുതുക. വലതുവശത്തായി ദ്രവ്യമാനം, ത്വരണം ഇവയുടെ ഗുണനഫലം എഴുതുക. സമത്തിന് ഇരുവശവും ഉള്ളവയെ തമ്മിൽ സമീകരണം ചെയ്യുക.
5) ത്വരണം കൊടുക്കപ്പെട്ടിരുന്നാൽ ബലം കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധിക്കും. ബലം കൊടുക്കപ്പെട്ടിരുന്നാൽ ത്വരണം കണ്ടുപിടിക്കാം..



മുകളിൽ പറഞ്ഞ പടികൾ പിൻതുടരുക:

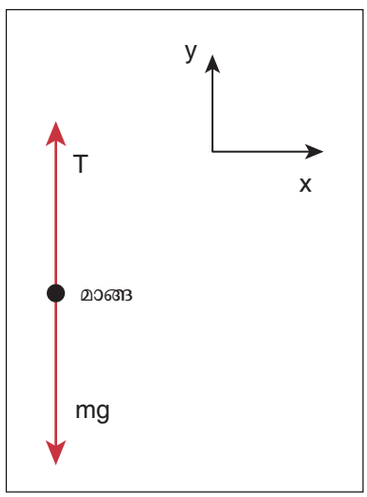
അത് ഒരു നിഷ്ക്രിയ കോർഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദാം പടത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ ലഭിക്കുന്നു.



മാങ്ങയുടെ മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം

i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം മാങ്ങയിൻമേൽ താഴോട്ട് (ഋണ) y അക്ഷത്തിലേയ്ക്ക് പ്രവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു (ഭൂമിയുടെ)
ii) ടെൻഷൻ (മാങ്ങയുമായി ബന്ധമുള്ള ഞെട്ടുകളിൽ) മുകളിലോട്ട് (ധന) y അക്ഷത്തിലേയ്ക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

മാങ്ങയുടെ ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രം താഴെ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ



$$\vec{F}_g = mg\left(-\hat{j}\right) = -mg\hat{j}$$

ഇവിടെ mg എന്നത് ഭൂഗുരുത്വ ബലം ആകുന്നു. $\left(-\hat{j}\right)$ എന്നത് y ദിശയിലുള്ള യൂണിറ്റ് വെക്ടർ ആകുന്നു.

$$\vec{T} = T\hat{j}$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 116 21-07-2022 13:52:54

ഇവിടെ T എന്നത് ടെൻഷൻ ബലത്തിന്റെ $\left(\hat{j}\right)$ അളവാണ്. ഇത് y ദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന യൂണിറ്റ് വെക്ടർ ആകുന്നു.

$$\vec{F}_{\text{പരിണിതം}} = \vec{F}_g + \vec{T} = -mg\hat{j} + T\hat{j} = \left(T - mg\right)\hat{j}$$

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമത്തിൽ നിന്നും $\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}} = m\vec{a}$

മാങ്ങ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ആയതിനാൽ (നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനോടനുബന്ധിച്ച്) ത്വരണം $(\vec{a} = 0)$

$$\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}} = m\vec{a} = 0$$

$$\left(T - mg\right)\hat{j} = 0$$

രണ്ടുവശമുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത് $T - mg = 0$

മാങ്ങയിൻമേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ടെൻഷൻ ബലം $T = mg$

മാങ്ങയുടെ ദ്രവ്യമാനം $m = 400g,\ g = 9.8\ m\ s^{-2}$

മാങ്ങയിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ടെൻഷൻ $T = 0.4 \times 9.8 = 3.92\ \text{N}$

ഉദാഹരണം 3.5

ബൈക്ക് ഓടിക്കുന്ന ഒരാളുടെ സ്ഥിര പ്രവേഗം നിലത്തെ അപേക്ഷിച്ച് $\vec{v}$ യും വേറൊരാൾ ബൈക്ക് ഓടിക്കുന്ന ത്വരണം $\vec{a}$ (നിലത്തെ അപേക്ഷിച്ച്) ആകുമ്പോൾ, നിലത്ത് നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്ന ഒരു നിരീക്ഷകന് ആരുടെ ചലനത്തിനാണ് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാംനിയമം ഉപയോഗിക്കാവുന്നത്?

നിർദ്ധാരണം

രണ്ടാമത്തെ ബൈക്കുകാരന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം ഉപയോഗിക്കാൻ സാധിക്കില്ല. കാരണം അയാൾ $\vec{a}$ എന്ന ത്വരണത്തിൽ ഭൂമിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ (അയാൾ നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനുള്ളിലല്ല) എന്നാൽ ആദ്യത്തെ ബൈക്കുകാരന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം ഉപയോഗിക്കാം. കാരണം അയാൾ ഒരു സ്ഥിരവേഗത്തിൽ ഭൂമിയെ അപേക്ഷിച്ച് സഞ്ചരിക്കുന്നു. (അയാൾ നിഷ്ക്രിയ ഫ്രയിമിനുള്ളിലാണ്).

ഉദാഹരണം 3.6

ഒരു കണത്തിന്റെ പൊസിഷൻ വെക്ടർ $\vec{r} = 3t\hat{i} + 5t^2\hat{j} + 7\hat{k}$. എങ്കിൽ ഏത് ദിശയിലാണ് ആ കണത്തിന്റെ ആകെ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നത്.?

നിർദ്ധാരണം

കണത്തിന്റെ വേഗത,

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(3t\right)\hat{i} + \frac{d}{dt}\left(5t^2\right)\hat{j} + \frac{d}{dt}\left(7\right)\hat{k}$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = 3\hat{i} + 10t\hat{j}$$

കണത്തിന്റെ ത്വരണം

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = 10\hat{j}$$

ഇവിടെ കണത്തിന് ത്വരണമുള്ളത് ഒരു ദിശയിലാണ്. (പോസിറ്റീവ് y ദിശ). ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം അനുസരിച്ച് ആകെ പരിണത ബലം പോസിറ്റീവ് y ദിശയിലാണ് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. അതു കൂടാതെ കണത്തിനും സ്ഥിരവേഗത പോസിറ്റീവ് x ദിശയിൽ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ z ദിശയിൽ ഒരു പ്രവേഗവും എല്ല. അതിനാൽ x, y ദിശകളിൽ ഒരു പരിണിത ബലവും ഇല്ല.

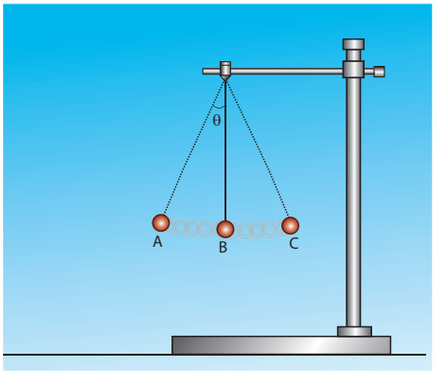
ഉദാഹരണം 3.7

ഒരു ബോബ് ഒരു നൂലുമായി ബന്ധിച്ച് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചതുപോലെ ഒരു നൂല് ഉപയോഗിച്ച് ഒരു സ്റ്റാൻഡിൽ തൂക്കിയിടുക. അവ ദോലനം ചെയ്യാൻ തുടങ്ങുന്നു.

നിർദ്ധാരണം

a) ആ ബോബിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം എന്താണ്?

b) ബോബിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ത്വരണം എന്താണ്?

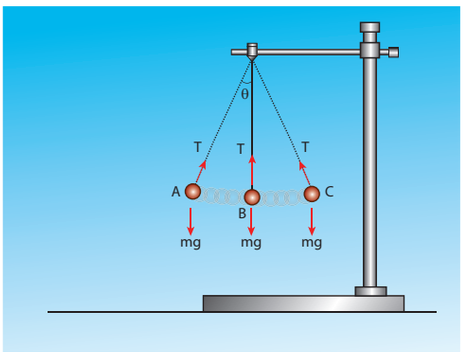


XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 117 21-07-2022 13:52:56

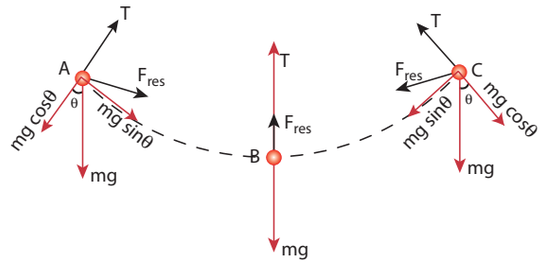
ബോബിൻമേൽ രണ്ട് ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം (mg) താഴോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നു

(ii) ടെൻഷൻ (T) നൂലിനാൽ ബോബിന് അനുഭവപ്പെട്ട ബലം, ബോബിന്റെ സ്ഥാനത്തെ ആശ്രയിച്ചാണ് ടെൻഷന്റെ ദിശ. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ.



ബോബ് (ഗോള ഉരുള) ഒരു വൃത്ത ചാപത്തിൽ ചലിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഇതിന് അഭികേന്ദ്രബലം ഉണ്ടാകുന്നു. ബിന്ദു A യിലും C യിലും ബോബ് ഒരു നിമിഷത്തേയ്ക്ക് വിശ്രമാവസ്ഥ (നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ) എത്തുന്നു. B ലോട്ട് ചലിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ പ്രവേഗം കൂടുന്നു. അതിനാൽ അവിടെ സ്പർശരേഖയിലൂടെയുള്ള ത്വരണം സംഭവിക്കുന്നു. ഭൂഗുരുത്വ ബലം രണ്ട് ഘടകങ്ങളായി പിരിയുന്നു. (mg cosθ, mg sinθ) (ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ)



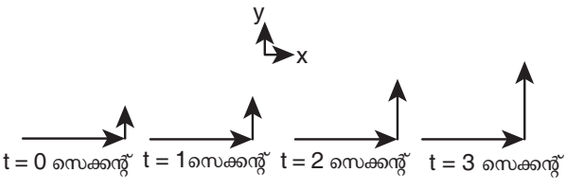
കുറിപ്പ്

ബോബ് പരിണിത ബലത്തിന്റെ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല. A, C എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ ടെൻഷൻ T = mg cosθ മറ്റെല്ലാ ബിന്ദുക്കളിലും T mg cosθ, യെക്കാൾ കൂടുതലാണ്. കാരണം അവിടെ അഭികേന്ദ്രബലം പൂജ്യമല്ല. B ൽ പരിണിത ബലം നൂലിലൂടെ മുകളിലേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് ഒരുപോലെയല്ലാത്ത വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. കാരണം ബോബിന് അപകേന്ദ്ര ബലവും സ്പർശന രേഖയിലൂടെയുള്ള ത്വരണവും ഉണ്ട്.

ഉദാഹരണം 3.8

ഒരു തലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം താഴെകൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രത്തിൽ സൂചിപ്പിച്ചപോലെയാണ്. എന്നാൽ ആ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ ദിശ കാണുക?

നിർദ്ധാരണം



വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം $\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$. ചിത്രത്തിലുള്ള പോലെ വസ്തു xy തലത്തിലൂടെ ചലിക്കുന്നു. z ദിശയിൽ അവിടെ ചലനം നടക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ z ദിശയിലുള്ള പ്രവേഗം $(v_z = 0)$. വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗത്തിന് x ഘടകം (v_x) y ഘടകം (v_x) എന്നിങ്ങനെയാകുന്നു. ചിത്രത്തിൽ നിന്നും സമയം കൂടുമ്പോൾ t = 0 എന്നത് t = 3 sec ആകുമ്പോൾ y വെക്ടറിന്റെ നീളം ആകുന്നു അതിനർത്ഥം പ്രവേഗത്തിന്റെ y ഘടകം $\left(v_y\right)$ സമയം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് കൂടുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമപ്രകാരം പ്രവേഗമാറ്റം നടക്കുന്നുവെങ്കിൽ അവിടെ ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നു. x ഘടകത്തിന്റെ പ്രവേഗം മാറുന്നതിനാൽ വസ്തുവിന് x ദിശയിൽ ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നു എന്നതാണ്. അതിനാൽ x ദിശയിൽ പൂജ്യം ബലം അഥവാ ബലം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

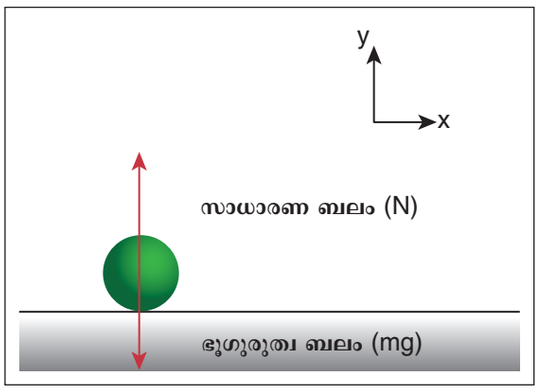
ഉദാഹരണം 3.9

ഭൂമിയിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്ന വസ്തുവിന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം ഉപയോഗിച്ച് വിശകലനം ചെയ്ത് ഉത്തരം കാണുക.

നിർദ്ധാരണം

ഭൂമിയെ അപേക്ഷിച്ച് വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാണ് (നിഷ്ക്രിയ കോഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദായം). രണ്ടു തരത്തിലുള്ള ബലങ്ങൾ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

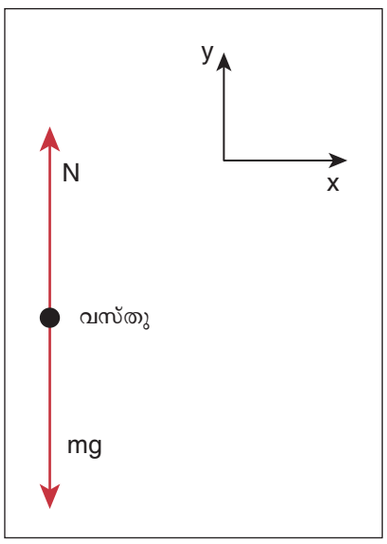
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 118 21-07-2022 13:52:57



i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം താഴേക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. (y-ദിശ)

ii) ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്താലുള്ള ലംബ ബലം (y-ദിശ) മുകളിലേക്ക് പ്രവർത്തനിക്കുന്നു.

ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം



$$\vec{F}_g = -mg\hat{j}$$
$$\vec{N} = N\hat{j}$$

ആകെ ബലം $\vec{F}_{\text{ആകെ}} = -mg\hat{j} + N\hat{j}$

പക്ഷേ ബാളിൻമേൽ ത്വരണം അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. $\vec{a} = 0$. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ($\vec{F}_{\text{ആകെ}} = m\vec{a}$)

$$\vec{a} = 0, \vec{F}_{\text{ആകെ}} = -mg\hat{j} + N\hat{j}$$

$$(-mg + N)\hat{j} = 0$$

സമീകരണത്തിന്റെ ഇരുവശവും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$-mg + N = 0$$
$$N = mg$$

ഇതിൽനിന്നും വസ്തു നിശ്ചലമായിരിക്കുമ്പോൾ ഭൂഗുരുത്വ ബലവും ഉപരിതലത്തിലെ ലംബ ബലവും തുല്യമായിരിക്കും.

ഉദാഹരണം 3.10

ദ്രവ്യമാനം 2 കി.ഗ്രാം ഉള്ള രണ്ട് വസ്തുക്കളിൻമേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ $\vec{F}_1 = 5\hat{i} + 8\hat{j} + 7\hat{k}$, $\vec{F}_2 = 3\hat{i} - 4\hat{j} + 3\hat{k}$. എങ്കിൽ വസ്തുവിൻമേലുള്ള ത്വരണം കാണുക?

നിർദ്ധാരണം

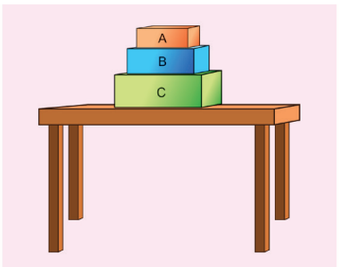
ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമപ്രകാരം, $\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}} = m\vec{a}$, $\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമീകരണങ്ങളിൽ നിന്നും ത്വരണം $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}}}{m}$,

$$\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}} = (5+3)\hat{i} + (8-4)\hat{j} + (7+3)\hat{k}$$
$$\vec{F}_{\text{ആകെ ബലം}} = 8\hat{i} + 4\hat{j} + 10\hat{k}$$
$$\vec{a} = \left(\frac{8}{2}\right)\hat{i} + \left(\frac{4}{2}\right)\hat{j} + \left(\frac{10}{2}\right)\hat{k}$$
$$\vec{a} = 4\hat{i} + 2\hat{j} + 5\hat{k}$$

ഉദാഹരണം 3.11

ബ്ലോക്ക് A, B, C എന്നിവയിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുക.

നിർദ്ധാരണം



XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 119 21-07-2022 13:53:00

A എന്ന ബ്ലോക്കിലെ ബലങ്ങൾ:

(i) ഭൂമിയാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഭൂഗുരുത്വ ബലം (താഴേയ്ക്ക്) ($m_A g$)

(ii) ബ്ലോക്ക് B പ്രയോഗിക്കുന്ന മുകളിലേക്കുള്ള ലംബ ബലം ബ്ലോക്ക് A യിലെ ബലം (N_B)

A യുടെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ബ്ലോക്ക് Aയിൻമേലുള്ള ബലം



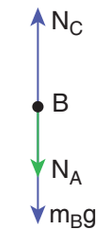
B എന്ന ബ്ലോക്കിനാൽ :

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം ($m_B g$)

(ii) ബ്ലോക്ക് B (N_A) യിനാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ലംബ ബലം (താഴേയ്ക്ക്)

(iii) ബ്ലോക്ക് C പ്രയോഗിക്കുന്ന ലംബ ബലം മുകളിലേക്ക് (N_C)

ബ്ലോക്ക് Bയിൻമേലുള്ള ബലം



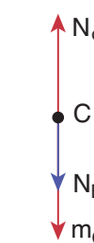
C എന്ന ബ്ലോക്കിനാൽ:

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം ($m_C g$)

(ii) ബ്ലോക്ക് B യാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം (N_B)

(iii) മേശ പ്രയോഗിക്കുന്ന മുകളിലോട്ടുള്ള ബലം ബലം ($N_{മേശ}$)

ബ്ലോക്ക് Cയിൻമേലുള്ള ബലം



ഉദാഹരണം 3.12

ഒരു കുതിര വണ്ടിയിൽ ഒരു കുതിരയെ കെട്ടിയിരിക്കുന്നു എന്ന് കരുതുക. കുതിര മുന്നിലോട്ട് ചലിക്കുമ്പോൾ വണ്ടിയും ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. കുതിര F_h എന്ന ബലത്താൽ മുന്നോട്ട് വലിക്കുമ്പോൾ വണ്ടി F_c എന്ന ബലത്താൽ പിന്നോട്ട് വലിക്കുന്നു. (ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമമനുസരിച്ച്) $F_c = F_h$എങ്കിൽ ആകെ ബലം (കുതിര + വണ്ടി) =0 കാരണം തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലമാണിത്.പക്ഷേഎന്തുകൊണ്ടാണ്കുതിരയും വണ്ടിയും ചേർന്ന് മുന്നോട്ട് നീങ്ങുന്നത്?

നിർദ്ധാരണം

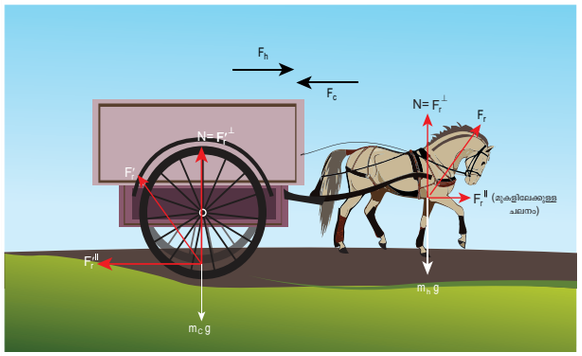
ഇത്തരത്തിലൊരു തർക്കം വരാൻ കാരണം ന്യൂട്ടന്റെരണ്ടാമത്തെനിയമവുംമൂന്നാമത്തെനിയമവുംതെറ്റായരീതിയിൽപ്രയോഗിച്ചതുകൊണ്ടാണ്. ആദ്യം സമ്പ്രദായം ഏതാണെന്ന് തിരിച്ചറിയുക. സമ്പ്രദായം ഏതാണെന്ന് അറിഞ്ഞാൽ അതിൻ മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ ഏതാണ് എന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും. ആ സമ്പ്രദായത്താൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങളെ പരിഗണിക്കാൻ പാടില്ല. ഒരു അസംന്തുലിത ബലം സമ്പ്രദായത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ഒരുത്വരണംപരിണിതബലത്തിന്റെദിശയിലേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും നമുക്ക് കുതിരയുടെയും വണ്ടിയുടെയും ചലനം മനസ്സിലാക്കാം.

(കുതിര+വണ്ടി) എന്നതിനെ ഒരു സമ്പ്രദായമായി എടുത്താൽ നമുക്ക് കുതിര വണ്ടിയിൻമേൽ പ്രയോഗിച്ച ബലമോ വണ്ടി കുതിരയിൻമേൽ പ്രയോഗിച്ച ബലമോ പരിഗണിക്കേണ്ടതില്ല. രണ്ടും തന്നെഒന്നിനൊന്ന്പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നആന്തരിക ബലങ്ങളാണ്.ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമം അനുസരിച്ച് പൂർണ്ണ ആന്തരിക ബലം എന്നത് ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ പൂജ്യമായിരിക്കും. അതിനാൽ ഇത് ത്വരണം ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ ഒരു ബാഹ്യ ബലത്താലാണ് ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇവിടെ ബാഹ്യ ബലമായി അനുഭവപ്പെടുന്നത് റോഡ് ആ സമ്പ്രദായത്തിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലമാണ്. അതിനാൽ സമ്പ്രദായത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം പൂജ്യം എന്നുള്ളത് തെറ്റായ നിഗമനമാണ്. (എല്ലാ ബലങ്ങളെയും കണക്കാക്കേണ്ടതുണ്ട്). റോഡാണ് കുതിരയെയും വണ്ടിയേയും മുന്നോട്ട് നയിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ബാഹ്യ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ ഇവിടെ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 120 21-07-2022 13:53:00

ചലന നിയമമാണ് പ്രായോഗികമാകുന്നത്. അല്ലാതെ മൂന്നാം ചലന നിയമല്ല.

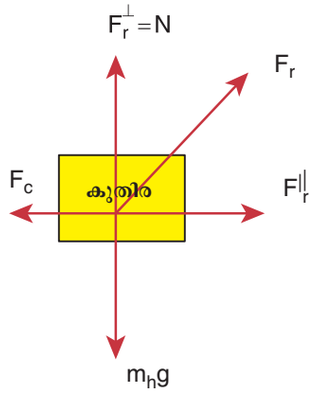
താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രം ഇതിന് ഉദാഹരണമാകുന്നു.



കുതിരയെ നാം ഒരു സമ്പ്രദായമായി പരിഗണിക്കുകയാണെങ്കിൽ മൂന്ന് തരം ബലങ്ങൾ അതിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം $(m_h g)$
(ii) റോഡിനാലുള്ള ബലം (F_r)
(iii) വണ്ടിയാലുള്ള പിന്നിലേയ്ക്കുള്ള ബലം (F_c)

ഇത് ചിത്രത്തിലുള്ള പോലെ.



F_r – റോഡ് കുതിരയുടെ മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം

F_c – വണ്ടി കുതിരയുടെ മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം

$F_r^{\perp}$ – ന്റെ ലംബ ഘടകം $F_r = N$

$F_r^{\parallel}$ – F_r ന്റെ സമാന്തര ഘടകം കുതിരയെ മുന്നോട്ടു പോകാൻ കാരണമാകുന്നു.

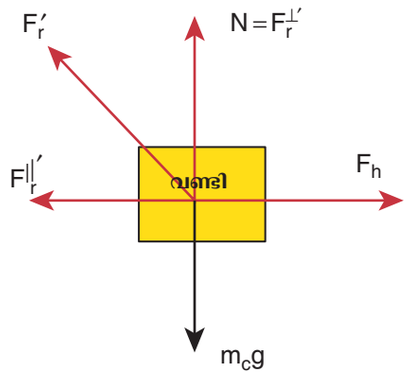
റോഡിനാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം രണ്ട് ഘടകങ്ങളായി പിരിക്കാം. ഒന്ന് സമാന്തര ഘടകം, മറ്റൊന്ന് ലംബ ഘടകം. ലംബ ഘടകം ഭൂഗുരുത്വ ബലത്തെ സന്തുലനം ചെയ്യുന്നു. സമാന്തര ഘടകം മുന്നോട്ട് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് പിന്നിലേയ്ക്കുള്ള (F_c) ബലത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണ്. അതിനാൽ പരിണിത ബലം എന്നത് മുന്നോട്ടുള്ള ബലം തന്നെയാണ്. അതിനാൽ വസ്തു മുന്നിലോട്ട് ചലിക്കുന്നു.

(വണ്ടി) യെ സമ്പ്രദായമായി പരിഗണിച്ചാൽ മൂന്ന് ബലങ്ങൾ അതിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു

(i) താഴേയ്ക്കുള്ള ഭൂഗുരുത്വ ബലം $(m_c g)$
(ii) റോഡിനാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം $(F_r^{'})$
(iii) കുതിര പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം (F_h)

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളപോലെ

വണ്ടിയിൻമേലുള്ള ബലം



റോഡിനാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം $(\overrightarrow{F_r'})$ രണ്ടു ഘടകങ്ങളായി പിരിയുന്നു. (സമാന്തരമായും ലംബമായും). ലംബ ഘടകം താഴേക്കുള്ള ഗുരുത്വ ബലം $(m_c g)$ യെ നിർവീര്യമാക്കുന്നു സമാന്തര ഘടകം പിന്നിലേക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കുതിര പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം $(\overrightarrow{F_h})$ മുന്നിലോട്ട് ആകുന്നു. ബലം $(\overrightarrow{F_h})$ എന്നത് പിന്നിലേക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തെക്കാൾ കൂടുതലാകുന്നു. അതിനാൽ ഒരു അസന്തുലിത ബലം മുന്നിലോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇത് കുതിരവണ്ടിയെ മുന്നിലോട്ട് ചലിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിന്നുന്നു. (ത്വരണം).

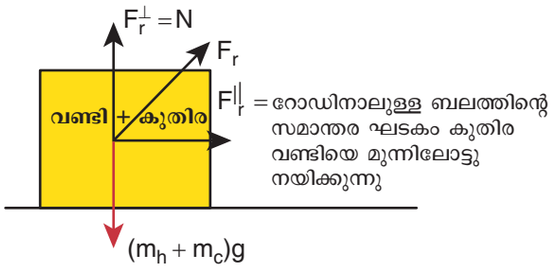
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 121 21-07-2022 13:53:02

ഒരു സമ്പ്രദായമായി എടുത്താൽ രണ്ട് ബല ങ്ങൾ ഇവിടെ ഉണ്ടാകുന്നു.

(i) താഴേക്കുള്ള ഭൂഗുരുത്വ ബലം $(m_h + m_c)g$

(ii) റോഡിനാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം (F_r)

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ.



(iii) ഇവിടെ റോഡിനാൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം (F_r) രണ്ട് ഘടകങ്ങളായി പിരിയുന്നു. ഒന്ന് സമാന്തരവും മറ്റൊന്ന് ലംബവും. ലംബ ഘടകം ഗുരുത്വ ബലത്തെ നിർവീര്യമാ ക്കുന്നു. (പരസ്പരം വിപരീതവും തുല്യവും ആയതിനാൽ) $(m_h + m_c)g$ സമാന്തര ഘടകം സന്തുലിതമാകുന്നില്ല. അതിനാൽ (വണ്ടി+കുതിര) സമ്പ്രദായം മുന്നിലേയ്ക്ക് ഒരു ത്വരണം ലഭിച്ച് മുന്നോട്ട് ചലിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 3.13

ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനത്തെ $y = ut - \frac{1}{2}gt^2$.

എന്ന് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു

a) വസ്തുവിൻ മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം?

b) വസ്തുവിന്റെ ആഘൂർണ്ണം കാണുക?

നിർദ്ധാരണം

ബലം കാണുന്നതിന് വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം കണ്ടു പിടിക്കണം.

$$\text{ത്വരണം } a = \frac{d^2y}{dt^2}$$

$$\text{(അഥവാ)} \quad a = \frac{dv}{dt}$$

ഇവിടെ

v = വസ്തുവിന്റെ y ദിശയിലെ പ്രവേഗം

$$v = \frac{dy}{dt} = u - gt$$

ആഘൂർണ്ണം = mv = m (u-gt).

$$a = \frac{dv}{dt} = -g$$

വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം $F = ma = -mg$

ഋണ ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ബലം ഋണ y ദിശയിലാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. ഇതുതന്നെ യാണ് പ്രൊജക്ടയിൽ ചലനത്തിൽ വസ്തു വിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം.

3.3.2 ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലൂടെയുള്ള വസ്തുവിന്റെ ചലനം

ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു θ കോണിലുള്ള ഒരു ഘർഷണം കുറഞ്ഞ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലൂടെ ചലി ക്കുമ്പോൾ (ചിത്രം 3.12) അതിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങൾക്ക് അനുസ്യൂതമാണ്.

a) വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം

b) വസ്തു താഴെ എത്തുമ്പോൾ അതിന്റെ വേഗത

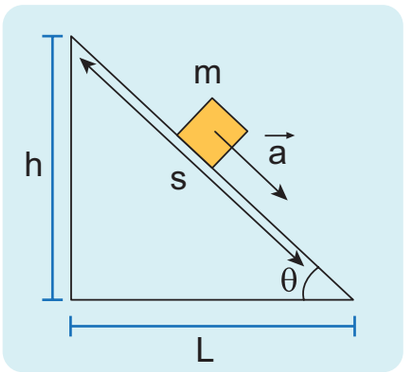
വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം

വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം (താഴേക്ക്)

(ii) ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന് ലംബമായി പ്രവർത്തി ക്കുന്ന ബലം N

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 122 21-07-2022 13:53:05



ചിത്രം 3.12 ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലൂടെ വസ്തുവിന്റെ ചലനം

ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുന്നതിന് ബ്ലോക്കിനെ ഒരു ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനം (ചിത്രം 3.13 (a) എന്നു കരുതുക. ചലനം ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലായതിനാൽ നാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന് സമാന്തരമായ കോർഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദായം ഉപയോഗിക്കുന്നു..

ഭൂഗുരുത്വ ബലം mg രണ്ടു ഘടകങ്ങളായി പിരിയുന്നു. സമാന്തര ഘടകം $mg\sin\theta$ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിനു സമാന്തരമായും $mg\cos\theta$ എന്ന ലംബ ഘടകം ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിനു ലംബമായും പോകുന്നു. ചിത്രം (3.13 (b))

ഭൂഗുരുത്വ ബലം (mg) യും ലംബ ഘടകം ഇവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ (ചായ്വ് കോൺ) θ കുറിക്കുക. (ചിത്രം 1.13 (c)).

y അക്ഷത്തിനു നേരെ ഒരു ചലനവും (ത്വരണം) സംഭവിക്കുന്നില്ല. y ദിശയിൽ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ

$$-mg\cos\theta\hat{j} + N\hat{j} = 0 \quad \text{(ത്വരണം ഇല്ല)}$$

ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ, $N - mg\cos\theta = 0$

$$N = mg\cos\theta$$

ഉപരിതലം പ്രയോഗിക്കുന്ന ലംബബലം (N) ത്തിന്റെ അളവ് $mg\cos\theta$ ക്ക് തുല്യമായിരിക്കും

വസ്തു x ദിശയിൽ ഒരു ത്വരണത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. x ദിശയിൽ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ

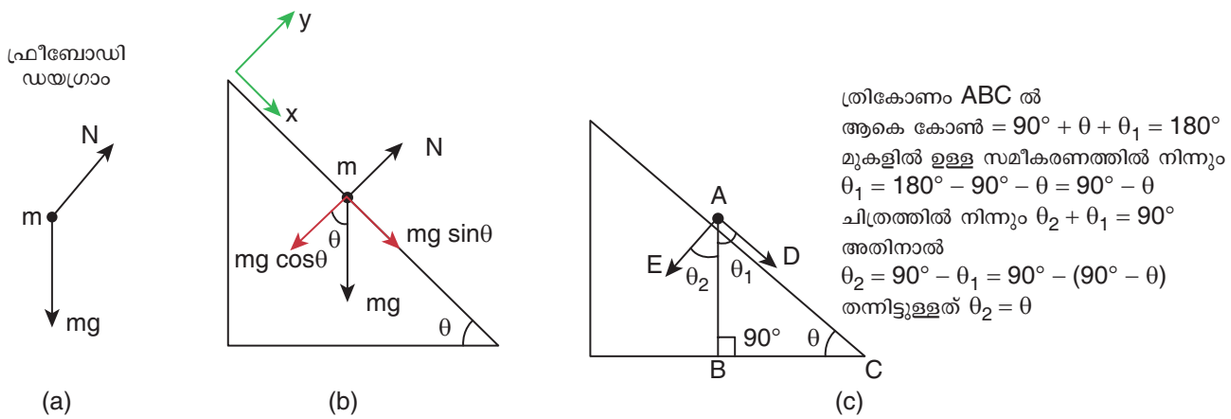
$$mg\sin\theta\hat{i} = ma\hat{i}$$

ഇരുവശവുമുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$mg\sin\theta = ma$$

ഉരുളുന്ന വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം എന്നത്

$$a = g\ sin\theta$$



(a) (b) (c)

ചിത്രം 3.13 (a) ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം, (b) രണ്ടു ഘടകങ്ങളായി (സമാന്തരം, ലംബം) പിരിയുന്നു. (c) കോൺ $\theta_2 = \theta$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 123 21-07-2022 13:53:07

ത്വരണം ചായ്വു കോണം θ യെ ആശ്രയിച്ചാണുള്ളത് എന്ന വസ്തുത ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ് $\theta = 90^0$ ആകുമ്പോൾ ബ്ലോക്ക് ലംബദിശയിൽ $a = g$ എന്ന ത്വരണത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

ന്യൂട്ടന്റെ ചലനാത്മക സമീകരണം ഒരു വസ്തു താഴെയെത്തുമ്പോഴുള്ള അതിന്റെ വേഗത കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്നു. ത്വരണം ചലനത്തിലുട നീളം സ്ഥിര സംഖ്യയായിരിക്കും.

$$v^2 = u^2 + 2as \text{ x ദിശയിലുട നീളം} \quad (3.3)$$

ത്വരണം $g \sin\theta$. ആദ്യ പ്രവേഗം പൂജ്യമായിരിക്കും. കാരണം വസ്തു ആദ്യം നിശ്ചലാവസ്ഥയിലായിരിക്കുന്നതിനാലാണ് ഇവിടെ s എന്നത് ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ നീളമാണ്.

വസ്തു താഴെയെത്തുമ്പോൾ അതിന്റെ അന്ത്യ പ്രവേഗം (v) എന്നത് (സമീകരണം (3.3) യിൽ നിന്നും)

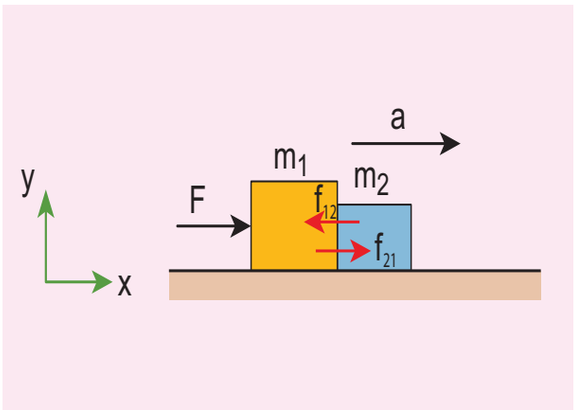
$$v = \sqrt{2sg\ sin\theta} \quad (3.4)$$

കുറിപ്പ്

ഇവിടെ നാം ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലുട നീളം കോഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദായം ഉപയോഗിക്കുന്നു. തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിനു സമാന്തരമായി കോഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദായം ഉപയോഗിച്ചാലും അതേ ഉത്തരം തന്നെ ലഭിക്കുന്നു. പക്ഷേ കണക്കുകൾ വളരെ സങ്കീർണ്ണമാണ് അതിനാൽ സമസ്യകൾക്ക് യോജിച്ചവിധത്തിലുള്ള ഇനേർഷ്യൽ കോഡിനേറ്റ് സമ്പ്രദായം തിരഞ്ഞെടുക്കേണ്ടത് വളരെ അത്യാവശ്യമാണ്.

3.3.3 തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ രണ്ടു വസ്തുക്കൾ സമ്പർക്കത്തിലിരിക്കുമ്പോൾ

m_1, m_2 എന്നിങ്ങനെ ദ്രവ്യമാനമുള്ള ($m_1 > m_2$) രണ്ടു ബ്ലോക്കുകൾ പരസ്പരം സമ്പർക്കത്തിൽ വയ്ക്കുമ്പോൾ (പ്രതലം മൃദുവും ഘർഷണം കുറഞ്ഞതും) ചിത്രം 3.14.



ചിത്രം 3.14 (a) m_1 ,m_2 എന്നീ ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ട് വസ്തുക്കൾ സമ്പർക്കത്തിൽ ഒരു മൃദുവായ ഘർഷണ രഹിതമായ തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ വയ്ക്കുമ്പോൾ,

തിരശ്ചീന ബലം F പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ, രണ്ട് ബ്ലോക്കുകളും a എന്ന ത്വരണത്തോടുകൂടി മുന്നിലേയ്ക്ക് ചലിക്കുന്നു.

ത്വരണം $\vec{a}$ കണ്ടു പിടിക്കുന്നതിന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം ഉപയോഗിക്കുക, (സംയുക്ത ദ്രവ്യമാനം $m = m_1 + m_2$)

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

രണ്ട് വസ്തുക്കളുടെ ചലനവും x ദിശയിലാണെങ്കിൽ,

$$F\hat{i} = ma\hat{i}$$

മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമീകരണത്തിന്റെ രണ്ടു വശവും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$F = ma \quad \text{ഇവിടെ} \quad m = m_1 + m_2$$

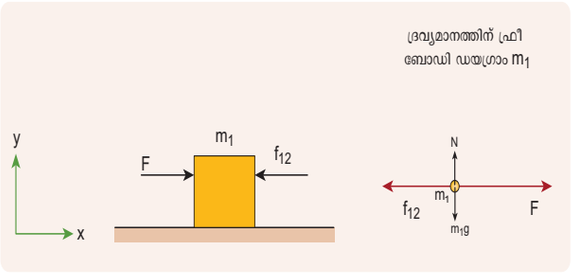
സമ്പ്രദായത്തിന്റെ ത്വരണം എന്നത്

$$\therefore a = \frac{F}{m_1 + m_2} \quad (3.5)$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 124 21-07-2022 13:53:08

m_1 എന്ന ബ്ലോക്ക് m_2 വിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം (ചലനത്താൽ) ($\vec{f}_{21}$) സമ്പർക്ക ബലം എന്നു പറയുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമപ്രകാരം m_2 തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലം m_1 നുമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. (പ്രതി പ്രവർത്തന ബലം ($\vec{f}_{12}$)).

ചിത്രം 3.14 (b) ബ്ലോക്ക് m_1 ന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം.



ചിത്രം 3.14 (b) m_1 ദ്രവ്യമാനമുള്ള ബ്ലോക്കിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം

$$\therefore F\hat{i} - f_{12}\hat{i} = m_1 a\hat{i}$$

മുകളിലത്തെ സമീകരണത്തിന്റെ രണ്ട് വശവുമുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$F - f_{12} = m_1 a$$

$$f_{12} = F - m_1 a \qquad (3.6)$$

ത്വരണത്തിന്റെ മൂല്യം പ്രതിസ്ഥാപിച്ചാൽ സമീകരണം (3.5), നെ (3.6) ൽ ഇടുമ്പോൾ

$$f_{12} = F - m_1\left(\frac{F}{m_1 + m_2}\right)$$

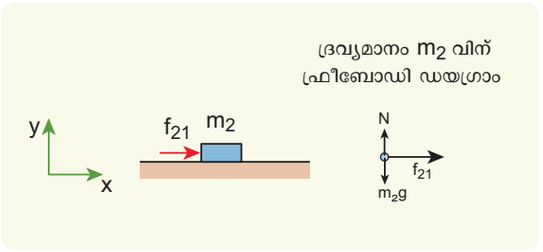
$$f_{12} = F\left[1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\right]$$

$$f_{12} = \frac{Fm_2}{m_1 + m_2} \qquad (3.7)$$

സമീകരണം (3.7) തെളിയിക്കുന്നത് സമ്പർക്ക ബലം ദ്രവ്യമാനം m_2 വിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നാണ്. ഓർമ്മിക്കേണ്ട ഒരു കാര്യം ഈ ബലം ഋണ x ദിശയിലായിരിക്കും എന്നതാണ്.

വെക്ടാർ പ്രതിനിധീകരണത്തിന് m_1 ൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തന ബലം $\vec{f}_{12} = -\frac{Fm_2}{m_1 + m_2}\hat{i}$

m_2 ദ്രവ്യമാനത്തിന് x ദിശയിൽ ഒരു ബലം മാത്രമാണ് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നത്. അത് f_{21} എന്ന് കുറിക്കുക. ഈ ബലം m_1 പ്രയോഗിക്കുന്നതാണ് m_2ദ്രവ്യമാനത്തിന് ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച പോലെ (ചിത്രം 3.14 (c).



ചിത്രം 3.14 (c) ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം m_2 എന്ന ദ്രവ്യമാനത്തിന്

ദ്രവ്യമാനം m_2 വിന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം ഉപയോഗിക്കുക.

$$f_{21}\hat{i} = m_2 a\hat{i}$$

മുകളിലത്തെ സമീകരണത്തിന്റെ ഇരുവശവും താരതമ്യം ചെയ്താൽ

$$f_{21} = m_2 a \qquad (3.8)$$

ത്വരണത്തിന്റെ മൂല്യം പ്രതിസ്ഥാപിച്ചാൽ (3.5) ൽ നിന്നും (3.8), എന്നത് $f_{21} = \frac{Fm_2}{m_1 + m_2}$

ഇവിടെ സമ്പർക്ക ബലത്തിന്റെ അളവ് എന്നത് സമ്പർക്ക ബലം $f_{21} = \frac{Fm_2}{m_1 + m_2}$ ബലത്തിന്റെ ദിശ x ദിശയാണ്.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 125 21-07-2022 13:53:11

വെക്ടാർ പ്രതിനിധീകരണത്തിൽ m_2 വിൻ മേൽ m_1 പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം $\vec{f}_{21} = \frac{Fm_2}{m_1 + m_2}\hat{i}$

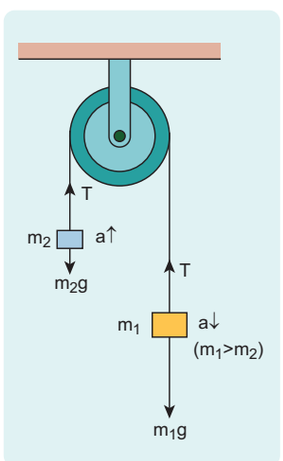
$\vec{f}_{12} = -\vec{f}_{21}$ ഇത് ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമത്തെ തെളിയിക്കുന്നു.

3.3.4 പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള വസ്തുക്കളിലെ ചലനം

വസ്തുക്കളെ കയറിനാൽ ബന്ധിപ്പിച്ച് അതിൻമേൽ ലംബ ദിശയിലോ തിരശ്ചീന ദിശയിലോ ബലം പ്രയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഒരു ടെൻഷൻ (T) ആ കയറിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് ത്വരണത്തെ ഒരു പരിധിവരെ ബാധിക്കുന്നു. അതിന്റെ വ്യത്യസ്ത സാഹചര്യങ്ങൾ നമുക്ക് വിശകലനം ചെയ്യാം.

സാഹചര്യം 1: ലംബ ചലനം

രണ്ട് ഭാരങ്ങൾ m_1, m_2 ഒരു നേരീയ കയറിന്റെ അഗ്രങ്ങളിൽ കെട്ടി ഒരു കപ്പിയിലൂടെ കടത്തിവിടുകയാണെങ്കിൽ ചിത്രം 3.15.

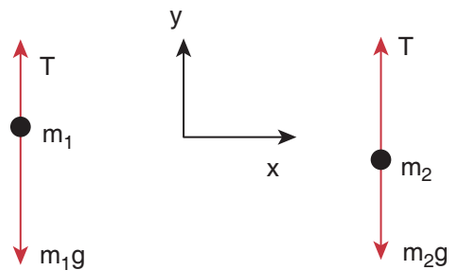


ചിത്രം 3.15 രണ്ടു ഭാരങ്ങൾ ഒരു കയറിലൂടെ കപ്പിയുടെ രണ്ട് അഗ്രത്തുമായി ഇട്ടിരിക്കുന്നു.

ഇവിടെ ടെൻഷൻ T, ത്വരണം a ഇവ രണ്ടും യാതൊരു ബാഹ്യബലവും പ്രവർത്തിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ m_2 മുകളിലേയ്ക്കും m_1 താഴേയ്ക്കും ചലിക്കുന്നു. രണ്ടിനും തുല്യ ത്വരണം a ഉണ്ട്. mg യിലെ ഭൂഗുരുത്വ ബലം m_2 വിനെ മുകളിലേയ്ക്ക് ഉയർത്താൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മുകളിലേയ്ക്കുള്ള ദിശയെ y ദിശ എന്നു പറയുന്നു.

ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം രണ്ടു ഭാരത്തിനും ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ച പോലെ 3.16.

ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രാം



ചിത്രം 3.16 3.16 ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ m_1, m_2

സമത്തിന്റെ ഇടതുവശത്തുള്ളത് m_2 വിൻ മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ആകെ ബലം ആകുന്നു. വലതു വശത്തുള്ളത് ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെയും ത്വരണത്തിന്റെയും ഗുണനഫലം മാത്രമാണ്. (y ദിശയിൽ) സമീകരണത്തിന് ഇരുവശവും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$T\hat{j} - m_2 g\hat{j} = m_2 a\hat{j}$$

മുകളിലത്തെ സമീകരണത്തിന്റെ ഇടതു വശം m_2 വിൻമേലുള്ള ആകെ ബലവും വലതു വശത്ത് y ദിശയിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തിനും ത്വരണത്തിനും തമ്മിലുള്ള ഗുണനഫലമാണ്.

ഇരുവശങ്ങളും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്നത്

$$T - m_2 g = m_2 a \qquad (3.9)$$

m_1 ന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ m_1

$$T\hat{j} - m_1 g\hat{j} = -m_1 a\hat{j}$$

ദ്രവ്യമാനം m_1 താഴേയ്ക്ക് ചലിക്കുമ്പോൾ $(-\hat{j})$, ത്വരണവും $(-\hat{j})$ യുടെ ദിശയിലേയ്ക്ക് മാറുന്നു.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 126 21-07-2022 13:53:13

ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള ഘടകങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്

$$T - m_1 g = -m_1 a$$

$$m_1 g - T = m_1 a \qquad (3.10)$$

(3.9), (3.10), ഇവ സങ്കലനനം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$m_1 g - m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

$$(m_1 - m_2) g = (m_1 + m_2) a \qquad (3.11)$$

സമീകരണം (3.11), ൽ നിന്ന് രണ്ട് വസ്തുക്കളുടെയും ദ്രവ്യമാനം

$$a = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) g \qquad (3.12)$$

രണ്ടു വസ്തുക്കളും ദ്രവ്യമാനമാണ് എങ്കിൽ (m_1=m_2), സമീകരണം (3.12)

$$a = 0$$

ഇതിൽ നിന്നും ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ തുല്യമാകുമ്പോൾ ത്വരണം നടക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ വസ്തു ചലിക്കുന്നില്ല.

നൂലിൻമേൽ (കയറിൻമേൽ) ഉള്ള ടെൻഷൻ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനായി ത്വരണത്തിന്റെ മൂല്യം സമീകരണം (3.12) ൽ നിന്നും (3.9) ൽ പ്രതിസ്ഥാപിക്കുക.

$$T - m_2 g = m_2 \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) g$$

$$T = m_2 g + m_2 \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) g \qquad (3.13)$$

$m_2 g$ യെ (3.13) സമീകരണത്തിന്റെ വലതുവശത്ത് പൊതുവായി എടുക്കുമ്പോൾ

$$T = m_2 g \left(1 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)$$

$$T = m_2 g \left(\frac{m_1 + m_2 + m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)$$

$$T = \left(\frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right) g$$

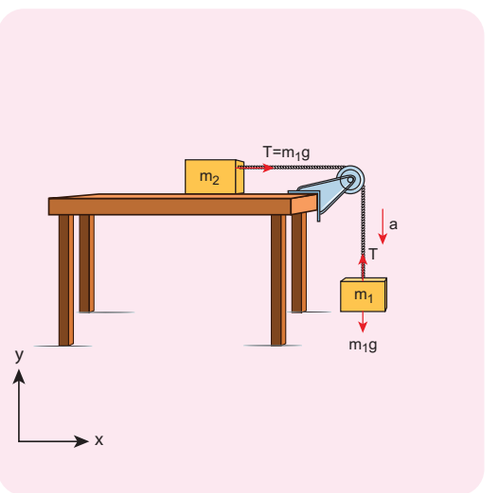
സമീകരണം (3.12) ത്വരണത്തിന്റെ മൂല്യം നൽകുന്നു.

m_1, എന്ന ദ്രവ്യമാനത്തിന് ത്വരണ വെക്ടർ $\vec{a} = -\left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) g \hat{j}$

m_2, ന് ത്വരണ വെക്ടർ $\vec{a} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) g \hat{j}$

അവസ്ഥ 2: തിരശ്ചീന ചലനം

ഇവിടെ ദ്രവ്യമാനം m_2 വിനെ ഒരു തിരശ്ചീന മേശയിൽ വച്ചിട്ടുണ്ട്. അതുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി ദ്രവ്യമാനം m_1 നെ ഒരു കപ്പിയിലൂടെ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ തൂക്കിയിടുക. ഉപരിതലം ഘർഷണ രഹിതമാണ് എന്നു കരുതുക. ചിത്രം 3.17.



ചിത്രം 3.17 വസ്തുക്കളുടെ തിരശ്ചീന ചലനം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 127 21-07-2022 13:53:16

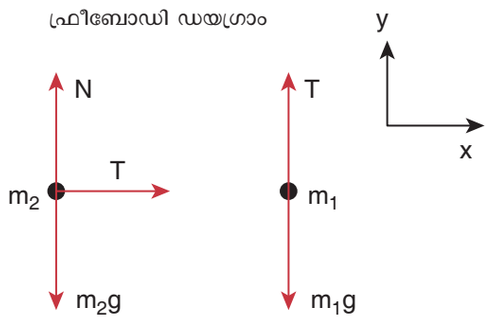
രണ്ടു കട്ടകളും തമ്മിൽ ഒരു ഇലാസ്തികതയില്ലാത്ത കയറുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. m_1 ഒരു ത്വരണത്തോടുകൂടി താഴേയ്ക്ക് ചലിക്കുകയാണെങ്കിൽ m_2 ഉം അതേ ത്വരണത്തിൽ തിരശ്ചീനമായി സഞ്ചരിക്കുന്നു.

m_2 വിൻ മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം (താഴേയ്ക്ക് m_2g)
(ii) ഉപരിതലം മുകളിലേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കുന്ന ലംബ ബലം
(iii) തിരശ്ചീന ബലം (T) നൂലിനാലുള്ള m_1 ൻ മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ

(i) ഭൂഗുരുത്വ ബലം (താഴേയ്ക്ക് m_1g)
(ii) ടെൻഷൻ (T) മുകളിലേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കുന്നു.

രണ്ട് ദ്രവ്യമാനങ്ങൾക്കും ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരച്ചാൽ ചിത്രം 3.18.



ചിത്രം 3.18 m_1, m_2 ഇവയുടെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം

m_1 ന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം പ്രയോഗിക്കുക

$$T\hat{j} - m_1g\hat{j} = -m_1a\hat{j} \text{ (y ദിശയിൽ)}$$

മുകളിലത്തെ സമീകരണത്തിന്റെ ഇരുവശവുമുള്ളവയെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$T - m_1g = -m_1a \qquad (3.14)$$

m_2 വിന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം പ്രയോഗിക്കുക

$$T\hat{i} = m_2a\hat{i} \text{ (x ദിശയിൽ)}$$

മുകളിലത്തെ സമീകരണത്തിന്റെ ഇരുവശവും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ,

$$T = m_2a \qquad (3.15)$$

m_2 വിന് y ദിശയിൽ ത്വരണം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

$$N\hat{j} - m_2g\hat{j} = 0$$

മുകളിലത്തെ സമീകരണത്തിന്റെ ഇരുവശങ്ങളും താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$N - m_2g = 0$$
$$N = m_2g \qquad (3.16)$$

സമീകരണം (3.15) ന് (3.14), ൽ പ്രതിസ്ഥാവിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക് T യുടെ മൂല്യം കാണാൻ സാധിക്കും

$$m_2a - m_1g = -m_1a$$
$$m_2a + m_1a = m_1g$$
$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2}g \qquad (3.17)$$

സമീകരണം (3.17), (3.15) ൽ പ്രതിസ്ഥാപിച്ചാൽ കയറിന്റെ ടെൻഷൻ കണ്ടു പിടിക്കാം

$$T = \frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}g \qquad (3.18)$$

രണ്ട് സാഹചര്യത്തിലുംഉള്ള ചലനങ്ങളെതാരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ കയറിന്റെ തിരശ്ചീന ചലനത്തിലുള്ള ടെൻഷൻ എന്നത് ലംബ ചലനത്തിലുള്ളതിന്റെ (അതേ ദ്രവ്യമാനങ്ങളും കയറും) പകുതിയായിരിക്കും.

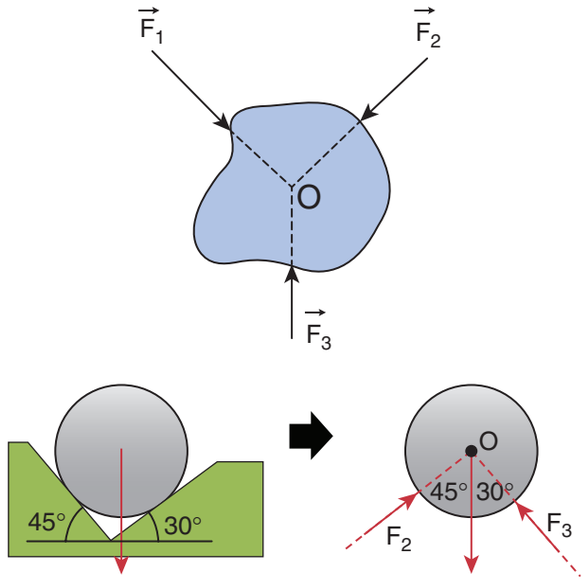
ഈ ഫലം പ്രധാനമായും വ്യവസായ രംഗത്ത് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. കൺവേയർ ബെൽറ്റിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നകയറുകൾ(തിരശ്ചീനചലനത്തിൽ) വളരെക്കാലം ഈട് നിൽക്കുന്നു. എന്നാൽ ക്രെയിനിലും ലിഫ്റ്റിലും അത്രകാലം നിലനിൽക്കില്ല.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 128 21-07-2022 13:53:19

3.3.5 സർവ്വ സമബലങ്ങളും ലാമിസ് സിദ്ധാന്തവും

ഒരു കൂട്ടം ബലങ്ങളുടെ രേഖകൾ ഒരു ബിന്ദുവിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നുവെങ്കിൽ ബലങ്ങളെ സർവ്വസമ ബലങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ചിത്രം 3.19

സർവ്വ സമബലങ്ങൾ ഒരേ തലത്തിൽ ആകണമെന്നില്ല. അവ ഒരേ തലത്തിലായാൽ അവയെ സർവ്വസമം അതുപോലെ ഏകതല ബലങ്ങൾ എന്നുപറയുന്നു.

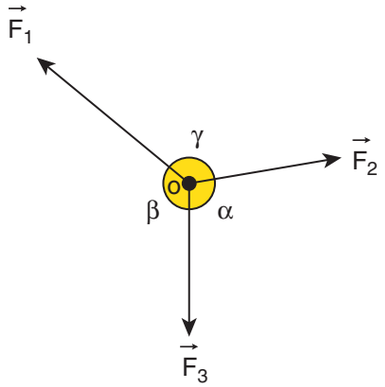


ചിത്രം 3.19 സർവ്വസമ ബലങ്ങൾ

3.4 ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്തം

മൂന്ന് സർവ്വസമ ഏകതല ബലങ്ങൾ സന്തുലനാവസ്ഥയിലാണെങ്കിൽ ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്ത പ്രകാരം ഓരോ ബലത്തിന്റെ അളവും മറ്റ് രണ്ടു ബലങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള കോണിന്റെ സൈനിന് നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും. അനുപാത സ്ഥിരസംഖ്യ എല്ലാ ബലങ്ങൾക്കും തുല്യമാണ്.

മൂന്ന് ബലങ്ങൾ $\vec{F}_1, \vec{F}_2\ \vec{F}_3$ എന്നിവ സർവ്വസമ ഏകതല ബലങ്ങളാണെങ്കിൽ ഇവ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന പൊതുവായ ബിന്ദു O ചിത്രം 3.20 കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ, ഈ ബിന്ദു സന്തുലനത്തിലാണെങ്കിൽ ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്ത പ്രകാരം



ചിത്രം 3.20 മൂന്ന് സർവ്വസമ, ഏകതല ബലങ്ങൾ $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ എന്നിവ O എന്ന ബിന്ദുവിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു.

$$\left|\vec{F}_1\right| \propto \sin\alpha$$

$$\left|\vec{F}_2\right| \propto \sin\beta$$

$$\left|\vec{F}_3\right| \propto \sin\gamma$$

അതിനാൽ, $$\frac{\left|\vec{F}_1\right|}{\sin\alpha} = \frac{\left|\vec{F}_2\right|}{\sin\beta} = \frac{\left|\vec{F}_3\right|}{\sin\gamma} \qquad (3.19)$$

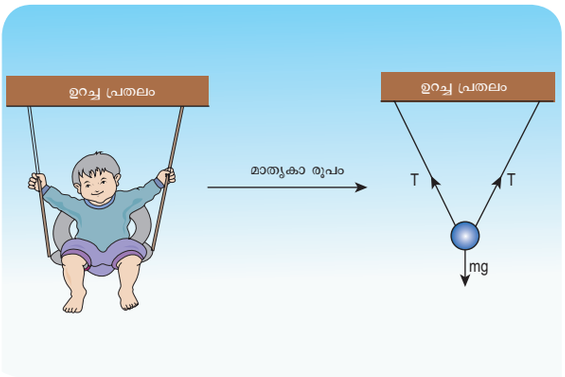
നിശ്ചയ സന്തുലനാവസ്ഥയിലുള്ള വസ്തുക്കളിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലത്തെ വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിന് ലാമിസ് സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗപ്രദമാണ്.

ലാമിസ് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ പ്രയോജനങ്ങൾ

ഉദാഹരണം 3.14

ഒരു കുഞ്ഞ് ഒരു ഊഞ്ഞാലിൽ ഇരിക്കുന്നു. ഊഞ്ഞാൽ കെട്ടിയിരിക്കുന്നത് രണ്ട് സമനീളങ്ങളുള്ള ഒന്നുപോലുള്ള കയറുകൾ ഉപയോഗിച്ചാണ്. അവ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാണെന്ന് കരുതുക. എന്നാൽ കുഞ്ഞിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ ഏവ? ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിച്ച് കയറിൻമേലുള്ള ബലം കാണുക?

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 129 21-07-2022 13:53:20

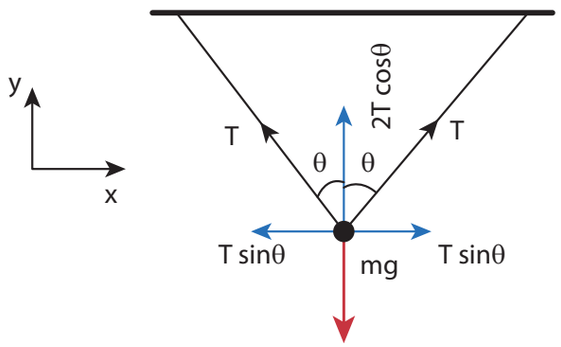


നിർദ്ധാരണം

കുഞ്ഞും ഊഞ്ഞാലും, ഇവിടെ ഒരു വസ്തുവിനെ രണ്ട് കയറുകളാൽ ബന്ധിച്ചപോലെയാണ്. (ചിത്രം) അപ്പോൾ കുഞ്ഞിൻമേൽ 3 ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

i) ഗുരുത്വ ബലം (ഋണ y ദിശയിൽ)
ii) ടെൻഷൻ (T) രണ്ടു കയറിലൂടെ

ഈ മൂന്ന് ബലങ്ങളും ഏകതലവും സർവ്വസമവുമാണ്.



ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച്

$$\frac{T}{\sin(180-\theta)} = \frac{T}{\sin(180-\theta)} = \frac{mg}{\sin(2\theta)}$$

$\sin(180-\theta) = \sin\theta$ യും $\sin(2\theta) = 2\sin\theta\cos\theta$ ആയതിനാൽ

നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത് $\frac{T}{\sin\theta} = \frac{mg}{2\sin\theta\cos\theta}$

ഇതിൽ നിന്നും ഓരോ കയറിന്റെയും ടെൻഷൻ എന്നത് $T = \frac{mg}{2\cos\theta}$.

കുറിപ്പ്

$\theta = 0°$, ആകുമ്പോൾ കയറുകൾ ലംബമാകും. എങ്കിൽ ഓരോ കയറിന്റെയും ടെൻഷൻ $T = \frac{mg}{2}$

3.5 ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം

സംരക്ഷണ നിയമങ്ങൾക്ക് പ്രകൃതിയിൽ വളരെ വലിയ സ്ഥാനമാണുള്ളത്. വസ്തുക്കളുടെ ചലനങ്ങളുടെ ഗതിക ശാസ്ത്രം സംരക്ഷണ നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് വിശകലനം ചെയ്യാം. യന്ത്ര വിജ്ഞാനത്തിൽ മൂന്ന് സംരക്ഷണ നിയമങ്ങൾ ഉണ്ട്. ആകെ ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം, ആകെ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം, വർത്തുള ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമവും മൂന്നാം ചലന നിയമവും തമ്മിൽ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ആകെ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം നമുക്ക് കണ്ടുപിടിക്കാം.

രണ്ട് വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടുമ്പോൾ അവ പരസ്പരം തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലങ്ങളാണ്. ഒന്നാമത്തെ വസ്തു $\vec{F}_{21}$ എന്ന ബലം രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ, രണ്ടാമത്തെ വസ്തു ആദ്യ വസ്തുവിൻ മേൽ $\vec{F}_{12}$ എന്ന ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമ പ്രകാരം

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \qquad (3.20)$$

വസ്തുക്കളുടെ ആവേഗത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഓരോ വസ്തുവിൻമേലും ഉള്ള ബലങ്ങളെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം (ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം)

$$\vec{F}_{12} = \frac{d\vec{p}_1}{dt} \quad , \quad \vec{F}_{21} = \frac{d\vec{p}_2}{dt}. \qquad (3.21)$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 130 21-07-2022 13:53:23

ഇവിടെ $\vec{p}_1$ എന്ന ആദ്യ വസ്തുവിന്റെ ആവേഗം ഇത് $\vec{F}_{12}$ എന്ന ബലത്താൽ മാറുന്നു. (രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിന്റെ ബലം). $\vec{p}_2$ എന്നത് രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിന്റെ ആവേഗം ആദ്യ വസ്തുവിന്റെ ബലത്താൽ മാറുന്നു. ($\vec{F}_{21}$)

(3.21) ന് (3.20) ത്തിൽ പ്രതിസ്ഥാപിക്കുക

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} = -\frac{d\vec{p}_2}{dt} \qquad (3.22)$$

$$\frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt} = 0 \qquad (3.23)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\vec{p}_1 + \vec{p}_2\right) = 0$$

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 =$ ഒരു സ്ഥിര വെക്ടാർ ആകന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2$ എന്നത് ആകെ ആവേഗമാകുന്നു. ($\vec{p}_{ആകെ} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$). ഇതിനെയാണ് സമ്പ്രദായത്തിന്റെ ആകെ ആവേഗം എന്ന് പറയുന്നത്. ഇവിടെ $\vec{p}_1 + \vec{p}_2$ വിനെയാണ് സമ്പ്രദായം എന്നു പറയുന്നത്. ഇതിൽ നിന്നും ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം നിർവ്വചിക്കാം.

ഒരു ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ ആകെ ആവേഗം ഒരു സ്ഥിര വെക്ടാർ ആകുന്നു. ($\vec{p}_{tot}$) മറ്റൊരുവിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഒരു സമ്പ്രദായത്തിന്റെ ആകെ ആവേഗം എന്നത് ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യയാണ്. ഇവിടെ സ്ഥിരം എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് $\vec{p}_1$, $\vec{p}_2$ എന്നത് $\vec{p}_1 + \vec{p}_2$ സ്ഥിരസംഖ്യയാകുന്ന രീതിയിൽ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും.

$\vec{F}_{12}$, $\vec{F}_{21}$ എന്നീ ബലങ്ങളെ ആന്തരിക ബലങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. കാരണം അവ രണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കിടയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു വസ്തുക്കളിലും ബാഹ്യബലം ഒന്നും തന്നെ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ല. അത്തരത്തിലൊരു സാഹചര്യത്തിൽ ആകെ ആവേഗം ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യയായിരിക്കും.

ഉദാഹരണം 3.15

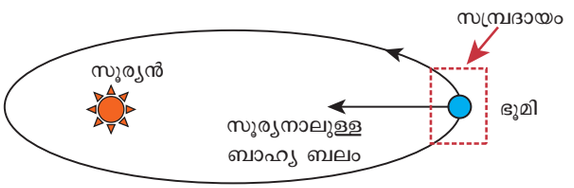
താഴെപ്പറയുന്നവയിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ആന്തരികബലം, ബാഹ്യബലം എന്നിവ തിരിച്ചറിയുക.

a) ഭൂമിയെ മാത്രം ഒരു സമ്പ്രദായമാക്കുമ്പോൾ
b) ഭൂമിയും സൂര്യനും ഒരു സമ്പ്രദായമാകുമ്പോൾ
c) നമ്മുടെ ശരീരം ഒരു സമ്പ്രദായമാകുമ്പോൾ
d) നമ്മുടെ ശരീരം + ഭൂമി ഒരു സമ്പ്രദായമാകുമ്പോൾ

നിർദ്ധാരണം

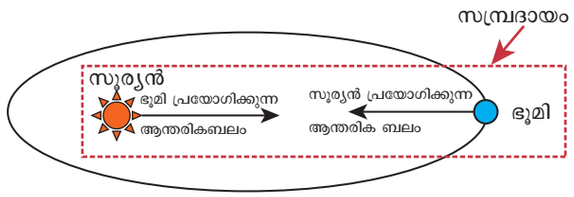
a) ഭൂമി മാത്രം കരുതുക

ഭൂമി സൂര്യനെ ചുറ്റുന്നു. (സൂര്യന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ). ഭൂമിയെ മാത്രം ഒരു സമ്പ്രദായമായി എടുത്താൽ സൂര്യന്റെ ബലം എന്നത് ഒരു ബാഹ്യബലമാകുന്നു. ചന്ദ്രനെ പരിഗണിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതും ഭൂമിയിൻ മേൽ ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു.



b) (ഭൂമി + സൂര്യൻ) ഒരു സമ്പ്രദായം

ഇവിടെ രണ്ടു ആന്തരബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കുന്നു. അവ പ്രവർത്തനം, എതിർപ്രവർത്തനം അതായത് ഭൂമി സൂര്യനുമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും സൂര്യൻ ഭൂമിക്കുമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവുമാണ്.



c) ശരീരം ഒരു സമ്പ്രദായമാകുമ്പോൾ

നടക്കുമ്പോൾ നാം ഒരു ബലം ഭൂമിയിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഭൂമി തുല്യവും വിപരീതവുമായ മറ്റൊരു ബലം നമ്മുടെ ശരീരത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ശരീരം മാത്ര

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 131 21-07-2022 13:53:25

മാണ് സമ്പ്രദായമായി എടുക്കുന്നുവെങ്കിൽ ഭൂമിയുടെ ബലം എന്നത് ബാഹ്യബലമാണ്.



നമ്മുടെ ശരീരം ഒരു സിസ്റ്റമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ

d) (ശരീരം + ഭൂമി) ചേർത്തെടുക്കുകയാണെങ്കിൽ

ഇവിടെ രണ്ട് ആന്തര ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ശരീരം ഭൂമിയുടെമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ഒരു ബലം, ഭൂമി ശരീരത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന തുല്യവും വിപരീതവുമായ മറ്റൊരു ബലം.



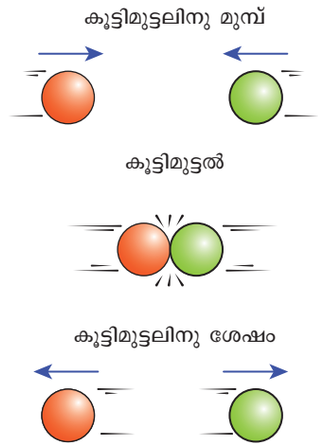
(ശരീരം + ഭൂമി) ഒരു
സമ്പ്രദായമായി

ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമത്തിന്റെ സാരം

1) ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം എന്നത് ഒരു വെക്ടാർ നിയമമാകുന്നു. ഇതിൻ പ്രകാരം ആകെ ആവേഗത്തിന്റെ അളവും ദിശയും ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യയാണ്. എന്നാൽ ചിലപ്പോൾ ആകെ ആവേഗം പൂജ്യമാകുന്നു.

2) ഒരു വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ വിശകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം അഥവാ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം ഉപയോഗിക്കാം. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമത്തിന് ഈ സമ്പ്രദായത്തിൽ ഉൾപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ബലങ്ങൾ ഏതാണെന്നറിയേണ്ടതുണ്ട്. വാസ്തവത്തിൽ അതൽപ്പം ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. എന്നാൽ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമത്തിൽ അതിലുൾപ്പെട്ട ബലത്തെക്കുറിച്ച് പരാമർശിക്കുന്നില്ല. ഇതാണ് അനുയോജ്യവും അതിനാൽ വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ടതുമാണ്.

ഉദാഹരണം, രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടുമ്പോൾ ഇവയ്ക്ക് രണ്ടിനും ഇടയിലുള്ള ബലങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുക അത്ര സാധ്യമല്ല. എന്നാൽ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം ഉപയോഗിക്കാൻ സാധ്യമാണ്.



രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ കൂട്ടിമുട്ടൽ

ഉദാഹരണം

- തോക്കിൽ നിന്നും ചീറിപ്പായുന്ന വെടിയുണ്ടയെ പരിഗണിക്കുക. ഇവിടെ (തോക്ക് + വെടിയുണ്ട) ഒരു സമ്പ്രദായമാണ്. ആദ്യം തോക്കും വെടിയുണ്ടയും വിശ്രമത്തിലാണ്, അതിനാൽ ആകെ ആവേഗം പൂജ്യം ആകുന്നു. ഫയറിംഗിനുമുമ്പ് $\vec{p}_1$ എന്നത് തോക്കിന്റെ ആവേഗവും $\vec{p}_2$ എന്നത് ബുള്ളറ്റിന്റെ (വെടിയുണ്ടയുടെ) ആവേഗവും ആണെങ്കിൽ ആദ്യ പ്രവേഗം പൂജ്യമായതിനാൽ



$$\vec{p}_1 = 0, \vec{p}_2 = 0.$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 132 21-07-2022 13:53:26

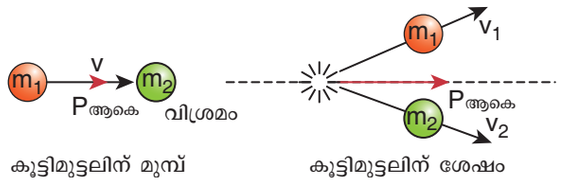
ആകെ ആവേഗ പൂജ്യം $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0$ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമ പ്രകാരം

ഫയറിംഗിന് (വെടിയുണ്ട ചീറിപ്പാഞ്ഞതിനു ശേഷം) ശേഷവും ആകെ ആവേഗം പൂജ്യമായിരിക്കും.

വെടിവയ്പു നടത്തുമ്പോൾ വെടിയുണ്ടയിൻമേൽ ബുള്ളറ്റ് ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു (മുന്നിലേക്ക്). അപ്പോൾ വെടിയുണ്ട അഥവാ ബുള്ളറ്റിന്റെ ആവേഗം $\vec{p}_1$ ൽ നിന്നും $\vec{p}_1$ ആയി മാറുന്നു. അതുപോലെ ഗണ്ണിന്റെ ആവേഗം $\vec{p}_2$ ൽ നിന്നു $\vec{p}_2$ ആയി മാറുന്നു. ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമപ്രകാരം $\vec{p}_1' + \vec{p}_2' = 0$ $\vec{p}_1' = -\vec{p}_2'$, ഗണ്ണിന്റെ ആവേഗം തുല്യവും ബുള്ളറ്റിന്റെ ആവേഗ ദിശയ്ക്ക് എതിർ ദിശയിലും ആകുന്നു. ഇതിനാലാണ് വെടിയുണ്ട ഗണ്ണിൽ നിന്ന് ചീറിപായുമ്പോൾ ഗൺ (തോക്ക്) $(\vec{p}_2)$ എന്ന ആവേഗത്തോടുകൂടി പിന്നിലേയ്ക്ക് പോകുന്നത്. ഇതിനെയാണ് റീകോയിൽ ആവേഗം എന്ന് പറയുന്നത്. ഇത് ആകെ രേഖീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമത്തിന് ഒരു ഉദാഹരണമാണ്.

S8G1X

- രണ്ട് വസ്തുക്കളെ കരുതുക. ഒന്ന് നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാണ്, രണ്ടാമത്തെ വസ്തു ആദ്യത്തെ വസ്തുവിന്റെ നേർക്ക് ചലിക്കുകയാണ് എന്ന് കരുതുക. അവതമ്മിൽകൂട്ടിമുട്ടുന്നു. കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷം അവ രണ്ടും ഒരു നിശ്ചിതമല്ലാത്ത ദിശയിലേയ്ക്ക് ചലിക്കുന്നു. ഇവിടെ കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പ് ആകെ രേഖീയ ആവേഗം എന്നത് ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ ആദ്യ രേഖീയ ആവേഗത്തിനു തുല്യമാകുന്നു ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമ പ്രകാരം ആകെ രേഖീയ ആവേഗം (കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷം) മുന്നോട്ടുള്ള ദിശയിലായിരിക്കും. താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രം ഇത് വിശദമാക്കുന്നു.



കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പ് കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷം

വിഭാഗത്തിൽ ഇതേക്കുറിച്ചുള്ള വ്യക്തമായ കണക്കുകൾ കൊടുക്കപ്പെട്ടിക്കുണ്ട്. ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടത് എന്തെന്നാൽ ആകെ ആവേഗ വെക്ടാർ (കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പും പിൻമ്പും) ഒരേ ദിശയിലായിരിക്കും. അതായത് ആവേഗം എന്നത് കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പും പിൻപും തുല്യമായിരിക്കും. കൂട്ടിമുട്ടുന്ന സമയത്ത് രണ്ട് വസ്തുക്കളും തമ്മിൽ പരസ്പരം ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഈ രണ്ട് വസ്തുക്കളും ഒരു സമ്പ്രദായം (സിസ്റ്റം) ആയി എടുത്താൽ ഇവയ്ക്കിടയിലുള്ള ബലത്തെ ആന്തരിക ബലങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ആന്തരികബലത്താൽ ആകെ രേഖീയ ആവേഗത്തിന് യാതൊരു മാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ല.

3.5.1 പ്രചോദനം (ഇംപൾസ്)

വളരെ വലിയൊരു ശക്തി ഒരു വസ്തുവിൽ വളരെ ചുരുങ്ങിയ സമയത്തേയ്ക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെങ്കിൽ ആ ശക്തിയെ ഇംപൾസീവ് ഫോഴ്സ് അല്ലെങ്കിൽ ഇംപൾസ് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ ഒരു ബലം വളരെ കുറഞ്ഞ ഇടവേളയിൽ (Δt) പ്രയോഗിക്കുന്നു എങ്കിൽ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം എന്നത്

$$F dt = dp$$

ഒരു പ്രാരംഭ സമയം മുതൽ അവസാന സമയം വരെ ഈ സമീകരണത്തെ സമന്വയിപ്പിച്ചാൽ നമുക്ക് സംഭവിക്കുന്നത്

$$\int_i^f dp = \int_{t_i}^{t_f} F\, dt$$

$$p_f - p_i = \int_{t_i}^{t_f} F\, dt$$

$p_i = t_i$ സമയത്തുള്ള വസ്തുവിന്റെ ആദ്യ ആവേഗം

$p_f = t_f$ സമയത്തുള്ള വസ്തുവിന്റെ അന്ത്യ പ്രവേഗം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 133 21-07-2022 13:53:28

$p_f - p_i = \Delta p =$ സമയത്തിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ ആവേഗ മാറ്റം$t_f - t_i = \Delta t$.

$\int_{t_i}^{t_f} F\,dt = J$ എന്നതിനെ പ്രചോദനം എന്നു പറയുന്നു. ഇതു തന്നെയാണ് വസ്തുവിന്റെ ആവേഗമാറ്റം.

മുഴുവൻ സമയവും ബലം തുല്യഅളവിലാണ് പ്രയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ

$$\int_{t_i}^{t_f} F\,dt = F\int_{t_i}^{t_f} dt = F\left(t_f - t_i\right) = F\Delta t$$

$$F\,\Delta t = \Delta p \qquad (3.24)$$

സമീകരണം (3.24) ന് പ്രചോദന ആവേഗ സമീകരണം എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു സ്ഥിര ബലത്തിന് പ്രചോദനം $J = F\Delta t$ ഇത് ആവേഗമാറ്റത്തിന് തുല്യമാണ് (Δp) പ്രചോദനം ഒരു വെക്ടാർ അളവാകുന്നു. അതിന്റെ മാത്ര Δt.

ഇംപൾസ് എന്നത് ഒരു വെക്റ്റർ അളവാകുന്നു. അതിന്റെ മാത്രNs.

ഒരു കുറഞ്ഞ കാലയളവിൽ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ആകെ ശരാശരി ബലം

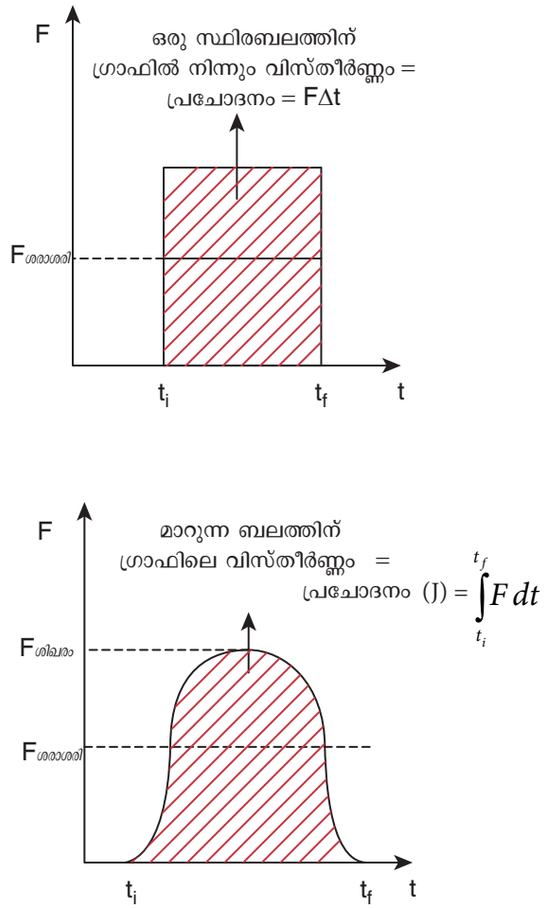
$$F_{\text{ശരാശരി}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \qquad (3.25)$$

സമീകരണം (3.25), ൽ നിന്നും ശരാശരി ബലത്തിന്റെ മൂല്യം Δt കുറയുമ്പോൾ, കൂടുന്നു. എപ്പോഴെല്ലാം വസ്തുവിന്റെ ആവേഗം മാറുന്നുവോ അപ്പോഴെല്ലാം ശരാശരി ബലം കൂടുന്നു.

പ്രചോദനത്തെ ശരാശരി ബലത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ എഴുതാം. Δp എന്നത് ആവേഗമാറ്റമായതിനാൽ ആ വസ്തുവിന്റെ പ്രചോദനം (J), ആകുന്നു.

$$J = F_{\text{ശരാശരി}}\,\Delta t \qquad (3.26)$$

ഗ്രാഫിലൂടെ സ്ഥിരബല പ്രചോദനവും മാറുന്ന ബലത്താലുള്ള പ്രചോദനവും പ്രതിനിധീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. (ചിത്രം 3.21.



ചിത്രം 3.21 സ്ഥിര ബലപ്രചോദനം
മാറുന്ന ബലപ്രചോദനം

ഉദാഹരണങ്ങൾ

1. ഒരു ക്രിക്കറ്റ് കളിക്കാരൻ ബാൾ പിടിക്കുമ്പോൾ അയാളുടെകൈകൾപിന്നിലോട്ട്തള്ളപ്പെടുന്നു. കാരണമെന്ത്?

   ബാൾ പിടിച്ചയാൾ കൈകൾ നിർത്തുന്നു. അതിനാൽ ബാൾ വേഗത്തിൽ തന്നെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാകുന്നു. ബാളിന്റെ ആവേഗം വളരെ പെട്ടെന്ന് തന്നെ കുറയുന്നു (നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാവുന്നതിനാൽ). അതിനാൽ ശരീരത്തിൽ ബാളിനാലുള്ള ശരാശരി ബലത്തിന്റെ അളവ്

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 134 21-07-2022 13:53:29

വളരെ കൂടുന്നു. ഈ ശക്തമായ ബലത്താൽ കൈകൾക്ക് ആഘാതം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ആഘാതം കുറയ്ക്കുന്നതിനായി കളിക്കാരൻ കൈകൾ പിന്നിലോട്ട് എടുക്കുന്നു. അതിലൂടെ ബാൾ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലെത്താൻ കുറച്ച് സമയമെടുക്കുന്നു.



2. ഒരു കാർ ഒരു അപകടത്തിൽപ്പെടുമ്പോൾ അതിന്റെ ആക്കം (ആവേഗം) വളരെ ചുരുങ്ങിയ സമയത്തിൽ ഗണ്യമായി കുറയുന്നു. കാറിനുള്ളിലെ യാത്രാകാർക്ക് ഇത് വളരെ അപകടകരമാണ്, കാരണം അവർക്ക് വലിയ ഒരു ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ മാരകമായ ആഘാതം തടയാൻ കാറുകൾ എയർബേഗുകൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് രൂപകൽപ്പന ചെയ്തിരിക്കുന്നത്. ഒരു അപകടം സംഭവിക്കുമ്പോൾ യാത്രാക്കാരുടെ വേഗത സാവധാനതത്തിൽ കുറയുകയും അതിലൂടെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ശരാശരി ബലം ചെറുതായിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

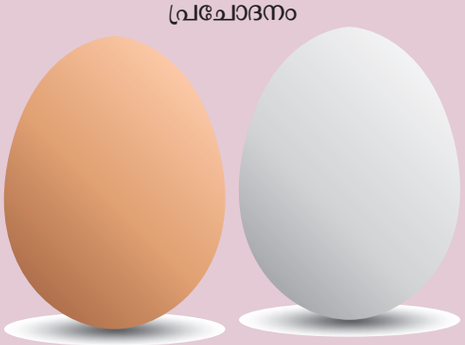


3. ഇരുചക്ര വാഹനങ്ങളിൽ ഈ ജോലി ഷോക് അബ്സർവർ ചെയ്യുന്നു. റോഡിൽഒരു ബംപ് ഉണ്ട് എങ്കിൽ ഷോക് അബ്സർബർ ശരീരത്തിലേയ്ക്ക് അതിവേഗം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ കാലയളവ് നീട്ടുന്നു. അതിനാൽ ഷോക് അബ്സർവർ ഇല്ലാത്ത വാഹനങ്ങൾ ഈ കാരണത്താൽ ശരീരത്തിന് ദോഷം ചെയ്യും.

4. ഒരു സിമന്റ് തറയിൽ ചാടുന്നത് മണലിൽ ചാടുന്നതിനെക്കാൾ അപകടകരമാണ്. കോൺക്രീറ്റ് തറയെക്കാൾ മണൽ ശരീരത്തെ വിശ്രമാവസ്ഥയിൽ തുടരാൻ അനുവദിക്കുന്നു. അതിനാൽ ശരീരത്തിനനുഭവപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ അളവ് കുറയുന്നു.

KLURW

പ്രചോദനം



ഒരു മുട്ടയെ വീശിയെറിയുക. അതു ടഞ്ഞു പോകാതെ പിടിക്കാൻ സാധിക്കുമോ? എങ്ങനെ?

ഉദാഹരണം 3.16

10 ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു 15 $m\ s^{-1}$ എന്ന വേഗത്തിൽ ഒരു ചുമരിലിടിച്ച് നിശ്ചലാവസ്ഥയിലാവുന്ന സമയം

a) 0.03 സെക്കന്റ്
b) 10 സെക്കന്റ്

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 135 21-07-2022 13:53:30

എന്നീ രണ്ടു സാഹചര്യത്തിലും വസ്തുവിന്റെ പ്രചോദനവും ശരാശരിബലവും കാണുക.

നിർദ്ധാരണം

വസ്തുവിന്റെ ആദ്യ ആവേഗം
$p_i = 10 \times 15 = 150\ k\ gm\ s^{-1}$

അന്ത്യ ആവേഗം $p_f = 0$

$\Delta p = 150 - 0 = 150$കി.ഗ്രാം മീ/സെക്കന്റ് $^{-1}$

(a) പ്രചോദനം $J = \Delta p = 150\,N\,s.$

(b) പ്രചോദനം $J = \Delta p = 150\,N\,s$

(a) ശരാശരി ബലം $F_{\text{ശരാശരി}} = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = \dfrac{150}{0.03} = 5000\,N$

(b) ശരാശരി ബലം $F_{\text{ശരാശരി}} = \dfrac{150}{10} = 15\,N$

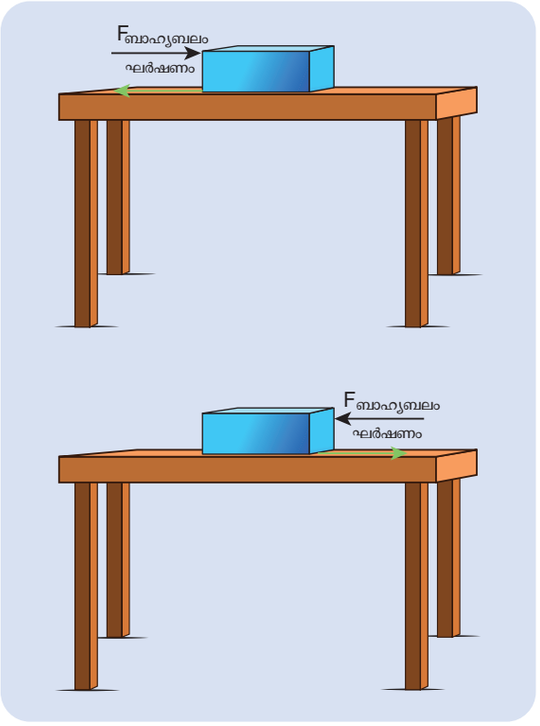
രണ്ടു സാഹചര്യത്തിലും പ്രചോദനം തുല്യമാണ്, എന്നാൽ ശരാശരിബലം വ്യത്യാസമാണ്.

3.6 ഘർഷണം

3.6.1 ആമുഖം

നിശ്ചലമായിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ ഒരു തിരശ്ചീനദിശയിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ അത് ചലിക്കുന്നില്ല. കാരണം ഒരു എതിർദിശയിലുള്ള ബലം വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നു. ഈ ബലത്തെയാണ് ഘർഷണബലം എന്നുപറയുന്നത്. ഈ ബലം എപ്പോഴും വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നു. കൂടുതൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത പരിധി കഴിഞ്ഞാൽ വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു.

ആപേക്ഷിക ചലനം: ഉപരിതലത്തിനു സമാന്തരമായി ഒരു ബലം വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ഈ ബലം ഉപരിതലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് വസ്തുവിനെ മുന്നോട്ടു ചലിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു. ഈ ആപേക്ഷിക ചലനത്തെ ഘർഷണബലത്താൽ ഉപരിതലം എതിർക്കുന്നു. വസ്തു വച്ചിട്ടുള്ള ഉപരിതലത്തിന് സമാന്തരദിശയിലാണ് ഘർഷണ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നത്. ഘർഷണബലം രണ്ടു തരത്തിലുണ്ട്. 1) സ്ഥിര (സ്റ്റാറ്റിക്) ഘർഷണം 2) ചലനാത്മക ഘർഷണം.



ചിത്രം 3.22 ഘർഷണ ബലം

3.6.2 സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം ($\vec{f}_s$)

ഒരു വസ്തു വച്ചിരിക്കുന്ന ഉപരിതലത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ എതിർക്കുന്ന ഒരു ബലമാണ് ഘർഷണബലം വസ്തു നിശ്ചലമായിരിക്കുമ്പോൾ അതിൻമേൽ രണ്ടു ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അവ താഴേക്കുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും മുകളിലോട്ടുള്ള സാധാരണ ബലവുമാണ് വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ഈ രണ്ടു ബലങ്ങളുടെയും പരിണിതഫലം പൂജ്യമായതിനാൽ വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ തുടരുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ 3.23.

നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്ന വസ്തുവിൻമേൽ സമാന്തരമായി ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ,

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 136 21-07-2022 13:53:32

പ്രതലം തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഇത് വസ്തുവിന്റെ ബലത്താലുള്ള ചലനത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും ഘർഷണ ബലവും ബാഹ്യബലവും തുല്യവും വിപരീതവുമാണെന്ന് മനസ്സിലാവുന്നു. ഇക്കാരണത്താലാണ് വസ്തു സമാന്തര ദിശയിൽ ചലിക്കാത്തത്. എന്നാൽ ബാഹ്യ ബലത്തിന്റെ അളവ് കൂടുമ്പോൾ ഘർഷണ ബലത്തിന്റെ പരിധിയെ ലംഘിക്കുമ്പോൾ വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഇതാണ് പ്രതലം പ്രയോഗിക്കുന്ന അധികതമ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണ ബലത്തിന്റെ f_s അളവ് താഴെ തന്നിട്ടുള്ള എംപെരിക്കൽ സൂത്രവാക്യത്തെ സാധൂകരിക്കുന്നു എന്ന് പരീക്ഷണാർത്ഥം തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

$$0 \le f_s \le \mu_s N, \qquad (3.27)$$

μ_s - സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം. ഇത് രണ്ടു വസ്ക്കളുടെയും സമ്പർക്കതലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. N എന്നത് ലംബബലം (ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും മുകളിലോട്ട് പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം) സാധാരണ ഇത് ഭൂഗുരുത്വ ബലത്തിനു (mg) തുല്യമാണ്. എന്നാൽ എല്ലായിപ്പോഴും ഇത് തുല്യമാകണമെന്നില്ല.

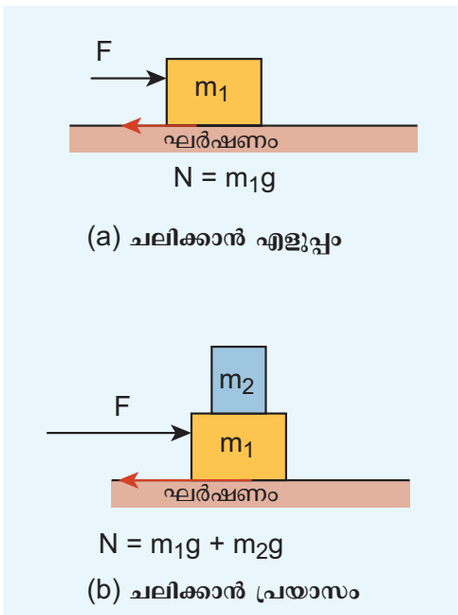
സമീകരണം (3.27) പ്രകാരം സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലത്തിന്റെ മൂല്യം പൂജ്യം മുതൽ $\mu_s N$ വരെ ആകുന്നു.

വസ്തു നിശ്ചലമായിരിക്കുമ്പോൾ, ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിൻമേലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലം പൂജ്യമായിരിക്കും ($f_s = 0$).

വസ്തു നിശ്ചലമാകുമ്പോൾ, ഉപരിതലത്തിനു സമാന്തരമായി ഒരു ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ, വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലം ബാഹ്യബലത്തിനു തുല്യമായിരിക്കും ($f_s = F_{ext}$). അപ്പോഴും f_s, $\mu_s N$ - നേക്കാൾ കുറവായിരിക്കും.

വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം (f_s) അധികതമാകുന്നു

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം, ചലനാത്മക ഘർഷണം എന്നിവ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ലംബ ബലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. വസ്തുവൻമേൽ കൂതുതൽ ബലം കൊടുത്തമർത്തിയാൽ വസ്തുവിൻമേലുള്ള ലംബബലം കൂടുന്നു. അതിനാൽ വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കാൻ കൂടുതൽ ബുദ്ധിമുട്ടാവുന്നു. ഇത് ചിത്രം 3.23 (a), (b). സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം സമ്പർക്കതലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നില്ല.



ചിത്രം 3.23 സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം ചലനാത്മക ഘർഷണവും (a) ചലിപ്പിക്കാൻ എളുപ്പം (b) ചലിപ്പിക്കാൻ സാധ്യമല്ല

ഉദാഹരണം 3.17

2 കി.ഗ്രാം ദവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു തറയിൽ നിശ്ചലമായിരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം $\mu_s = 0.8$. ആണ്. എന്നാൽ വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കാൻ ഏതു ബലം പ്രയോഗിക്കണം?

നിർദ്ധാരണം

വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്നതിനാൽ ഭൂഗുരുത്വബലം, സാധാരണ ബലത്താൽ (ലംബബലം) സന്തുലിതമാകും.

$$N = mg$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 137 21-07-2022 13:53:33

അധികതമ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലം $f_s^{\text{അധികതമ}} = \mu_s N = \mu_s mg$

$$f_s^{\text{അധികതമ}} = 0.8 \times 2 \times 9.8 = 15.68\,N$$

അതിനാൽ വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കണമെങ്കിൽ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലത്തെക്കാൾ കൂടുതൽ ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കണം.

$$F_{\text{ബാഹ്യബലം}} > 15.68\,N$$

ഉദാഹരണം 3.18

50 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരുവസ്തു തറയിൽ നിശ്ചലമായിരിക്കുന്നു.5N ബലംവസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിച്ചിട്ടും വസ്തു ചലിക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ ആവസ്തുവിൻമേൽപ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നസ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലം എന്താണ്?

നിർദ്ധാരണം

വസ്തു നിശ്ചലമായിരിക്കുമ്പോൾ ബാഹ്യ ബലവും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലവും തുല്യവും വിപരീതവുമാണ്..

അതിനാൽ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലം $f_s = F_{\text{ബാഹ്യ}}$

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലത്തിന്റെ ദിശ ബാഹ്യ ബലത്തിന്റെ ദിശക്കു വിപരീതമാണ്.

$$f_s = 5N.$$

ഘർഷണ ബലത്തിന്റെ ദിശ ബാഹ്യബലത്തിന്റെ ദിശക്ക് വിപരീതമാണ് $F_{\text{ബാഹ്യബലം}}$.

ഉദാഹരണം 3.19

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ 7 കി.ഗ്രാം, 5 കി.ഗ്രാം എന്നീ ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ട് വസ്തുക്കൾ ഒരു കയറി നാൽബന്ധിച്ച് ഒരു കപ്പിയിലൂടെ കടത്തിയിരി ക്കുന്നു. കപ്പിഒരുമേശയുടെഒരഗ്രത്തിൽഘടിപ്പിച്ചിരി ക്കുന്നു. സമ്പർക്കത്തിലേർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന (വസ്തു-മേശ) രണ്ടു തലങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷ ണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം 0.9 എങ്കിൽ $m_1 = 7\,kg$ എന്ന വസ്തുവിന് ഉപരിതലത്തിൽ ചലിക്കാൻ സാധിക്കു മോ? ഇല്ലെങ്കിൽ m_2 വിന്റെ മൂല്യം എത്ര ആയാൽ 7 കി.ഗ്രാം വസ്തു മേശമേൽ ചലിക്കുന്നു.

നിർദ്ധാരണം

ചിത്രത്തിൽ കണ്ടപോലെ m_1 ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിൽ നാല് തരത്തിലുള്ള ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കുന്നു

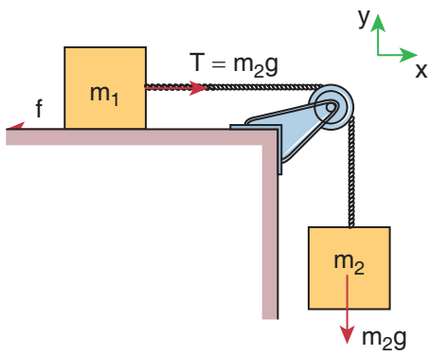
a) താഴോട്ടുള്ള ഭൂഗുരുത്വബലം y-അക്ഷത്തിൽ $(m_1 g)$

b) മുകളിലേയ്ക്കുള്ള സാധാരണ ബലം y അക്ഷത്തിൽ (N)

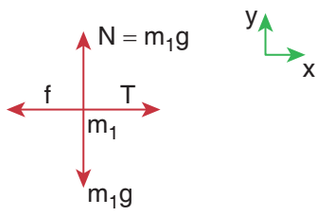
c) m_2 വിനാലുള്ള ടെൻഷൻ ബലം x അക്ഷത്തിൽ

d) ഘർഷണബലം x അക്ഷത്തിൽ

m_1 ദ്രവ്യമാനത്തിനു ലംബമില്ലാത്തതിനാൽ, $m_1 g = N$



m_1 ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം



m_1 ദ്രവ്യമാനം ഉപരിതലത്തിലൂടെ ചലിക്കു ന്നുണ്ടോ എന്നറിയുന്നതിന് m_1 ൻ മേലുള്ള അധികതമ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലം കണ്ടുപിടി ക്കണം. m_1 ൻ മേലുള്ള ടെൻഷൻബലം സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലത്തെക്കാൾ കൂടുതലോ അതിനു സമമോ ആയാൽ വസ്തു ചലിക്കുന്നു.

$$f_s^{\text{അധികതമ}} = \mu_s N = \mu_s m_1 g$$

$$f_s^{\text{അധികതമ}} = 0.9 \times 7 \times 9.8 = 61.74\ N$$

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 138 21-07-2022 13:53:34

ടെൻഷൻ ബലം $T = m_2 g = 5 \times 9.8 = 49\ N$

$$T < f_s^{\text{അധികതമം}}$$

ടെൻഷൻബലം സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലത്തെക്കാൾ കുറവായതിനാൽ വസ്തു ചലിക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ m_1 നെ ചലിപ്പിക്കാൻ.

$T > f_s^{\text{അധികതമം}}$ ഇവിടെ $T = m_2 g$

$$m_2 = \frac{\mu_s m_1 g}{g} = \mu_s m_1$$

$$m_2 = 0.9 \times 7 = 6.3 \text{ കി.ഗ്രാം}$$

ദ്രവ്യമാനം m_2, 6.3 കി.ഗ്രാം നെക്കാൾ കൂടുതലായാൽ m_1 ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഉപരിതലത്തിലില്ലാതിരുന്നാൽ ഘർഷണബലം ഇല്ലാതിരുന്നാൽ വസ്തു m_1 ചലിക്കുന്നു. (m_2 1 കി.ഗ്രാം) ആയാൽ പോലും.

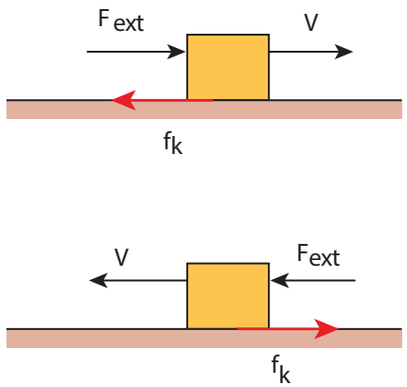
സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണ ബലത്തിന്റെ ഗുണാങ്കങ്ങൾ പട്ടിക 3.1 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇവിടെ ഐസ്, ഐസ് സമ്പർക്കത്തിലാണ് ഘർഷണം ഗുണാങ്കം വളരെ കുറവാണ്. ഇതിനർത്ഥം ഒരു ഐസ് ബ്ലോക്കിന് മറ്റൊരു ഐസ് ബ്ലോക്കിൻമേൽ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ ചലിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു.

പട്ടിക 3.1 വസ്തുക്കളുടെ ജോഡികൾക്ക് സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം

വസ്തുക്കൾ	സ്റ്റാറ്റികം ഘർഷണ ഗുണാങ്കം
ഗ്ലാസ്സും ഗ്ലാസ്സും	1.0
ഐസും ഐസും	0.10
സ്റ്റീലും സ്റ്റീലും	0.75
തടിയും തടിയും	0.35
റബ്ബർ ടയറും ഉണങ്ങിയ കോൺക്രീറ്റ് റോഡ്	1.0
റബ്ബർ ടയറും നനവുള്ള റോഡും	0.7

3.6.3 ചലനാത്മക ഘർഷണം

ബാഹ്യബലം ഘർഷണബലത്തെക്കാൾ കൂടുതലായാൽ വസ്തു ചലിക്കുന്നു. ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്ന വസ്തുവിൻമേൽ ഉപരിതലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലമാണ് ചലനാത്മക ഘർഷണം $\vec{f}_k$. വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കണമെങ്കിൽ ഈ ചലനാത്മ ഘർഷണത്തിനും തുല്യവും എതിർ ദിശയിലുമായ ബലം നാം പ്രയോഗിക്കണം.



ചിത്രം 3.24 ചലനാത്മക ഘർഷണം

പരീക്ഷണാർത്ഥം തെളിഞ്ഞ വസ്തുതയാണ് ചലനാത്മക ഘർഷണം താഴെ പറയുന്ന ബന്ധത്തെ സാധൂകരിക്കുന്നു എന്നത്

$$f_k = \mu_k N \qquad (3.28)$$

ഇവിടെ μ_k എന്നത് ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കമാണ്. N എന്നത് വസ്തുവിനാൽ ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന സാധാരണ ബലം ആകുന്നു

$$\mu_k < \mu_s$$

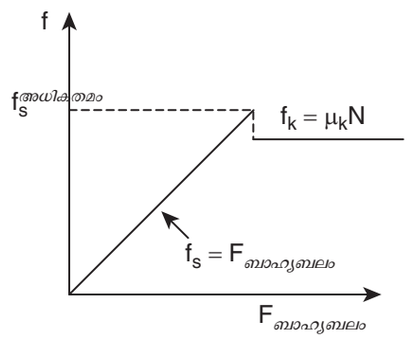
ഇതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാകുന്നത് വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കാൻ ശ്രമിക്കുക എന്നത്, ചലനം നിലനിർത്തുന്നതിനേക്കാൾ പ്രയാസമാണ്. സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെയും ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെയും പ്രത്യേകതകൾ താഴെ പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 139 21-07-2022 13:53:36

പട്ടിക 3.2 സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം, ചലനാത്മക ഘർഷണം ഇവയുടെ പ്രത്യേകതകൾ

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം	ചലനാത്മക ഘർഷണം
ചലനത്തെ എതിർക്കുന്നു.	ഉപരിതലത്തോടനുബന്ധിച്ച് വസ്തുവിന്റെ ആപേക്ഷിക ചലനത്തെ എതിർക്കുന്നു.
വസ്തു ഇരിക്കുന്ന (സമ്പർക്ക) ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.	സമ്പർക്ക ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.
μ_s സമ്പർക്കത്തിലിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ സ്വഭാവത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും.	μ_k സമ്പർക്കത്തിലിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ സ്വഭാവത്തെ കൂടാതെ ഉപരിതല താപനില ഇവയെ ആശ്രയിച്ചാണ് ഉള്ളത്.
പ്രയോഗിക്കുന്ന ബാഹ്യബലത്തെ ആശ്രയിച്ചാണ്.	ബാഹ്യബലത്തിന്റെ അളവിനെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.
ഇതിന്റെ മൂല്യം പൂജ്യം മുതൽ $\mu_s N$ വരെ ആകുന്നു.	ഇത് ഒരിക്കലും പൂജ്യമാവില്ല എപ്പോഴും $\mu_k N$ നു തുല്യം. (വേഗത എത്ര തന്നെ ആയാലും യഥാർത്ഥ $<10\ ms^{-1}$)
$f_s^{\text{അധികതമം}} > f_k$	സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ അധകതമത്തെക്കാൾ കുറവ്
$\mu_s > \mu_k$	ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണ ഗുണാങ്കത്തെക്കാൾ കുറവായിരിക്കും.

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണവും ചലനാത്മക ഘർഷണവും ഒരു ബാഹ്യബലത്താൽ എങ്ങനെ മാറുന്നു എന്നുള്ളത് ഗ്രാഫിലൂടെ പ്രതിനിധീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രം 3.25.



ചിത്രം 3.25 ചലനാത്മക, സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണങ്ങൾ ബാഹ്യ ബലത്താൽ മാറുന്നു.

ചിത്രം 3.25 ൽ നിന്നും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ഒരു അധികതമത്തിലെത്തുന്നവരെ രേഖീയമായി വർദ്ധിക്കുന്നു. വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ ചലനാത്മക ഘർഷണം സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ അധികതമത്തെക്കാൾ കുറയുന്നു. ചലനാത്മക ഘർഷണം ബാഹ്യബലത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല, അതൊരു സ്ഥിര സംഖ്യയാകുന്നു.

കുറിപ്പ്

$f_s = \mu_s N$ എന്ന സൂത്രവാക്യം ഒരു വെക്ടാർ ബന്ധം അല്ല. കാരണം സാധാരണ ബലം N, f_s എന്നിവ ഒരേ ദിശയിലല്ല. $f_s = \mu_s$ മടങ്ങ് സാധാരണ ബലം ആയിട്ടുപോലും ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ കാര്യത്തിലും ഇത് ശരിയാണ്.

3.6.4 ഒരു വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കുവാൻ ഉന്തുക, അഥവാ അവയെ വലിക്കുക ഏതാണ് എളുപ്പമാകുന്നത്?

ഒരു വസ്തു അനിയന്ത്രിതമായ കോണിൽ θ തള്ളുമ്പോൾ $\left(0 \text{ മുതൽ } \frac{\pi}{2}\right)$, വരെ പ്രയോഗിച്ച ബലം രണ്ട് ഘടകങ്ങളായി ($F \sin\theta$ ഉപരിതലത്തിന് സമാന്തരമായി, $F \cos\theta$ ഉപരിതലത്തിനു ലംബമായി) പിരിയുന്നു. ആ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന (താഴേക്ക്) ആകെ ബലം $mg + F\cos\theta$ ആകുന്നു. ഇതിൽ നിന്നും വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ആകെ ബലം വർദ്ധിക്കുന്നു; എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. ലംബദിശയിൽ ത്വരണം ഇല്ലാത്തതിനാൽ സാധാരണ ബലം N എന്നത്

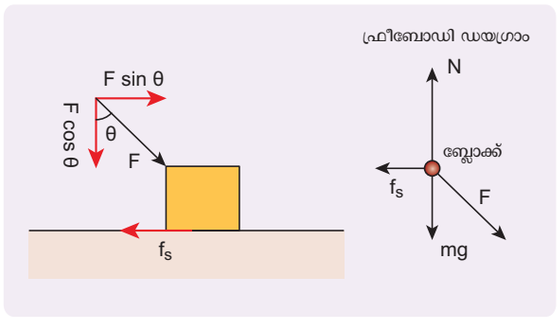
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 140 21-07-2022 13:53:37

$$N_{പുഷ്} = mg + F\cos\theta \qquad (3.29)$$

ഇതിന്റെ ഫലമായി അധികതമ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം കൂടുന്നു. അത് താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

$$f_s^{\text{അധികതമം}} = \mu_s N_{പുഷ്} = \mu_s \left(mg + F\cos\theta\right) \qquad (3.30)$$

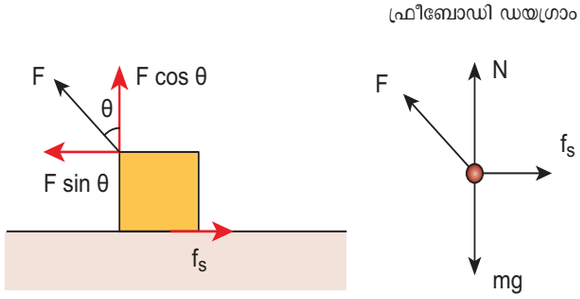
സമീകരണം (3.30) നിന്നും കൂടുതൽ ബാഹ്യ ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ മാത്രമേ വസ്തു ചലിക്കുക യുള്ളൂ.



ചിത്രം 3.26 ഒരു വസ്തു θ കോണിൽ ഉന്തുമ്പോൾ (തള്ളുമ്പോൾ)

ഒരു വസ്തുവിനെ θ കോണി വലിക്കുക യാണെങ്കിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം രണ്ടു ഘട കങ്ങളായി പിരിയുന്നു. ചിത്രം 3.27 താഴേക്കുള്ള ആകെബലം

$$N_{പുൾ} = mg - F\cos\theta \qquad (3.31)$$

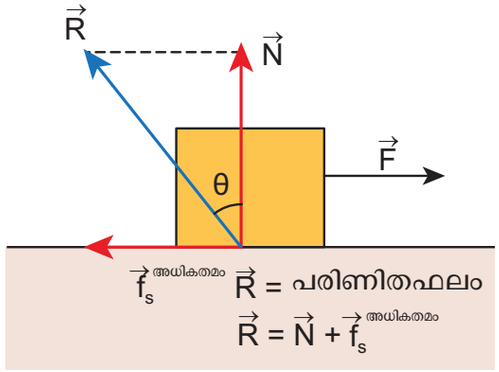


ചിത്രം 3.27 വസ്തു θ കോണിൽ വലിക്കുമ്പോൾ

സമീകരണം (3.31) ൽ നിന്നും മനസ്സിലാകുന്നത് സാധാരണ ബലം $N_{പുഷ്}$ നെക്കാൾ കുറവാണ്. സമീ കരണം (3.29), (3.31), ഇവയിൽ നിന്നും മനസ്സിലാ കുന്നത് ഒരു വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കുന്നതിന് അതി നെ ഉന്തുന്നതിനെക്കാൾ, വലിക്കുന്നതാണ് എളുപ്പം.

3.6.5 ഘർഷണ കോണം

സാധാരണ ബലത്തിനും, സാധാരണ ബലത്തിന്റെ യും അധികതമ ഘർഷണ ബലം ($f_s^{\text{അധികതമം}}$) ത്തിന്റെയും പരിണിത ബലം R നും ഇടയിലുള്ള കോണിനെ ഘർഷണകോണം എന്നുപറയുന്നു.



ചിത്രം 3.28 ഘർഷണ കോൺ

3.28 ൽ ആകെ ബലം $R = \sqrt{\left(f_s^{\text{അധികതമം}}\right)^2 + N^2}$

$$\tan\theta = \frac{f_s^{\text{അധികതമം}}}{N} \qquad (3.32)$$

ഘർഷണ സമീകരണത്തിൽ നിന്നും $f_s^{\text{അധികതമം}} = \mu_s N$ ആകുമ്പോൾ വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു.

$$\frac{f_s^{\text{അധികതമം}}}{N} = \mu_s \qquad (3.33)$$

സമീകരണം (3.32), (3.33) ഇവയിൽ നിന്നും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം എന്നത്

$$\mu_s = \tan\theta \qquad (3.34)$$

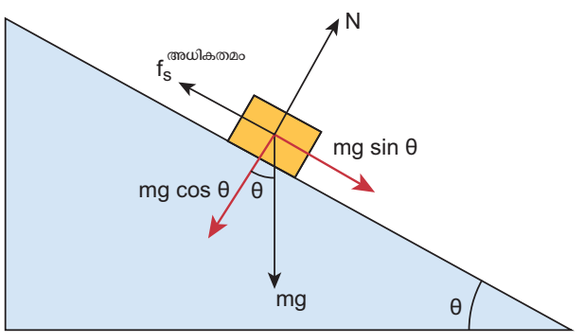
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 141 21-07-2022 13:53:39

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം ഘർഷണ കോണിന്റെ ടാർജെന്റിന് തുല്യമാണ്.

GBV47

3.6.6 വിശ്രമ കോൺ

ചിത്രം 3.29 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന പോലെ ഒരു വസ്തു ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ചരിഞ്ഞ പ്രതലം തറയുമായി ഉണ്ടാക്കുന്ന കോൺ θ യുടെ ചെറിയ കോണിന്, വസ്തു ചലിക്കില്ല θ യുടെ അളവു കൂടുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത മൂല്യത്തിന് വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഈ കോണിനെ വിശ്രമകോൺ എന്നു പറയുന്നു. അതിനാൽ വിശ്രമകോൺ എന്നത് ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ വച്ചിട്ടുള്ള വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ, ആ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിനും തിരശ്ചീന ദിശക്കും (തറക്കും) ഇടയിലുണ്ടാവുന്ന കോൺ ആകുന്നു.



ചിത്രം 3.29 വിശ്രമകോൺ

ഇവിടെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത ബലങ്ങളെക്കുറിച്ച് നമുക്ക് പരിചിന്തനം ചെയ്യാം. ഭൂഗുരുത്വ ബലം രണ്ട് ഘടകങ്ങളായി പിരിയുന്നു. സമാന്തര ഘടകം $(mg\sin\theta)$ ലംബ ഘടകം $(mg\cos\theta)$ (ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്).

ബലത്തിന്റെ സമാന്തര ഘടകം (ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്) $mg\sin\theta$ വസ്തുവിനെ താഴോട്ട് ചലിക്കാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുന്നു.

എന്നാൽ ലംബ ഘടകം $(mg\cos\theta)$ സാധാരണ ബലം (N) മായി സന്തുലനം ചെയ്യുന്നു.

$$N = mg\cos\theta$$

വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങിയതും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം അധികതമത്തിലെത്തുന്നു.

$$f_s = f_s^{\text{അധികതമം}} = \mu_s N = \mu_s mg\cos\theta \qquad (3.35)$$

ഈ ഘർഷണം താഴെ പറയുന്ന സമീകരണത്തെ സാധൂകരിക്കുന്നു.

$$f_s^{\text{അധികതമം}} = mg\sin\theta \qquad (3.36)$$

(3.35) ന് (3.36), കൊണ്ട് ഹരിച്ചാൽ

$$\mu_s = \sin\theta / \cos\theta$$

ഘർഷണ കോണിന്റെ നിർവ്വചനത്തിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നത്

$$\tan\theta = \mu_s, \qquad (3.37)$$

ഇവിടെ θ ഘർഷണ കോൺ ആകുന്നു

അങ്ങനെ വിശ്രമകോൺ, ഘർഷണകോണിനെ തുല്യമാകുന്നു. എന്നാൽ വിശ്രമകോൺ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിനും, ഘർഷണ കോൺ ഏതു തരത്തിലുള്ള പ്രതലത്തിലും സാധ്യമാണ് എന്നൊരു വ്യത്യാസം മാത്രമേ ഉള്ളൂ.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 142 21-07-2022 13:53:40

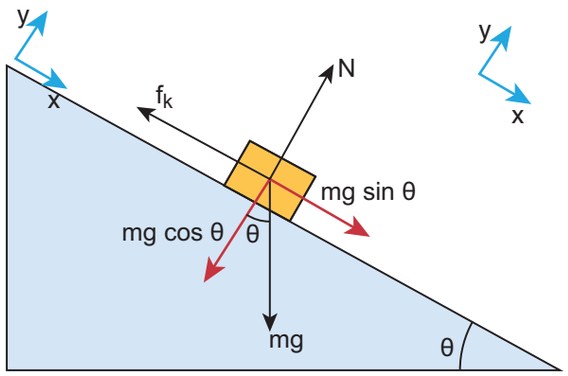
ഉദാഹരണം 3.20

m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു $\theta=60°$ കോണിൽ ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ ചലിക്കുന്നു എങ്കിൽ അതിന്റെ ത്വരണം $\frac{g}{2}$ എങ്കിൽ ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം കാണുക

നിർദ്ധാരണം

വസ്തു ചലിക്കുന്നതിനാൽ ചലനാത്മക ഘർഷണം ഉണ്ടാകുന്നു.

ആ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലങ്ങൾ ക്രമേണ ഉപരിതലത്തിനു ലംബമായ സാധാരണ ബലം, താഴേയ്ക്കുള്ള ഭൂഗുരുത്വ ബലം, ചലനാത്മക ബലം f_k (ഉപരിതലത്തിലൂടെ) എന്നിവയാണ്.



x-ദിശയിൽ

$$mg\sin\theta - f_k = \text{ma}$$

പക്ഷേ $= g/2$

$$mg\sin 60° - f_k = \text{mg}/2$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2}\text{mg} - f_k = \text{mg}/2$$

$$f_k = mg\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)$$

$$f_K = \left(\frac{\sqrt{3}-1}{2}\right)\text{mg}$$

y ദിശയിൽ ചലനം ഇല്ല. സാധാരണ ബലം പൂർണ്ണമായും $\text{mg}\cos\theta$ യാൽ സന്തുലനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

$$\text{mg}\cos\theta = \text{N} = \text{mg}/2$$

$$f_K = \mu_K \text{N} = \mu_K \text{ mg}/2$$

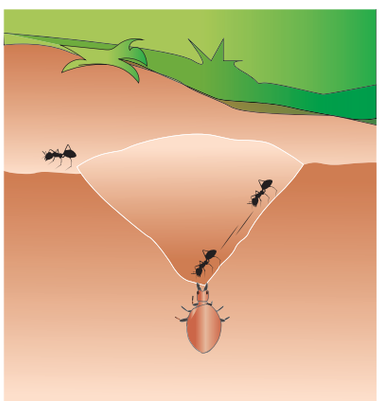
$$\mu_K = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}-1}{2}\right)mg}{\frac{mg}{2}}$$

$$\mu_K = \sqrt{3}-1$$

3.6.7 വിശ്രമകോണിന്റെ പ്രയോജനങ്ങൾ

1. കുഴിയാനകൾ മണൽ തുളച്ച് അതിനുള്ളിൽ കെണി ഒരുക്കിയിരിക്കുന്നു. ഒരു കീടം കെണിയുടെ അരികിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ അവ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലൂടെ വേഗം കെണിയുടെ അടിഭാഗത്തിലേക്ക് പോകുന്നു. മണൽകെണിയുടെ ചായ്വ് കോൺ വിശ്രമകോണിന് തുല്യമായാണ് നിർവ്വചിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചിത്രം 3.30 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.





ചിത്രം 3.30 കുഴിയാനകളുടെ മണൽ കെണി

2. സ്ലൈഡിംഗ് ബോഡിൽ കളിക്കാൻ കുട്ടികൾ ഇഷ്ടപ്പെടുന്നു. ബോഡിന്റെ ചായ്വ് കോൺ

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 143 21-07-2022 13:53:43

വിശ്രമകോണിനെക്കാൾ കുറവാകുമ്പോൾ സ്ലൈഡിംഗ് എളുപ്പമായിരിക്കും. അതേസമയം ചായ്വ് കോൺ വിശ്രമകോണിനെക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാവുകയാണെങ്കിൽ സ്ലൈഡ് ചെയ്യുന്ന ആൾ കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ താഴെ വരുന്നു, ഒപ്പം ആഘാതം ഉണ്ടാകുന്നു.

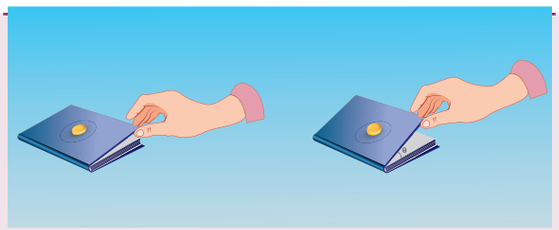


ചിത്രം 3.31 സ്ലൈഡിംഗ് ബോഡ്

പ്രവർത്തനം

ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം കാണുന്ന വിധം

ഒരു കട്ടിയുള്ള പുസ്തകം എടുക്കുക. അതിനു മുകളിലായി ഒരു നാണയം വയ്ക്കുക. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ നോട്ട്ബുക്കിന്റെ കവർ ഒരു ചരിഞ്ഞ രീതിയിൽ വയ്ക്കുക. ബാക്കി പേജുകളെ അപേക്ഷിച്ച് കവറിന്റെ ചരിവ് വർദ്ധിപ്പിക്കുക (കോൺ). കോൺ അളവ് വിശ്രമകോണിൽ ആകുമ്പോൾ ഉപരിതലത്തിലേയ്ക്കുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന്റെ സമാന്തരാഘടകം ഘർഷണ ബലത്തിനു തുല്യമാവുകയും. നാണയം താഴേയ്ക്ക് വീഴാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ചായ്വ് കോൺ അളക്കുക ഇതിന്റെ ടാൻജന്റ് എടുക്കുക. കവറിന്റെ ഉപരിതലവും നാണയവും തമ്മിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം ഇത് നൽകുന്നു. ഒരു ഇറേസർ പോലുള്ള വസ്തുക്കളിലും ഇത് ആവർത്തിക്കാം. ഇതിൽ നിന്നും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം



സാഹചര്യങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് മാറുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

കുറിപ്പ്

ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്ന ബിന്ദുവിൽ $\tan\theta_s = \mu_s$ ചലനാത്മക ഘർഷണം അളക്കുന്നതിനായി വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങിയ ശേഷം കവറിന്റെ ചായ്വ് കുറയ്ക്കുക. അപ്പോൾ നാണയം/റബ്ബർ നിശ്ചിത വേഗത്തിൽ ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഇപ്പോൾ ഉള്ള കോണിനെ അളക്കുക. അതിൽ നിന്നും ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ്. $\mu_K = \tan\theta_k$

$$\mu_K = \tan\theta_k$$

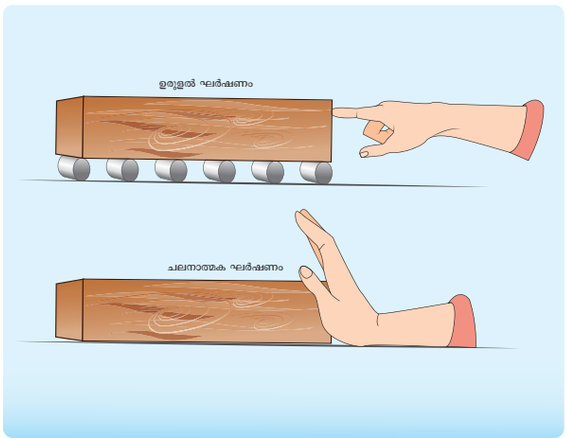
നിരീക്ഷിക്കേണ്ടത് $\theta_K < \theta_S$

3.6.8 റോളിംഗ് ഘർഷണം

ചക്രത്തിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം മനുഷ്യ നാഗരികതയിൽ നിർണ്ണായക പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. ഒരു പ്രധാന പ്രയോജനമെന്തെന്നാൽ സ്യൂട്ട്കേസുകളുടെ അടിഭാഗത്തായി റോളിംഗ് ചക്രങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ലഗേജ് എടുത്തു പോകുന്നതിനെക്കാൾ റോളിംഗ് ചെയ്യുന്നത് എളുപ്പമാക്കുന്നു. ഒരു വസ്തു ഉപരിതലത്തിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ അത് പ്രധാനമായും സ്ലൈഡ് ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ ചക്രങ്ങൾ ഉപരിതലത്തിൽ റോൾ ചെയ്യുന്നു. ഈ ചലനത്തിൽ ഉപരിതലവുമായുള്ള സമ്പർക്കം എപ്പോഴും നിശ്ചലമായിരിക്കും. സമ്പർക്ക ബിന്ദു നിശ്ചലമായതിനാൽ ചക്രവും ഉപരിതലവും തമ്മിൽ ആപേക്ഷിക ചലനം ഒന്നും തന്നെ ഇല്ല. അതിനാൽ ഘർഷണ ബലം കുറയുന്നു. അതേസമയം വസ്തു ചലിക്കുമ്പോൾ ചക്രങ്ങളില്ലാ

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 144 21-07-2022 13:53:44

തിരുന്നാൽ വസ്തുവിനും ഉപരിതല തലത്തിനുമിട യിൽ ആപേക്ഷിക ചലനം ഉണ്ടാകുന്നു. അതിനാൽ ഘർഷണ ബലം കൂടുന്നു. അതിനാൽ വസ്തുവിന് ചലിക്കാൻ പ്രയാസമാകുന്നു. ചിത്രം 3.32 റോളിംഗ് ഘർഷണത്തിനും ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിനും ഇടയിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ കാണിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.32 റോളിംഗ് ചലനാത്മക ഘർഷണം

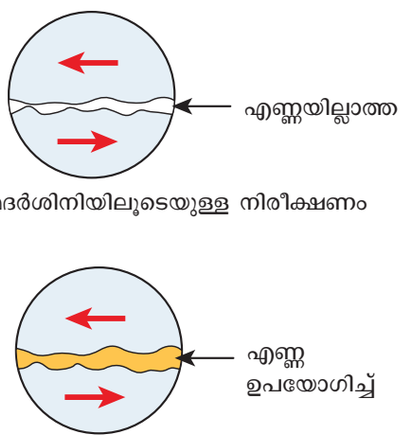
ശുദ്ധമായ റോളിംഗ്ഉപരിതലവുമായുള്ള സമ്പർ ക്കത്തിന്റെചലനംവിശ്രമത്തിലായിരിക്കുന്നു.പക്ഷേ അത് പ്രായോഗികമല്ല. സമ്പർക്ക ബിന്ദുവിലെ ഉപരി തലത്തിന്റെ ഇലാസ്തികത കാരണം ചിത്രം 3.33 ൽ ചില രൂപഭേദം സംഭവിക്കുന്നു.ഈ രൂപമാറ്റം കാരണം ചക്രത്തിനും ഉപരിതലത്തിനും തമ്മിൽ ഘർഷണബലം കുറയുന്നു. ഇതിനെ റോളിംഗ് ഘർഷണം എന്നു പറയുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ റോളിംഗ് ഘർഷണം ചലനാത്മക ഘർഷണത്തെ ക്കാൾ വളരെ കുറവാണ്.



ചിത്രം 3.33 റോളിംഗ് ഘർഷണം

3.6.9 ഘർഷണം കുറയക്കുന്നു തിനുള്ള വഴികൾ

ഘർഷണബലത്തിന് നന്മകളും തിൻമകളും ഉണ്ട്. ചിലപ്പോൾ അവ അത്യന്താപേക്ഷിതമാകുന്നു. നട ക്കാൻ സാധിക്കുന്നത് ഘർഷണബലത്താലാണ്. വാഹനങ്ങൾ (സൈക്കിൾ, കാർ) എന്നിവയ്ക്ക് ചലിക്കാൻ കഴിയുന്നതിന് കാരണം ഇവയുടെ ചക്രങ്ങൾക്കും റോഡിന്റെ ഉപരിതലത്തിനും ഇട യിൽ ഘർഷണബലം ഉള്ളതിനാലാണ്. ബ്രേക്കു കളിൽ ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന് ഒരു ഉന്നത പങ്കുണ്ട്. നാം നേരത്തെ പഠിച്ചതുപോലെ രണ്ട് ഉപരിതലങ്ങൾക്കിടയിൽ ആപേക്ഷിക ചലനം ഉള്ളപ്പോഴൊക്കെ ഘർഷണബലം അനുഭവപ്പെടു ന്നു. വലിയ യന്ത്രങ്ങളിലും മറ്റും ഇത്തരത്തിലുള്ള ഘർഷണം കുറയ്ക്കുന്നതിനായി ചില ലൂബ്രി ക്കൻസ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചിത്രം 3.34.

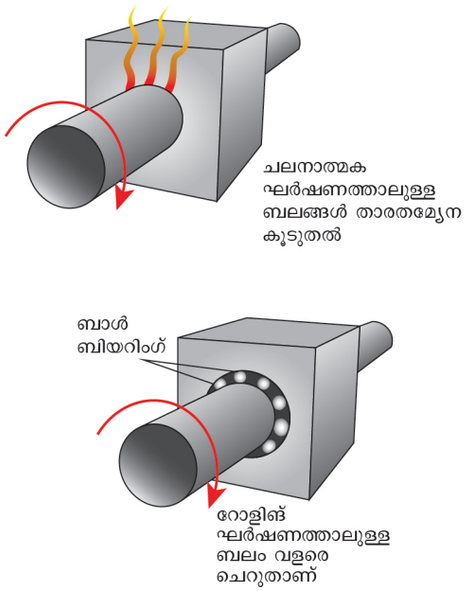


ചിത്രം 3.34 ചലനാത്മക ഘർഷണം. ലൂബ്രിക്കൻസ് ഉപയോഗിച്ച് കുറയ്ക്കുന്ന വിധം

ചലനാത്മക ഘർഷണം കുറയ്ക്കുന്നതി നുള്ള മറ്റൊരു മാർഗ്ഗം ബാൾബിയറിംഗ് (ചിത്രം 3.35) ആകുന്നു. രണ്ടുപരിതലങ്ങൾക്കിടയിൽ ആപേക്ഷിക ചലനമുണ്ടാവുമ്പോൾ അവയ്ക്കിട യിൽ ബാൾബിയറിംഗ് ഘടിപ്പിച്ചിരുന്നാൽ അവിടെ റോളിംഗ് ഘർഷണം കുറയുന്നു. എന്നാൽ ചല നാത്മക ഘർഷണത്തിന് യാതൊരു മാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. നേരത്തെ നാം പഠിച്ചതുപോലെ റോളിംഗ് ഘർഷണം ചലനാത്മക ഘർഷണത്തെ ക്കാൾ കുറവാണ്. അതിനാൽ യന്ത്രങ്ങളെ വളരെ

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 145 21-07-2022 13:53:47

ക്കാലം തേയ്മാനം സംഭവിക്കാതെ സൂക്ഷിക്കാൻ സാധിക്കും.



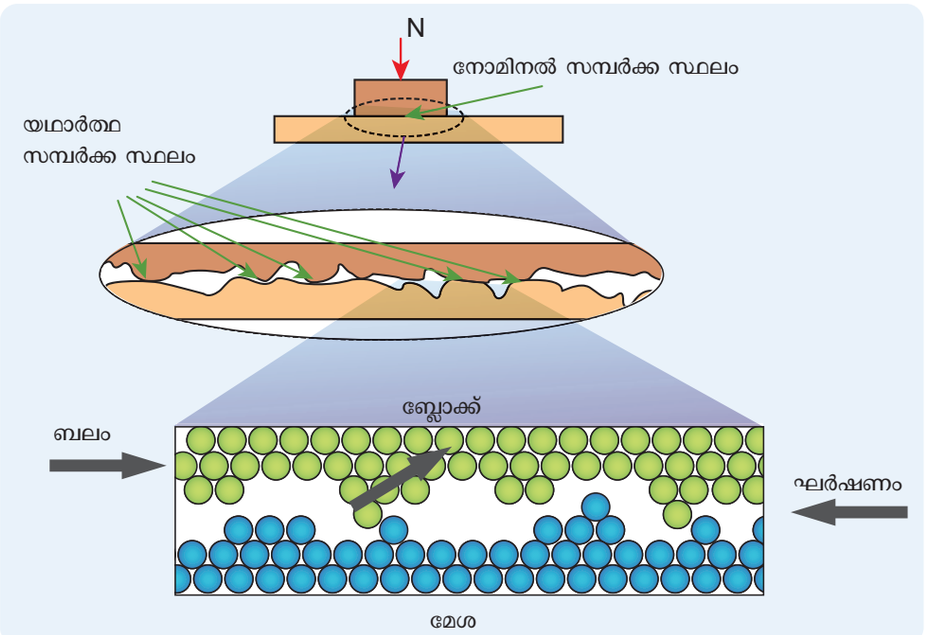
ചിത്രം 3.35 ബാൾബിയറിംഗ് ഉപയോഗിച്ച് ചലനാത്മക ഘർഷണം കുറയ്ക്കുന്നു.

ന്യൂട്ടൻ, ഗലീലിയോ എന്നിവരുടെ കാലഘട്ടത്തിൽ ഭൂഗുരുത്വബലം പോലെ ഘർഷണബലവും ഒരു പ്രകൃതിദത്ത ബലമാണ് എന്നാണ് കരുതിയിരുന്നത്. 20-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ അണുക്കൾ, പ്രോട്ടോണുകൾ, ഇലക്ട്രോണുകൾ ഇവയുടെ കണ്ടുപിടുത്തമാണ് ഈ കാഴ്ച്ചപ്പാടിന് മാറ്റം വരുത്തിയത്. ഘർഷണബലം എന്നത് യഥാർത്ഥത്തിൽ രണ്ടുപരിതലങ്ങളിലുള്ള അണുക്കളുടെ വൈദ്യുത കാന്തിക ബലമാണ്. എന്നാൽ വളരെ മിനുസപ്പെടുത്തിയ ഉപരിതലങ്ങളിൽ പോലും ചില ഏറ്റക്കുറവുകൾ ഉള്ളതായി ചിത്രം 3.36 ൽ മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെയുള്ള ദൃശ്യത്താൽ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഓർമ്മിക്കേണ്ടവ

ഒരു ടൈലിട്ട ഉപരിതലത്തിൽ അൽപ്പം ജലം വീണുകിടന്നാൽ നിങ്ങൾ വഴുതിപ്പോകുന്നു. കാരണമെന്ത്?



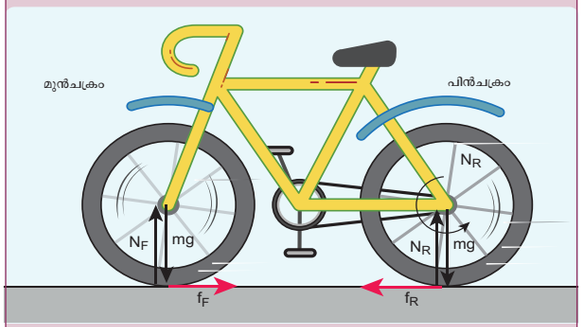


ചിത്രം 3.36 ഉപരിതലത്തിലുള്ള ഏറ്റക്കുറവുകൾ (അണുക്കളുടെ) മൈക്രോസ്കോപ്പിലൂടെയുള്ള ദൃശ്യം.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 146 21-07-2022 13:53:47

ഒരു സൈക്കിളിന്റെ ചലനത്തിൽ ഘർഷണബലം

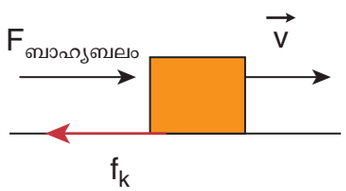
ഒരു സൈക്കിൾ മുന്നിലോട്ടു ചലിക്കുമ്പോൾ സൈക്കിളിന്റെ മുന്നിലും പിന്നിലും ഉള്ള ചക്രങ്ങളിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ഘർഷണബലത്തിന്റെ ദിശ എന്ത്?



നാം സൈക്കിളിന്റെ പെഡലിൽ ചവിട്ടുമ്പോൾ നാം ഉപരിതലത്തെ പിന്നിലോട്ട് തള്ളുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അതിനാൽ പിൻചക്രങ്ങളിലെ സമ്പർക്ക ബിന്ദുവിന്റെ പ്രവേഗം പിന്നിലോട്ട് ആയിരിക്കും. അതിനാൽ ഘർഷണ ബലം ചക്രത്തെ മുന്നിലോട്ട് തള്ളുന്നു. എന്നാൽ മുന്നിലുള്ള ചക്രം പിൻചക്രവുമായി ഉറപ്പുള്ള കമ്പി ഉപയോഗിച്ച് ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. പിൻ ചക്രത്തിന്റെ മുന്നലോട്ടുള്ള ചലനം മുന്നിലുള്ള ചക്രത്തെയും മുന്നിലോട്ട് തള്ളിവിടുന്നു. അതിനാൽ ഘർഷണ ബലങ്ങൾ പിന്നിലോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. രണ്ടു ഘർഷണബലങ്ങളും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണവുമായി മാത്രമേ യോജിക്കുന്നുള്ളൂ. ചക്രം തെന്നുകയാണെങ്കിൽ ചലനാത്മക ഘർഷണം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതുകൂടാതെ രണ്ടു ചക്രങ്ങളിലും റോളിംഗ് ഘർഷണവും പിന്നിലോട്ടുള്ള ദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ഉദാഹരണം 3.21

ഒരു വസ്തു സ്ഥിരവേഗതയിൽ തിരശ്ചീനതലത്തിൽ ചലിക്കുന്നുവെന്ന് കരുതുക. വസ്തു സ്ഥിരവേഗതയിൽതുടരാനായിഒരുബാഹ്യബലംപ്രയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ ആ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ആകെബലം എന്ത്?



നിർദ്ധാരണം

ഒരു വസ്തു സ്ഥിരവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചാൽ അതിന് ത്വരണം ഇല്ല. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമ പ്രകാരം വസ്തുവിൻമേൽ ഒരു ബലവും പ്രയോഗിക്കുന്നില്ല. ബാഹ്യബലത്തെ ചലനാത്മക ഘർഷണത്താൽ സന്തുലനം ചെയ്യുന്നു.

കുറിപ്പ്

ഒരു ബലവും വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നില്ല എന്നത് തെറ്റാണ്. കാരണം അവിടെ രണ്ട് ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ആകെ പരിണിത ബലം എന്നത് പൂജ്യമാകുന്നു.

3.7 *വർത്തുള ചലനത്തിന്റെ ഗതിക ശാസ്ത്രം*

ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ലീനിയർ മോഷൻ എങ്ങനെ വിശകലനം ചെയ്യാമെന്നുള്ളത് മുൻ വിഭാഗങ്ങളിൽ പഠിച്ചു. വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾ വൃത്താകതിവിലുള്ള ചലനത്തിന് എങ്ങനെ ബാധകമാക്കണം എന്നതും പ്രധാനമാണ്. കാരണം നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിൽ കണ്ടുവരുന്ന ഒന്നാണ് വർത്തുളചലനം (വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം). ഒരു വസ്തുവിന് ബാഹ്യ ബലത്താലോ അല്ലാതെയോ രേഖീയ ചലനം ഉണ്ടാകാം. എന്നാൽ വർത്തുള ചലനത്തിന് ബാഹ്യ ബലം ആവശ്യമാണ്. ഇവിടെ ന്യൂട്ടന്റെ ആദ്യനിയമം അല്ല ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു ബാഹ്യബലമില്ലാതെ പ്രകൃതിയിൽ വർത്തുള ചലനം സാധ്യമല്ല. ഒരു ബലത്തിന് വസ്തുവിന്റെ വേഗതയെ മൂന്ന് വ്യത്യസ്ത രീതികളിൽ മാറ്റാൻ കഴിയും.

1. വേഗത (പ്രവേഗം) യുടെ ദിശ മാറ്റാതെ അതിന്റെ മൂല്യത്തെ മാറ്റാൻ സാധിക്കും. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ വസ്തു ഒരേ ദിശയിൽ നീങ്ങുന്നുവെങ്കിലും ത്വരണം ഉണ്ടായിരിക്കും.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 147 21-07-2022 13:53:48

ഉദാഹരണം

ലംബമായി താഴേയ്ക്ക് വീഴുന്ന വസ്തു, ഒരു നേരായ പാതയിലൂടെ ത്വരണത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ബൈക്ക്

2. മൂല്യത്തിൽ മാറ്റമില്ലാതെ ചലന ദിശയിൽ മാത്രം മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു. ഇത് തുടർച്ചയായി അനുഭവപ്പെട്ടാൽ അതിനെ ഒന്നുപോലെ (ക്രമമായ) യുള്ള വർത്തുള ചലനം എന്നുപറയുന്നു.

3. പരിമാണവും ചലനത്തിന്റെ ദിശയും മാറ്റാവുന്നതാണ്. ഇത് സംഭവിച്ചാൽ അവിടെ വർത്തുള ചലനം അല്ല നടക്കുന്നത്. ഉദാഹരണം ഒരു ഊഞ്ഞാലിന്റെ ദ്വാലനം, സിമ്പിൾ പെന്റുലത്തിന്റെ ദ്വാലനം, സൂര്യനെ ചുറ്റി ഗ്രഹങ്ങളുടെ അണ്ഡവൃത്താകാര ചലനം.

ഈ വിഭാഗത്തിൽ നാം ഭ്രമമായ വർത്തുള ചലനം ക്രമരഹിത വർത്തുള ചലനം ഇവയെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാം.

3.7.1 അഭികേന്ദ്ര ബലം

വസ്തു ക്രമമായ വർത്തുള ചലനത്തിലാണെങ്കിൽ അവിടെ ഒരു അപകേന്ദ്രബലം വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അവിടെ ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നുവെങ്കിൽ നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമിനോടനുബന്ധിച്ച് ഒരു ബലവും ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ബലത്തെയാണ് അഭികേന്ദ്രബലം എന്നുപറയുന്നത്.

രണ്ടാമത്തെ പാഠത്തിൽ നാം കണ്ടതുപോലെ വർത്തുളചലനത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ അപകേന്ദ്ര ത്വരണം എന്നത് $a = \frac{v^2}{r}$ ഇത് വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമപ്രകാരം, അഭികേന്ദ്രബലം എന്നത്

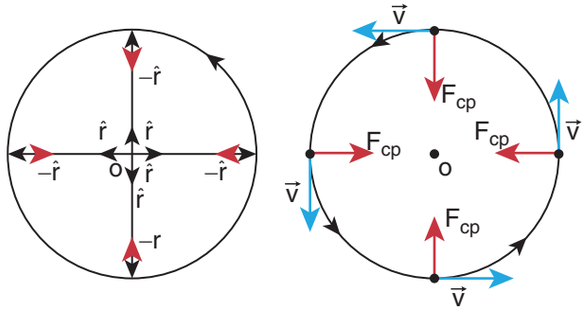
$$F_{cp} = m a_{cp} = \frac{mv^2}{r}$$

അഭികേന്ദ്രബലം എന്ന വാക്കിനർത്ഥം കേന്ദ്രത്തെ തേടുന്ന ബലം എന്നതാണ്.

വെക്ടാർ രീതിയിൽ $\vec{F}_{cp} = -\frac{mv^2}{r}\hat{r}$

ക്രമമായ വർത്തുള ചലനത്തിന് $\vec{F}_{cp} = -m\omega^2 r\,\hat{r}$

$-\hat{r}$ എന്ന ദിശ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്കുള്ള (വൃത്തത്തിന്റെ) താണ് .അത് തന്നെയാണ് അഭികേന്ദ്ര ബലത്തിന്റെയും ദിശ ചിത്രം 3.38.



ചിത്രം 3.38 അപകേന്ദ്ര ബലം

അഭികേന്ദ്ര ബലം ഗുരുത്വബലം പോലെയോ സ്പ്രിംഗ് ബലം പോലെയോ അല്ല. ഇത് കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്കുള്ള ബലം ആകുന്നു. എന്നാൽ ഈ ബലത്തിന്റെ ഉത്ഭവം ഒരു പക്ഷേ ഭൂഗുരുത്വ ബലം, നൂലിന്റെ ടെൻഷൻ, ഘർഷണ ബലം, കൂളുംബ് ബലം മുതലായവ കൊണ്ടുള്ളതാവാം. ഈ ബലങ്ങൾക്കും അഭികേന്ദ്രബലങ്ങളായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കും.

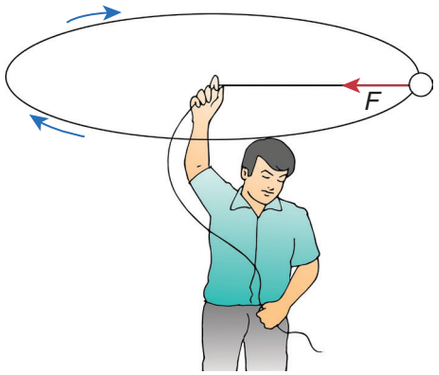
1. നൂലിൽ കെട്ടിയ കല്ലിന്റെ വർത്തുള ചലനത്തിൽ അഭികേന്ദ്ര ബലം, നൂലിന്റെ ടെൻഷൻ ബലം കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാവുന്നത്. കായിക പാർക്കുകളിൽ അപകേന്ദ്ര ബലം, ഇരുമ്പ് കയറുകളുടെ ടെൻഷൻ ബലം കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

2. ഭൂമിയെ ചുറ്റുന്ന ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനത്തിൽ അഭികേന്ദ്രബലം നൽകുന്നത് ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വ ബലമാണ്. ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനത്തിന് ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമപ്രകാരം

$$F = \text{ഭൂഗുരുത്വാകർഷണ ബലം} = \frac{mv^2}{r}$$

r- ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും ഗ്രഹത്തിന്റെ ദൂരം.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 148 21-07-2022 13:53:49



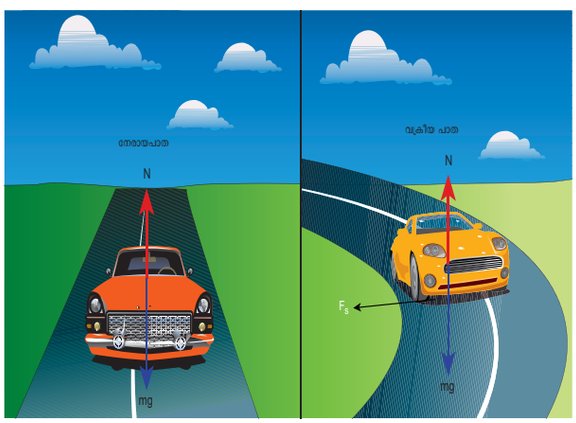


ചിത്രം 3.39 വസ്തുക്കളുടെ ചുഴലുന്ന ചലനം

m-ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം

v-ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ വേഗത

3. ഒരു കാർ ഒരു വൃത്താകാര പാതയിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ കാറിന്റെ ടയറിനും റോഡിനും ഇടയിലുള്ള ഘർഷണബലമാണ് അഭികേന്ദ്രബലമായി പ്രവത്തിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 3.40 വൃത്താകാരപാതയിൽ കാറിന്റെ ചലനം

ഇവിടെ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ഉപയോഗിച്ചാൽ

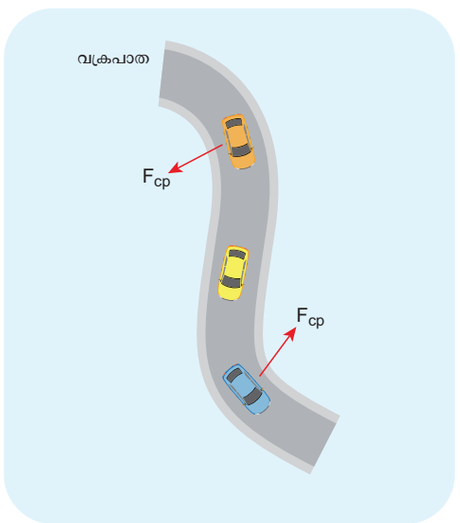
$$\text{ഘർഷണ ചലനം} = \frac{mv^2}{r}$$

m-കാറിന്റെ ദ്രവ്യമാനം

v-കാറിന്റെ വേഗത

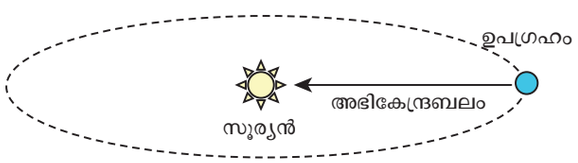
r-പാതയുടെ വക്രതാ വ്യാസാർത്ഥം

കാർ വർത്തുള പാതയിൽ പോകുമ്പോൾ അഭികേന്ദ്രബലം ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണം ടയറിനും റോഡിനും ഇടയിലുള്ള ഘർഷണബലമാണ്. ചിത്രം 3.41.



ചിത്രം 3.41 അഭികേന്ദ്രബലം (കാറിന്റെ വീലിനും, റോഡിനും ഇടയിലുള്ള ഘർഷണ ബലത്താൽ)

4. ഗ്രഹങ്ങൾ സൂര്യനെ ചുറ്റുമ്പോൾ അവയ്ക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്ന അഭികേന്ദ്രബലം സൂര്യന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ സൂര്യന്റെ ഗുരുത്വ ബലമാണ് ഗ്രഹങ്ങളിൽ അഭികേന്ദ്രബലമായി വർത്തിക്കുന്നത്. ചിത്രം 3.42



ചിത്രം 3.42 സൂര്യന്റെ ഗുരുത്വ ബലത്താൽ ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്ന അപകേന്ദ്ര ബലം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 149 21-07-2022 13:53:52

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ഇവിടെ ഉപയോഗിച്ചാൽ

സൂര്യന്റെ ഗുരുത്വ ബലം $= \frac{mv^2}{r}$

ഉദാഹരണം 3.22

0.25 kg ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു കല്ലിനെ ഒരു നൂലിൽ കെട്ടി $2\ m\ s^{-1}$ എന്ന വേഗതയിൽ വർത്തുള ചലനം ചെയ്യാൻ അനുവദിച്ചാൽ (വൃത്തത്തിന്റെ വ്യാസാർത്ഥം 3 m) ആ കല്ലിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ടെൻഷൻ ബലം എന്താണ്?

നിർദ്ധാരണം: $F_{cp} = \frac{mv^2}{r}$

$$F_{cp} = \frac{\frac{1}{4}\times(2)^2}{3} = 0.333\ \text{N}.$$

ഉദാഹരണം 3.23

ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ വൃത്താകാരപാതയിൽ ഒരു പ്രാവശ്യം ചുറ്റിവരാൻ 27.3 ദിവസങ്ങൾ എടുക്കുന്നു. എങ്കിൽ ചന്ദ്രനിലുണ്ടാകുന്ന അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം കാണുക? ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർത്ഥം 6.4×10^6 മീ

നിർദ്ധാരണം

അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം $a = \frac{v^2}{r}$. ഈ സൂത്രവാക്യം തികച്ചും ചന്ദ്രന്റെ വേഗതയെ ആശ്രയിച്ചാണുള്ളത് അതിനാൽ നമുക്ക് താഴെ തന്നിട്ടുള്ള സൂത്രവാക്യം ഉപയോഗിക്കാം.

$$\omega^2 R_m = a_m$$

a_m എന്നത് ചന്ദ്രന്റെ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം ആകുന്നു.

ω എന്നത് കോണീയ പ്രവേഗം.

R_m ഭൂമിക്കും ചന്ദ്രനും ഇടയിലുള്ള ദൂരം ഇത് ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർത്ഥത്തിന്റെ 60 മടങ്ങ് ആകുന്നു.

$$R_m = 60R = 60 \times 6.4 \times 10^6 = 384 \times 10^6\ m$$

കോണീയ പ്രവേഗം നമുക്ക് അറിയാം $\omega = \frac{2\pi}{T}$

T = 27.3 ദിവസങ്ങൾ = $27.3 \times 24 \times 60 \times 60$ സെക്കന്റ് $= 2.358 \times 10^6$ സെക്കന്റ്

ഈ മൂല്യങ്ങളെ സമീകരണത്തിൽ ഇടുമ്പോൾ

$$a_m = \frac{\left(4\pi^2\right)\left(384\times10^6\right)}{\left(2.358\times10^6\right)^2} = 0.00272\ \text{m s}^{-2}$$

ചന്ദ്രന്റെ ഭൂമിയിലേക്കുള്ള അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം 0.00272 മീ/സെക്കന്റ്$^{-2}$ ആകുന്നു.

കുറിപ്പ്

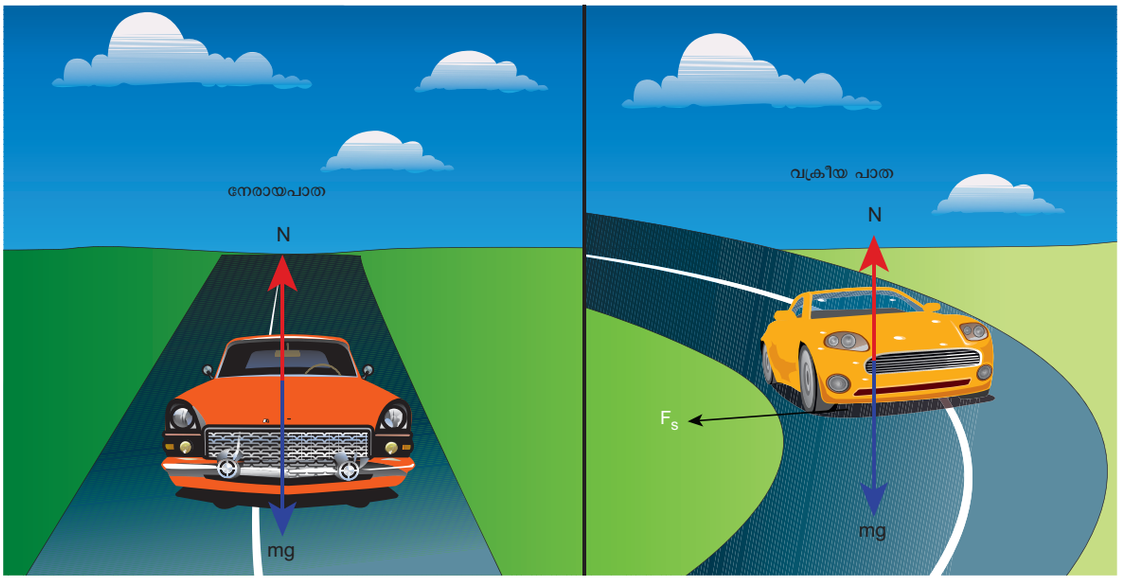
ഈ ഉത്തരം ന്യൂട്ടൻ സ്വയം കണ്ടുപിടിച്ചയാണ്. യൂണിറ്റ് 6 ൽ ഇതേക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ പഠിക്കാം.

3.7.2 നിരപ്പാക്കപ്പെട്ട ഒരു വർത്തുള പാതയിലൂടെയുള്ള വാഹനങ്ങൾ

ഒരു വാഹനം ഒരു വർത്തുള പാതയിൽ /റോഡിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ആ വസ്തുവിൻമേൽ (വാഹനം) ഒരു അഭികേന്ദ്ര ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ അഭികേന്ദ്രബലം കാറിന്റെ ടയറിനും റോഡിനും ഇടയ്ക്കുള്ള ഘർഷണബലത്താലാണ്. വാഹനത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം 'm' സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രവേഗം 'v' വൃത്താകാര പാതയുടെ വ്യാസാർത്ഥം 'r' ആകുന്നു. എങ്കിൽ മൂന്ന് തരത്തിലുള്ള ബലങ്ങൾ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ചിത്രം 3.43

1. ഭൂഗുരുത്വബലം (mg) താഴോട്ടു പ്രവർത്തിക്കുന്നു
2. നോർമൽ ബലം (mg) മുകളിലേക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്നു
3. ഘർഷണ ബലം (F_s) തിരശ്ചീനമായി റോഡിലൂടെ ഉള്ളിലോട്ട് പ്രവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 150 21-07-2022 13:53:54



ചിത്രം 3.43 വർത്തുള പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വാഹനത്തിനുമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ

റോഡ് തിരശ്ചീനമാണെങ്കിൽ സാധാരണ ബലവും ഗുരുത്വ ബലവും ശരിക്കും തുല്യവും വിപരീതവുമാണ്.റോഡിന്റെഉപരിതലത്തിനുംടയറിനും ഇടയിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണ ബലം F_s അപകേന്ദ്ര ബലം ഉണ്ടാകുന്നു. അത് വൃത്താകാര വാതയുടെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു,

$$\frac{mv^2}{r} = F_s$$

നേരത്തെ സൂചിപ്പിച്ചപോലെ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം പൂജ്യം മുതൽ അധികതമം വരെ കൂടുന്നു.

$$F_s \leq \mu_s mg.$$

രണ്ട് നിബന്ധനകൾ സാധ്യമാണ്.:

a) $\frac{mv^2}{r} \leq \mu_s mg$, അഥവാ $\mu_s \geq \frac{v^2}{rg}$, $\sqrt{\mu_s rg} \geq v$
(സുരക്ഷിതമായ തിരിയലിന്)

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം കാറിന് വളവ് തിരിയുന്നതിനാവശ്യമായ അഭികേന്ദ്രബലം നൽകുന്നു. അതിനാൽ ടയറിനും റോഡിനും ഇടയിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം സുരക്ഷിതമായ തിരിയലിന് കാറിന് എത്ര വേഗത വേണമെന്ന് നിർണ്ണയിക്കുന്നു.

b) $\frac{mv^2}{r} > \mu_s mg$, അഥവാ $\mu_s < \frac{v^2}{rg}$ (വഴുതുക)

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന് തിരിയാൻ ആവശ്യമായ അഭികേന്ദ്രബലം നൽകാൻ കഴിയുന്നില്ലെങ്കിൽ വാഹനം മറിഞ്ഞ് വീഴാൻ തുടങ്ങും.

ഉദാഹരണം 3.24

സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണ ഗുണാങ്കം 0.81 ഉള്ളതും 10 മീ വക്രതാ വ്യാസാർത്ഥമുള്ളതുമായ ഒരു വർത്തുള ആകൃതിയിലുള്ള റോഡിൽ മൂന്ന് കാറുകൾ A, B, C യഥാക്രമം 7 മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$, 8 മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$, 10 മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$ എന്നീ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു എങ്കിൽ വർത്തുള പാതയിൽ എത്തുമ്പോൾ ഏതു കാർ സ്കിഡ് ആകും (വീഴും) (g =10മീ/സെക്കന്റ്$^{-2}$)

നിർദ്ധാരണം

സുരക്ഷിതമായ തിരിയലിന് വേണ്ട നിബന്ധനയിൽ നിന്നും വാഹന വേഗത (v) എന്നത് $\sqrt{\mu_s rg}$ യെക്കാൾ കുറവായിരിക്കണം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 151 21-07-2022 13:53:56

$$v \leq \sqrt{\mu_s rg}$$

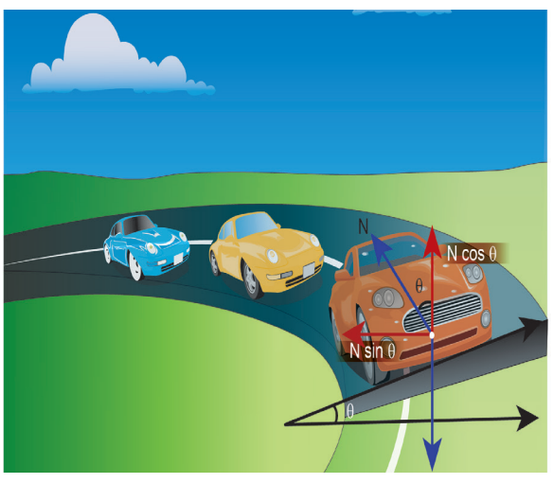
$$\sqrt{\mu_s rg} = \sqrt{0.81 \times 10 \times 10} = 9 \text{ മീ/സെക്കന്റ്}^{-1}$$

C എന്ന കാറിന്, $\sqrt{\mu_s rg}$ v യെക്കാൾ കുറവ്

കാറിന്റെവേഗതകൾക്രമേണA7മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$, B8മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$C10മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$എന്നിങ്ങനെയാണല്ലോ.ഇവിടെ A,B ഇവയുടെ മൂല്യം $\sqrt{\mu_s rg}$ യെക്കാൾ കുറവായതിനാൽ സുരക്ഷിതമായ തിരിയലാണ്. എന്നാൽC എന്നകാർവേഗത$\sqrt{\mu_s rg}$ യെക്കാൾ കൂടുതലാണ് (10 മീ/സെക്കന്റ്$^{-1}$) ആയതിനാൽ C എന്ന കാർ വീഴാൻ സാധ്യത കൂടുന്നു.

3.7.3 ട്രാക്കുകളുടെ ബാങ്കിംഗ്

നിരപ്പാക്കിയ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള റോഡിൽ സ്കിഡിംഗ് പ്രധാനമായും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു (μ_s). സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം ഉപരിതലത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അത് പരമാവധി പരിമിതപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രശ്നം ഒഴിവാക്കാൻ റോഡിന്റെ അഗ്രങ്ങൾ ചിത്രം 3.44 ൽ കാണിച്ചതുപോലെ അൽപ്പം ഉയർത്തുന്നു. ഇതിനെ റോഡുകളുടെയോ ട്രാക്കുകളുടെയോ ബാങ്കിംഗ് എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു ചരിവ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ കോണിനെ ബാങ്കിംഗ് കോൺ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ചിത്രം 3.44.



ചിത്രം 3.44 റോഡിന്റെ പുറത്തെ അഗ്രം അൽപ്പം ഉയർത്തി സ്കിഡിംഗ് ഒഴിവാക്കുന്നു

റോഡിന്റെ ഉപരിതലം തിരശ്ചീന ഉപരിതലത്തിൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന കോൺ θ എങ്കിൽ സാധാരണ ബലം ലംബവുമായി അതേ കോൺ θ ഉണ്ടാക്കുന്നു. കാർ തിരിക്കുമ്പോൾ കാറിൽ രണ്ട് ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നു:

a) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം താഴേക്ക്

b) സാധാരണ ബലം (ലംബമായി മുകളിലേക്ക്)

സാധാരണബലത്തെരണ്ടുഘടകങ്ങളായിപിരിക്കാവുന്നതാണ് $N\cos\theta$, $N\sin\theta$ എന്നിങ്ങനെ ചിത്രത്തിൽ 3.46കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. $N\cos\theta$, താഴേയ്ക്കുള്ള ഗുരുത്വ ബലവുമായി 'mg' സന്തുലനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. $N\sin\theta$ ആവശ്യമായ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണത്തെ നൽകുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ഉപയോഗിച്ച്

$$N\cos\theta = mg$$

$$N\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$$

സമീകരണങ്ങളെ ഹരിക്കുമ്പോൾ നമുക്ക്

ലഭിക്കുന്നത് $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$$v = \sqrt{rg\tan\theta}$$

കാറിന്റെ സുരക്ഷിതമായ വേഗതയിലുള്ള തിരിയൽ (വളവിൽ) ബാങ്കിംഗ് കോൺ θ, റോഡിന്റെ/ട്രാക്കിന്റെ വക്രതാ വ്യാസാർത്ഥം r എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കാറിന്റെ വേഗത ഈ സുരക്ഷിത വേഗതയെക്കാൾ കൂടുതലാണെങ്കിൽ അത് പുറത്തേക്ക് ചരിയാൻ തുടങ്ങുന്നു. പക്ഷേ ഘർഷണ ബലം പ്രാബല്യത്തിൽ വരികയും ബ്യൂസ്കിഡിംഗ് തടയുന്നതിന് ഒരു അധിക അപകേന്ദ്ര ബലം നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതേ സമയം കാറിന്റെ വേഗത സുരക്ഷിതമായ വേഗതയെക്കാൾ കുറവവായാൽ അത് അകത്തേക്ക് ചരിയാൻ തുടങ്ങുന്നു. അപ്പോൾ ഘർഷണ ബലം അപകേന്ദ്ര ബലത്തെ കുറച്ച് ഇതിനെ തടയുന്നു. എന്തായാലും കാറിന്റെ വേഗത സുരക്ഷിതമായ വേഗതയെക്കാൾ കൂടുലാണെങ്കിൽ കാർ ചരിയുന്നതിൽ നിന്നും ഘർഷണ ബലത്തിനു തടയാൻ കഴിയില്ല.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 152 21-07-2022 13:53:58

ഉദാഹരണം 3.25

ഒരു വൃത്താകാര റോഡിന്റെ വ്യാസാർത്ഥം 20 മീ, 15^0 കോണിൽ ബാങ്കിംഗ് ചെയ്തിട്ടുണ്ട് എങ്കിൽ കാർ എത്ര വേഗത്തിൽ പോയാൽ സുരക്ഷിതമായ വളവ് തിരിയൽ നടക്കും?

നിർദ്ധാരണം

$$v = \sqrt{(rg\tan\theta)} = \sqrt{20\times 9.8\times \tan 15^\circ}$$

$$= \sqrt{20\times 9.8\times 0.26} = 7.1 \text{ മീ.സെക്കന്റ്}^{-1}$$

സുരക്ഷിതമായ വേഗത 7.1 മീ.സെക്കന്റ്$^{-1}$

3.7.4 അപകേന്ദ്ര ബലം

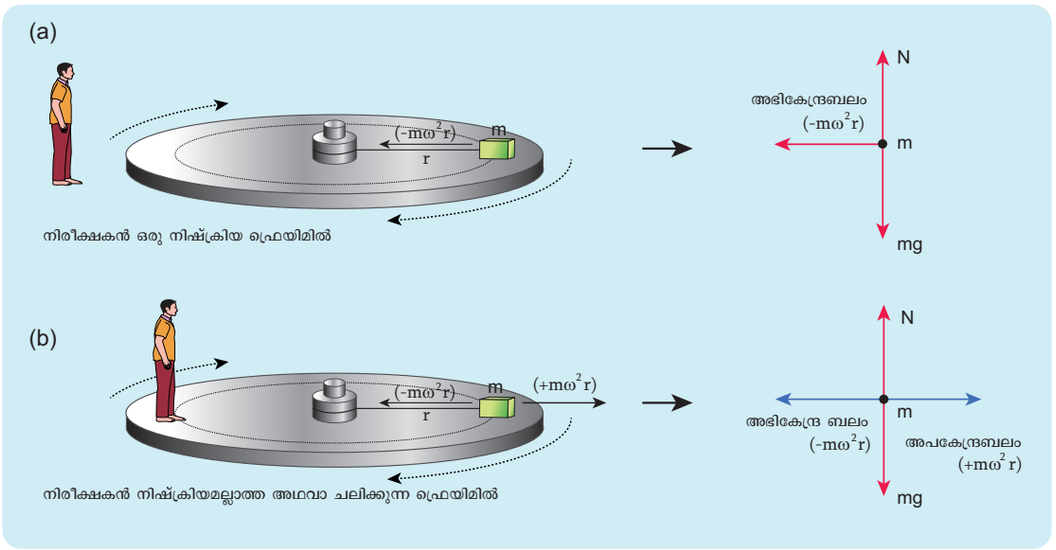
രണ്ടു വ്യത്യസ്ത റഫറൻസ് ഫ്രെയിമുകളിൽ നിന്ന് വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം വിശകലനം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നു. അതിലൊന്ന് ന്യൂട്ടന്റെ നിയമങ്ങൾ അനുസരിക്കുന്ന നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകൾ (അത് വിശ്രമത്തിലോ ഏകീകൃത ചലനത്തിലോ) മറ്റൊന്ന് ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന റഫറൻസ് ഫ്രെയിമാണ്. ഇത് ത്വരണം നടക്കുന്നതിനാൽ നിഷ്ക്രിയ റഫറൻസ് ഫ്രെയിമാണ്. ഈ രണ്ടു ഫ്രെയിമുകളിൽ നിന്നും വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം പരിശോധിക്കുമ്പോൾ സാഹചര്യങ്ങൾ തികച്ചും വ്യത്യസ്തമാണ്. ചുറ്റുന്ന റഫറൻസ് ഫ്രെയിമിൽ ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാമത്തെയും രണ്ടാമത്തെയും നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് അപകേന്ദ്രബലങ്ങൾ എന്ന കപടബലം ഉൾപ്പെടുത്തേണ്ടതുണ്ട്. ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഫ്രെയിമുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഈ അപകേന്ദ്ര ബലം വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. അപകേന്ദ്രബലം എന്ന ആശയം മനസ്സിലാക്കാൻ നമുക്ക് ഒരു നിർദ്ദിഷ്ട സാഹചര്യം ചർച്ച ചെയ്യാം.

ഒരു നൂലുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു കല്ലിന്റെ ചുഴലുന്ന ചലനത്തെ പരിഗണിക്കുക. നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമിൽ കല്ലിന് കോണീയ വേഗത ഉണ്ടെന്ന് കരുതുക. ഒരേ കോണീയ വേഗതയോടെ കല്ലിനൊപ്പം കറങ്ങുന്ന ഒരു ഫ്രെയിമിൽ നിന്ന് കല്ലിന്റെ ചലനം നിരീക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ കല്ല് സ്വസ്ഥമായി നിശ്ചലമായിരിക്കുന്നതായികാണാം. ഇതിൽ നിന്നും ഉള്ളിലേയ്ക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്ന അഭികേന്ദ്ര ബലം $-m\omega^2 r$ കൂടാതെ അവിടെ ഒരു തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലം കല്ലിൻമേൽ പുറത്തേക്ക് $+m\omega^2 r$ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. എന്നും മനസ്സിലാക്കാം. അതിനാൽ ഒരു കറങ്ങുന്ന ഫ്രെയിമിൽ കല്ലിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന മൊത്തം ബലം പൂജ്യത്തിന് തുല്യമാണ്. സാധാരണ ഈ ബാഹ്യബലത്തെ അഭികേന്ദ്ര ബലം (കേന്ദ്രീകൃതബലം) എന്നു പറയുന്നു. സെൻട്രിഫ്യൂഗൽ എന്നാൽ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുള്ള ഓട്ടം എന്നർത്ഥം. ഒരു ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഫ്രെയിമിൽ നിന്നു നോക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ അപകേന്ദ്ര ബലം വസ്തുവിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുകയാണെന്ന് തോന്നുകയുള്ളൂ. ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം നൂലിലെ ടെൻഷൻ (പിരിമുറുക്കം) നൽകുന്ന അഭികേന്ദ്ര ബലം മാത്രമേ ഉള്ളൂ. ഇക്കാരണത്താൽ അപകേന്ദ്രബലത്തെ കപട ബലം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു കപട ബലത്തിന് ഒരു ഉത്ഭവം ഇല്ല. ഇത് ഫ്രെയിമിന്റെ നിഷ്ക്രിയ സ്വഭാവം കാരണം ഉണ്ടാകുന്നു. ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന റഫറൻസ് ഫ്രെയിമിൽ നിന്ന് വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലന പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ ചിത്രം 3.45 ൽ കാണുന്നതുപോലെ അപകേന്ദ്ര ബലം നിർബന്ധമായും ഉൾപ്പെടുത്തണം.

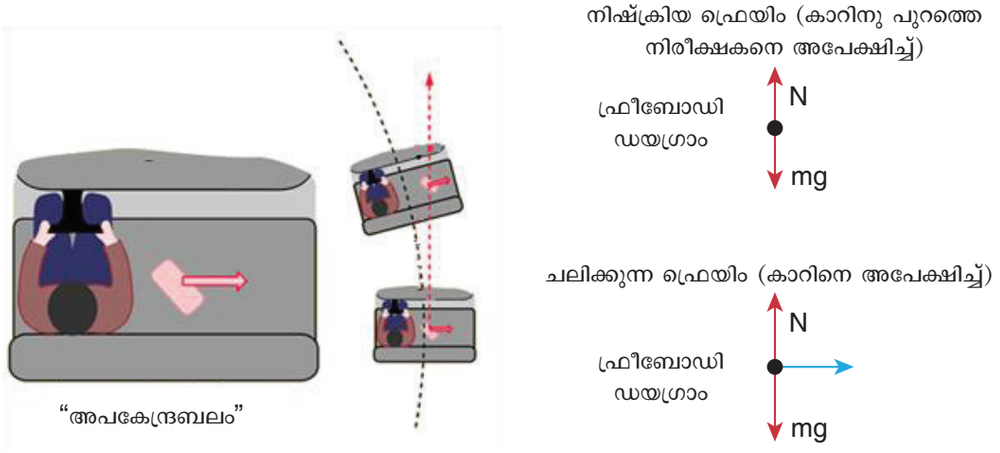
3.7.5 അപകേന്ദ്ര ബലങ്ങളുടെ ഫലങ്ങൾ

അപകേന്ദ്ര ബലം ഒരു കപട ബലമായാലും അതിന്റെ ഫലങ്ങൾ യഥാർത്ഥമാണ്. ഒരു വളഞ്ഞ റോഡിൽ കാർ തിരിയുമ്പോൾ കാറിനുള്ളിലെ വ്യക്തിക്ക് ഒരു ബാഹ്യബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. അത് വ്യക്തിയെ ദൂരേയ്ക്ക് തള്ളുന്നു. ഈ ബാഹ്യ ബലത്തെ അപകേന്ദ്ര ബലം എന്നു പറയുന്നു. വ്യക്തിക്കും ഇരിക്കുന്ന സീറ്റിനും ഇടയിലുള്ള ഘർഷണം മതിയായതാണെങ്കിൽ അത് വസ്തുവിനെ പുറത്തേക്ക് തള്ളുന്നത് തടയും. ഒരു നേർരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന കാർ പെട്ടെന്ന് ഒരു വഴി തിരിയുമ്പോൾ കാറിൽ ഉറപ്പിക്കാത്ത വസ്തുക്കൾ ദിശയുടെ നിഷ്ക്രിയത്വം (ജഡത്വം) കാരണം രേഖീയ ചലനത്തിൽ തുടരാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമിൽ നിന്നും ഈ ചലനം നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ ചിത്രം 3.46 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഇത് ഒരു നേർരേഖയായി ദൃശ്യമാകുന്നു. എന്നാൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഫ്രെയിമിൽ നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ ഇത് പുറത്തേക്ക് ചലിക്കുന്നതു പോലെ തോന്നുന്നു.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 153 21-07-2022 13:53:59



ചിത്രം 3.45 അപകേന്ദ്രബലത്താലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം.



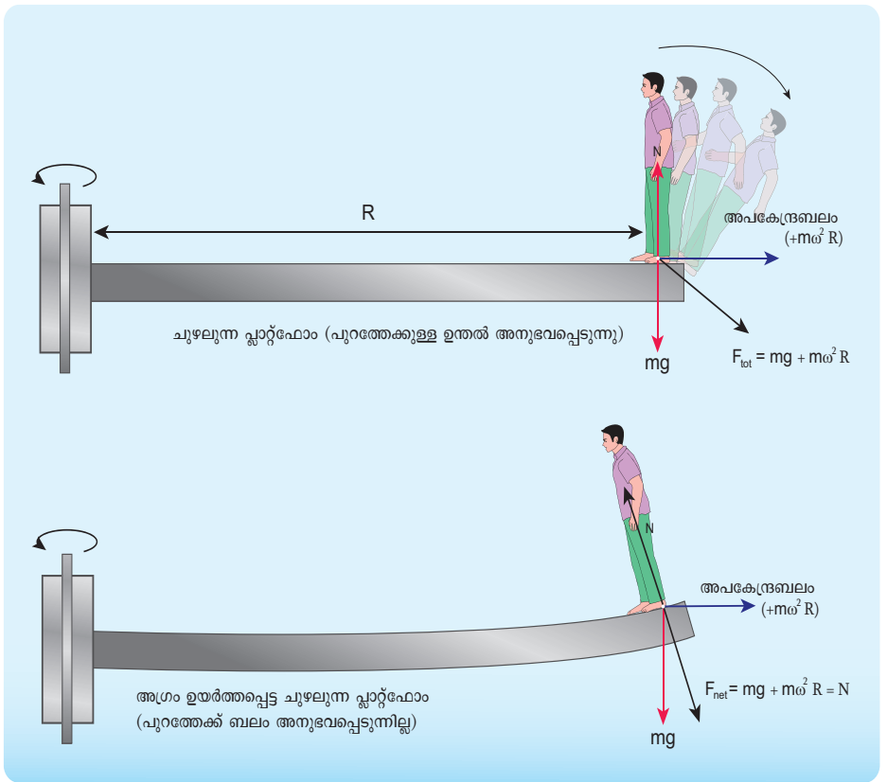
ചിത്രം 3.46 അപകേന്ദ്ര ബലത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ

ഒരു ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന പ്ലാറ്റ്ഫോമിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരാൾക്ക് ഒരു അപകേന്ദ്ര ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നതായി തോന്നുന്നു. ഈ ബലം അയാളെ പുറത്തേക്ക് തള്ളി മാറ്റുന്നു. സാധാരണയായി പല പ്പോഴും ആളിനും പ്ലാറ്റ്ഫോമിന്റെ ഉപരിതലത്തിനും ഇടയിലുള്ള ഘർഷണ ബലം അപകേന്ദ്ര ബലത്തെ നിർവീര്യമാക്കാൻ മതിയായതല്ല. ഇത് പരിഹരിക്കാനായി പ്ലാറ്റ്ഫോമിന്റെ അഗ്രം അൽപ്പം ഉയർത്തി നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഒരു ലംബ ബലം (സാധാരണ ബലം) വ്യക്തിയുടെ മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഈ ബലം വ്യക്തിയെ ദൂരെ മാറി വീഴുന്നതിൽ നിന്നും തടയുന്നു. ഉദാഹരണം ചിത്രം 3.47.

മുന്നറിയിപ്പ്!

ബസ്സിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ തുറന്ന വാതിലിന് സമീപം നിൽക്കുന്നത് ആപത്താണ്. പെട്ടെന്ന് ബസ്സ് വളവ് തിരിയുമ്പോൾ അപകേന്ദ്ര ബലത്താൽ വാതിലിന് സമീപത്ത് നിൽക്കുന്ന ആൾ ബസ്സിൽ നിന്നും ദൂരെ വീശപ്പെടുന്നു. അപകേന്ദ്ര ബലം ഒരു കപട ബലമാണെങ്കിലും ഇത് യഥാർത്ഥമാണ്.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 154 21-07-2022 13:54:00

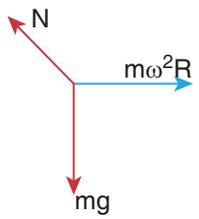


ചുഴലുന്ന പ്ലാറ്റ്ഫോമിനെ അപേക്ഷിച്ചുള്ള ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം



പുറത്തേക്കുള്ള ആകെ ഉന്തൽ

അഗ്രം ഉയർത്തിയ ചുഴലുന്ന പ്ലാറ്റ് ഫോമിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം അപകേന്ദ്രബലം



ചിത്രം 3.47 ചുഴലുന്ന പ്ലാറ്റ്ഫോമിൽ ഉണ്ടാവുന്ന പുറത്തേക്കുള്ള അപകേന്ദ്ര ബലം

3.7.6 ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന അപകേന്ദ്ര ബലം

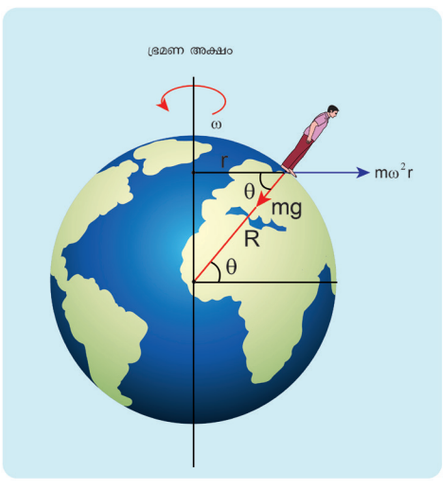
ഭൂമിയെ ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമായി കരുതുന്നു വെങ്കിലും അത് അങ്ങനെയല്ല. ഭൂമി തന്റെ സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിൽ ω എന്ന കോണീയ പ്രവേഗത്തിൽ സ്പിൻ ചെയ്യുന്നു (ചുറ്റുന്നു). ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള ഏതൊരു വസ്തുവിലും അപകേന്ദ്ര ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. അപകേന്ദ്ര ബലം ഭൂമിയുടെ അച്ചുതണ്ടിലുള്ള ചലനത്തിന്റെ എതിർദിശയിൽ ആയിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം 3.48 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരാളിന് അനുഭവപ്പെടുന്ന അപകേന്ദ്ര ബലം $F_{cf} = m\omega^2 r$

ഇവിടെ r എന്നത് വ്യക്തിക്കും ഭ്രമണ അക്ഷത്തിനും ഇടയിലുള്ള ലംബ ദൂരം. ചിത്രത്തിൽ (3.48) ൽ കാണിച്ചപോലെ സമകോണ ത്രികോണം ഉപയോഗിച്ചാൽ $r = R\cos\theta$

R = ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർത്ഥം

θ = നിൽക്കുന്ന ആളിനും ഭൂമിക്കും ഇടയിലുള്ള ചായ്വ് കോൺ.



ചിത്രം 3. 48 ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിൽക്കുന്ന വ്യക്തിയിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന അപകേന്ദ്ര ബലം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 155 21-07-2022 13:54:01

ഉദാഹരണം 3.26

60 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വ്യക്തി ചെന്നയിൽ നിൽക്കുന്നു എങ്കിൽ അയാളുടെ അപകേന്ദ്ര ബലം കണ്ടുപിടിക്കുക? (ചെന്നയുടെ ലാറ്റിറ്റ്യൂഡ് $13°$)

നിർദ്ധാരണം

അപകേന്ദ്ര ബലം $F_c = m\omega^2 R\cos\theta$

ഭൂമിയുടെ കോണീയ പ്രവേഗം $(\omega) = \frac{2\pi}{T}$,

T എന്നത് ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണ കാലം. (24 മണിക്കൂർ)

$$\omega = \frac{2\pi}{24\times60\times60} = \frac{2\pi}{86400}$$
$$= 7.268\times10^{-5}\ \text{റേഡിയൻ സെക്കന്റ്}^{-1}$$

ഭൂമിയുടെ വ്യാസാർത്ഥം R = 6400 കി.മീ = 6400×10^3 മീ

ചെന്നയുടെ ലാറ്റിറ്റ്യൂഡ് = $13°$

$$F_{cf} = 60\times\left(7.268\times10^{-5}\right)^2\times6400\times10^3 \times\cos\left(13°\right) = 1.9678\,N$$

60 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന അപകേന്ദ്ര ബലം ഏകദേശം 2 N ആകുന്നു. എന്നാൽ ഭൂഗുരുത്വ ബലത്താൽ ആ വ്യക്തിയുടെ ബലം = mg = $60\times9.8 = 588$N ഈ ബലം അപകേന്ദ്ര ബലത്തെക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാണ്.

3.7.7 അഭികേന്ദ്ര ബലം അപകേന്ദ്ര ബലം

അഭികേന്ദ്ര ബലം, അപകേന്ദ്ര ബലം ഇവയുടെ പ്രത്യേകതകൾ പട്ടിക 3.4. ൽ താരതമ്യം ചെയ്തിരിക്കുന്നു

പട്ടിക 3.4 അഭികേന്ദ്ര ബലം, അപകേന്ദ്ര ബലം ഇവയുടെ പ്രത്യേകതകൾ

അഭികേന്ദ്ര ബലം	അപകേന്ദ്ര ബലം
ഇത് ഒരു യഥാർത്ഥ ബലം, ഇത് ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, നൂലിന്റെ ടെൻഷൻ, സാധാരണ ബലം എന്നീ ബാഹ്യബലങ്ങളാൽ ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഒന്നാണ്.	ഇത് ഒരു കപട ബലമാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, സാധാരണ ബലം മുതലായവയിൽ നിന്നും ഉണ്ടാവാൻ കഴിയില്ല.
നിഷ്ക്രിയവും, നിഷ്ക്രിയമല്ലാത്തതുമായ ഫ്രെയിമുകളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.	ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഫ്രെയിമിൽ മാത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
ഇത് ഭ്രമണത്തിന്റെ അക്ഷത്തിലേയ്ക്കോ വർതുള ചലനത്തിൽ കേന്ദ്ര വൃത്തത്തിന്റെ ലോക്കോ പ്രവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു. $\lvert F_{cp}\rvert = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}$	ഇത് കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും വ്യാസാർത്ഥം വഴി പുറത്തേയ്ക്കു പ്രവർത്തിക്കുന്നു. $\lvert F_{cf}\rvert = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}$
യഥാർത്ഥ ബലമാണ് അതിനാൽ യഥാർത്ഥ ഫലമുണ്ട്.	കപട ബലം അഥവാ മിഥ്യാബലം എങ്കിലും യഥാർത്ഥ ഫലമുണ്ട്.
രണ്ട് വസ്തുക്കളുടെ സമ്പർക്കത്താൽ അഭികേന്ദ്ര ബലം ഉണ്ടാവുന്നു	അപകേന്ദ്രബലം ഉണ്ടാവുന്നത് ജഡത്വത്താലാണ്. അല്ലാതെ വസ്തുക്കളുടെ സമ്പർക്കത്താലല്ല. ഭ്രമണ ഫ്രെയിമിൽ ഒരു നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമിൽ വസ്തുവിന്റെ ജഡത്വ ചലനം അപകേന്ദ്ര ബലമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകളിൽ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ അഭികേന്ദ്ര ബലം ഉൾപ്പെടുത്തേണ്ടതുണ്ട്.	നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകളിൽ അപകേന്ദ്ര ബലം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. എന്നാൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്ന ഫ്രെയിമിൽ അഭികേന്ദ്ര ബലവും, അപകേന്ദ്ര ബലവും ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ ഉൾപ്പെടുത്തേണ്ടതാണ്.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 156 21-07-2022 13:54:03

സംഗ്രഹം

- ചലനത്തെ കുറിച്ച് അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ആശയം: ചലനം നിലനിർത്താൻ ഒരു ബലം ആവശ്യമണ്.
- ചലനെ കുറിച്ചുള്ള ഗലീലിയേയുടെ ആശയം – ചലനം നിലനിർത്താൻ ഒരു ബലം ആവശ്യമില്ല.
- ശരീരത്തിന്റെ ജഡത്വത്തിന്റെ അളവുകോലാണ് ദ്രവ്യമാനം അഥവാ പിണ്ഡം
- ന്യൂട്ടന്റെ ആദ്യ നിയമം അനുസരിച്ച് ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കാതിരുന്നാൽ വസ്തു നിശ്ചലാവ സ്ഥയിലോ ചലനാവസ്ഥയിലോ തുടരുന്നു.
- ശരീരത്തിന്റെ ആവേഗം അഥവാ ആക്കം മാറ്റുന്നതിന് ബാഹ്യബലം ആവശ്യമാണ് എന്ന് ന്യൂ ട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമം പറയുന്നു. ഗണിത ശാസ്ത്രപരമായി ഇതിനെ

  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ എന്നെഴുതാം.
- ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാമത്തെയും രണ്ടാമത്തെയും നിയമങ്ങൾ നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകൾക്ക് സാദ്ധ്യമാണ്.
- നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമിലെ ഒരു വസ്തുവിന് ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കാതെ തന്നെ വസ്തു സ്ഥിര വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.
- ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമം അനുസരിച്ച് ഓരോ ബലത്തിനും തുല്യവും വിപരീതവുമായ ബലങ്ങളു ണ്ട്. ഇവയെ ആക്ഷൻ ബലം എന്നും നിയാക്ടർ ബലം എന്നും പറയുന്നു.
- ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡവഗ്രം വരയ്ക്കുന്നതിന്
  - വസ്തുവിനെ മറ്റുള്ളവയിൽ നിന്നും മാറ്റി നിർത്തി അതിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുക.
  - ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട വസ്തുവിനെ പരിഗണിക്കാൻ പാടില്ല.
  - ഓരോ ബലത്തിന്റെയും അളവിനെ ദിശയോടുകൂടി വരയ്ക്കുക.
  - ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം ഓരോ ദിശക്കും പ്രയോഗിക്കുക.
- ഒരു കൂട്ടം കണങ്ങളുടെ ശേഖരത്തിൻമേൽ ബാഹ്യബലം ഒന്നുംതന്നെ പ്രയോഗിക്കുന്നില്ല എങ്കിൽ അവയുടെ ആകെ ആവേഗം ഒരു സ്ഥിര വെക്ടറാകുന്നു.
- കണങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ആന്തര ബലത്തിന് കണങ്ങളുടെ ആവേഗത്തെ മാറ്റാൻ സാധിക്കില്ല.
- ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്തം പറയുന്നത് ഒരു വസ്തു സമകാലിക ബലത്തിൽ സമനിലയിലാണെങ്കിൽ (സന്തുലനാവസ്ഥ) അതിനുശേഷം വിപരീത കോണിന്റെ സൈനുമായുള്ള ഓരോ ബലത്തിന്റെയും അനുപാതം തുല്യമാണ്.
- ഒരു വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രേരണ ബലം ആ വസ്തുവിന്റെ ആവേഗ മാറ്റത്തിനു തുല്യ മാണ്. ഒരു ബലം ഒരു ചെറിയ കാലയളവിൽ വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോഴെല്ലാം ബലം കണക്കാക്കുന്നത് ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. എന്നാൽ പ്രേരണ/പ്രചോദനം കണക്കാക്കാം.
- സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം വസ്തുവിൽ ചലനത്തെ എതിർക്കുന്ന ഒന്നാണ്. ഇതിന്റെ മൂല്യം പൂജ്യം മുതൽ $\mu_s N$ വരെ എടുക്കാം. പ്രയോഗിക്കുന്ന ബാഹ്യ ബലം N നേക്കാൾ കൂടുതലെങ്കിൽ വസ്തു ചലിക്കുന്നു.
- വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ ചലനാത്മക ഘർഷണം ഉണ്ടാവുന്നു. വസ്തു ഒരു സ്ഥിര പ്ര വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കണമെങ്കിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബാഹ്യ ബലം ചലനാത്മക ഘർഷണ ത്തെക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും. (ചലനാത്മക ഘരഷണം $\mu_k N$)

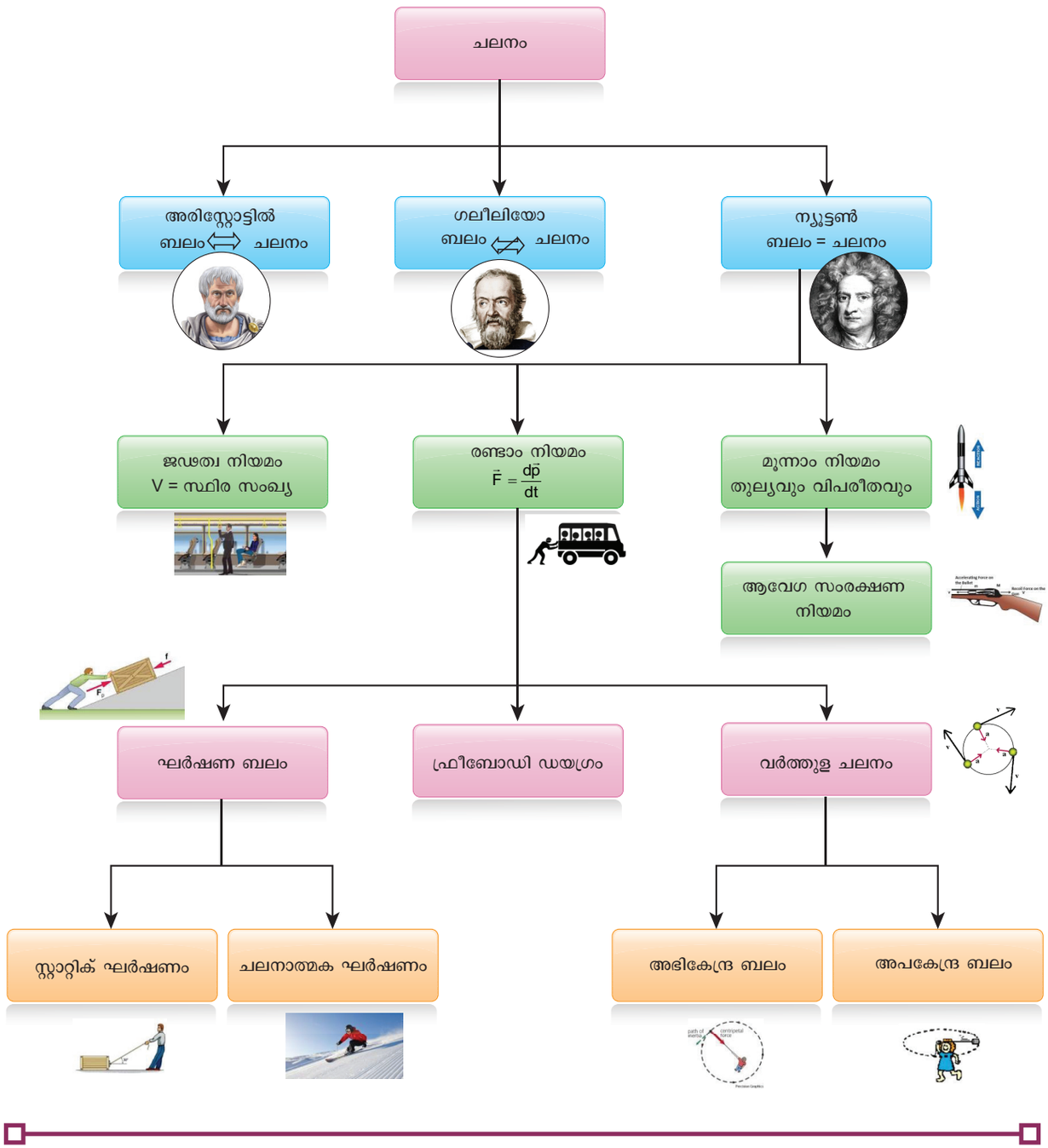
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 157 21-07-2022 13:54:03

സംഗ്രഹം (തുടർച്ച)

- റോളിംഗ് ഘർഷണം എന്നത് സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം ചലനാത്മക ഘർഷണം ഇവയെക്കാൾ വളരെ കുറവാണ്. അക്കാരണത്താലാണ് വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കുന്നതിനായി വസ്തുവിന്റെ അടിഭാഗത്തായി റോളർ കോസ്റ്റർ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ളത് ഉദാ: റോളിംങ്ങ് സ്യൂട്ട് കേസ്.
- ഘർഷണം ഉണ്ടാകുന്നതിനു കാരണം പരസ്പരം സ്പർശിക്കുന്ന രണ്ട് തലങ്ങളിലുള്ള അണുക്കളുടെ വൈദ്യുത കാന്തിക പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ്.
- ഒരു വക്രീയ പാതയിൽ ഒരു ചലനം ഉണ്ടാകുമ്പോഴെല്ലാം വക്രത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു കേന്ദ്രീകൃത ബലം (അഭികേന്ദ്ര ബലം) ഉണ്ടാകുന്നു, ഏകീകൃത വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനത്തിൽ വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് പ്രയോഗിക്കുന്നു.
- അഭികേന്ദ്ര ബലം ഒരു പ്രത്യേക സാധാരണ ബലം അല്ല. ഏതൊരു സാധാരണ ബലത്തിനും അഭികേന്ദ്ര ബലമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനത്തിൽ സൂര്യന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം അഭികേന്ദ്ര ബലമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഒരു നൂലിൽ കെട്ടിയ കല്ലിനെ ചുഴറ്റുമ്പോൾ, ആ നൂലിലൂടെ ഒരു അഭികേന്ദ്ര ബലം കല്ലിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയെ ചുറ്റുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം ഇവിടെ അഭികേന്ദ്ര ബലമായി വർത്തിക്കുന്നു.
- ഒരു ചുഴലുന്ന പ്രതലത്തിൽ നിന്നും ചലനത്തെ വിശകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ അപകേന്ദ്ര ചലനത്തെ വിശകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ അപകേന്ദ്ര ബലം ഉാകുന്നതായി അറിയാം. ഇതൊരു മിഥ്യാബലം ആകുന്നു. വസ്തുവിന്റെ നിഷ്ക്രിയ ചലനം ചുഴലുന്ന ഫ്രെയിമിൽ അപകേന്ദ്രബലമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.
- അപകേന്ദ്ര, അഭികേന്ദ്ര ബലങ്ങളുടെ അളവ് $m\omega^2 r$. ആകുന്നു. അഭികേന്ദ്ര ബലം വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. അപകേന്ദ്ര ബലം കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും പുറത്തേക്ക് എതിർദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 158 21-07-2022 13:54:03

ആശയ ചിത്രീകരണം



XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 159 21-07-2022 13:54:04

മൂല്യ നിർണ്ണയം

25RQJ

I. ശരിയായവ തിരഞ്ഞെടുത്ത് എഴുതുക

1. ഒരു കാർ ഒരു വർത്തുളാകൃതിയിലുള്ള റോഡിൽ ഇടതു വശത്തേക്ക് പെട്ടെന്ന് തിരിയുമ്പോൾ അതിലെ യാത്രക്കാർ വലത്തോട്ടു തിരിയുന്നു. കാരണം?

(a) ദിശയാലുള്ള ജഡത്വം

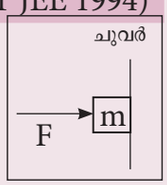
(b) ചലനത്താലുള്ള ജഡത്വം

(c) വിശ്രമ ജഡത്വം

(d) ജഡത്വമില്ലായ്മ

2. ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു ഒരു ലംബമായ ഭിത്തിയിൻമേൽ ഉറപ്പിക്കുന്നതിനായി ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ തിരശ്ചീന ദിശയിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു എങ്കിൽ ആ ബലത്തിന്റെ ന്യൂനതമം കാണുക.

(IIT JEE 1994)



(a) mg യെക്കാൾ കുറവ്

(b) mg ക്കു തുല്യം

(c) mg യേക്കാൾ കൂടുതൽ

(d) നിർവചിക്കാൻ സാധ്യമല്ല

3. ഒരു വാഹനം പോസിറ്റീവ് x ദിശയിൽ ചലിക്കുന്നു. പെട്ടെന്ന് ബ്രേക്ക് പ്രയോഗിച്ചാൽ

(a) വാഹനത്തിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഘർഷണ ബലം നെഗറ്റീവ് ദിശയിലായിരിക്കും.

(b) പോസിറ്റീവ് ദിശയിൽ ഘർഷണബലം പ്രയോഗിക്കക്ക,പ്പെടുന്നു.

(c) ഘർഭണ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നില്ല.

(d) ഘർഷണ ബലം താഴോട്ടുള്ള ദിസയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

4. ഒരു പുസ്തകം ഒരു മേശയിൻമേൽ നിശ്ചലമായിരിക്കുന്നു. മേശ ഒരു സാധാരണ ബലം ബുക്കിൻമേൽ പ്രയോഗക്കുന്നു. ഈ ബലം പ്രതിപ്രവർത്തന ബലം ആണെങ്കിൽ ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമ പ്രകാരം പ്രവർത്തന ബലം എന്താണ്?

(a) ബുക്കിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഭൂഗുരുത്വ ബലം

(b) ബുക്കിനാൽ ഭൂമിയിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം

(c) ബുക്കിനാൽ മേശയിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന സാധാരണ ബലം

(d) ഇവയിലൊന്നും അല്ല

5. രണ്ടു ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ m_1, m_2 ഇവ ഓരോ ബലം അനുഭവിക്കുന്നു. ഇവിടെ $m_1 < m_2$ എങ്കിൽ അവയുടെ ത്വരണത്തിന്റെ അനുപാതം $\frac{a_1}{a_2}$ എന്നത്

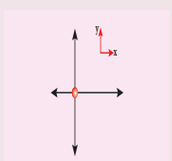
(a) 1

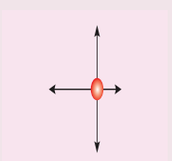
(b) 1 നെക്കാൾ കുറവ്

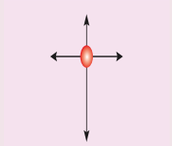
(c) 1 നെക്കാൾ കൂടുതൽ

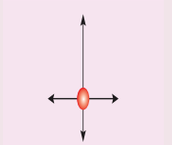
(d) മുകളിൽ പറഞ്ഞ മൂന്നും

6. നെഗറ്റീവ് y ദിശയിൽ പരിണിത ത്വലനം അനുഭവപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക് അനുയോജിച്ച ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം എഴുതുക.

a) 

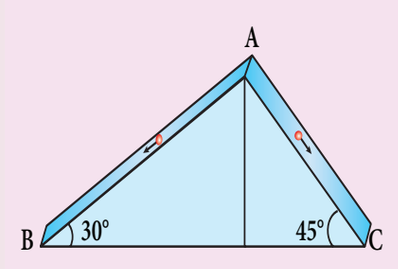
b) 

c) 

d) 

7. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു ഒരു ഇരട്ട ചായ്വു പ്രതലത്തിലൂടെ ചലിക്കുന്നു. എങ്കിൽ (ചിത്രം) അതിന്റെ ത്വരണം

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 160 21-07-2022 13:54:05



(a) AB എന്ന പാതയിൽ കൂടുതൽ ത്വരണം

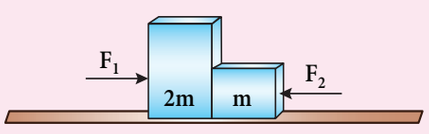
(b) AC എന്ന പാതയിൽ കൂടുതൽ ത്വരണം

(c) രണ്ടു തലങ്ങളിലും തുല്യ ത്വരണം

(d) രണ്ടു തലങ്ങളിലും ത്വരണം ഇല്ല.

8. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചതുപോലെ രണ്ടു ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ m, 2m ഒരു മിനുസമായ തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ വയ്ക്കുക. ആദ്യം ബലം F_1 ഇടതു വശത്തുനിന്നും പ്രയോഗിക്കുന്നു. രണ്ടാമതായി F_2 ബലം വലത്തു നിന്നും ഇടത്തോട്ടു പ്രയോഗിക്കുന്നു. രണ്ടു സാഹചര്യത്തിലും രണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ബലം തുല്യമാകുന്നു. എങ്കിൽ $F_1 : F_2$ എന്നത്

(Physics Olympiad 2016)



(a) 1:1 (b) 1:2

(c) 2:1 (d) 1:3

9. സ്ഥിര വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം

(a) എപ്പോഴും പൂജ്യമായിരിക്കും

(b) പൂജ്യമായിരിക്കില്ല

(c) എപ്പോഴും പൂജ്യമായിരിക്കില്ല

(d) നിർവചിക്കാൻ സാധ്യമല്ല

10. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു θ കോണിലുള്ള ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നിരിക്കട്ടെ. ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം μ_s എങ്കിൽ വസ്തുവിൻ മേൽപ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന അധികമത സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം

(a) mg

(b) $\mu_s$mg

(c) $\mu_s$mg sinθ

(d) μ_s mg cos θ

11. ഒരു പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിലൂടെ വസ്തു സ്ഥിര വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ,

(a) വസ്തുവിൻമേരരലുള്ള ആകെ പരിണിത ബലം പൂജ്യമായിരിക്കും

(b) വസ്തുവിൻമേൽ ഒരു ബലവും പ്രയോഗിക്കുന്നില്ല.

(c) ബാഹ്യ ബലം മാത്രം വസ്തുവൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു.

(d) ചലനാത്മക ഘർഷണം മാത്രം വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു.

12. ഒരു പരുപരുത്ത ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ ഒരു വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുമ്പോൾ,

(a) വസ്തുവിൻമേൽപ്രയോഗിക്കുന്ന സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണവും, ചലനാത്മക ഘർഷണവും പൂജയമായിരിക്കും

(b) സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം പൂജ്യമായിരിക്കും എന്നാൽ ചലനാത്മക ഘർഷണം പൂജ്യമാവില്ല

(c) സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം പൂജ്യമായിരിക്കില്ല എന്നാൽ ചലനാത്മക ഘർഷണം പൂജ്യമായിരിക്കില്ല

(d) സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം, ചലനാത്മക ഘർഷണം ഇവ പൂജ്യമായിരിക്കില്ല

13. അപകേന്ദ്ര ബലം ഉണ്ടാകുന്നത്?

(a) നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകളിൽ മാത്രമാണ്.

(b) ചുഴലുന്ന ഫ്രെയിമുകളിൽ മാത്രമാണ്.

(c) ത്വരണം ചെയ്യപ്പെട്ട ഫ്രെയിമുകളിൽ

(d) നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകളിലും, നിഷ്ക്രിയമല്ലാത്ത ഫ്രെയിമുകളിലും

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 161 21-07-2022 13:54:05

14. താഴെ തന്നിട്ടുള്ള വാക്യങ്ങളിൽ ശരിയായവ തിരഞ്ഞെടുത്ത് എഴുതുക.

(a) അഭികേന്ദ്ര ബലങ്ങളും അപകേന്ദ്ര ബലങ്ങളും പ്രവർത്തന വിപരീത പ്രവർത്തന ജോഡികളാണ്

(b) അഭികേന്ദ്ര ബലം ഒരു പ്രകൃതിദത്ത ബലമാണ്.

(c) അപകേന്ദ്ര ബലം ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിൽ നിന്നും ഉണ്ടായതാണ്.

(d) വർത്തുള ചലനങ്ങളിൽ അപകേന്ദ്ര ബലങ്ങൾ വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ത്രത്തിലേക്കും അഭികേന്ദ്ര ബലങ്ങൾ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും പുറത്തേക്കുമായിരിക്കും.

15. ഒരാൾ ധ്രുവ പ്രദേശത്തു നിന്നും ഭൂമദ്ധ്യ രേഖാ പ്രദേശത്തേക്കു സഞ്ചരിക്കുന്നു എങ്കിൽ അയാളുടെ മേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന അപകേന്ദ്ര ബലം

(a) കൂടുന്നു

(b) കുറയുന്നു

(c) ഒരു മാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ല

(d) കൂടുന്നു പിന്നെ കുറയുന്നു

ഉത്തരങ്ങൾ

1) a	**2)** c	**3)** a	**4)** c	**5)** c
6) c	**7)** b	**8)** c	**9)** b	**10)** d
11) a	**12)** c	**13)** b	**14)** d	**15)** a

II. ലഘു ഉത്തര പ്രശ്നങ്ങൾ

1. ജഡത്വം വിവരിക്കുക. ചലനാത്മക ജഡത്വം, നിശ്ചല ജഡത്വം, ദിശയാലുള്ള ജഡത്വം എന്നിവയ്ക്ക് രണ്ട് ഉദാഹരണങ്ങൾ വീതം എഴുതുക?
2. ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം നിയമം വിവരിക്കുക.
3. ഒരു ന്യൂട്ടൻ നിർവചിക്കുക.
4. പ്രേരണ/ പ്രചോദനം എന്നത് ആവേഗ മാറ്റം ആകുന്നു എന്നു തെളിയിക്കുക.
5. ഒരു വസ്തുവിനെ ഉന്തുന്നതിനു പകരം വലിക്കുന്നതാണ് എളുപ്പം എന്ന് ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രം ഉപയോഗിച് തെളിയിക്കുക?
6. ഘർഷണത്തിന്റെ തരങ്ങൾ വിവരിക്കുക. ഘർഷണം കുറയ്ക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന വഴികൾ നിർദ്ദേശിക്കുക?
7. സീഡോ ബലം എന്ന വാക്കുകൊണ്ട് അർത്ഥമാക്കുന്നത് എന്ത്?
8. സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെയും ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെയും എംപെറിക്കൽ നിയമം വിവരിക്കുക?
9. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമം വിവരിക്കുക?
10. എന്താണ് നിഷ്ക്രിയ ഫ്രെയിമുകൾ?
11. ഒരു നിരപ്പാക്കപ്പെട്ട വർത്തുളാകൃതിയിലുള്ള റോഡിലൂടെ പോകുന്ന കാർ സ്കിഡ് ആവുന്നതിനുള്ള നിബന്ധനകൾ ഏവ?

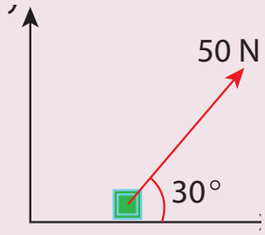
III. വിശദമായ ഉത്തര പ്രശ്നങ്ങൾ

1. രേഖീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം തെളിയിക്കുക? തോക്കിൽ നിന്നും വെടിയുണ്ട ചീറിപ്പാഞ്ഞതിനു ശേഷം തോക്കിന്റെ റീകോയിൽ പ്രവേഗം കാണുക?
2. സർവ്വസമബലങ്ങൾ എന്നാലെന്ത്? ലാമിയുടെ സിദ്ധാന്തം വിവരിക്കുക?
3. രണ്ടു ബ്ലോക്കുകൾ ഒരു നൂലിനാൽ ബന്ധിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ചലനം വിവരിക്കുക. i) ലംബ ചലനം ii) തിരശ്ചീന ചലനം.
4. ഘർഷണത്തിന്റെ ഉൽപ്പത്തിയെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കുക. ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഘർഷണ കോൺ വിശ്രമ കോണിനു തുല്യം എന്നു തെളിയിക്കുക.
5. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നു നിയമങ്ങളും നിർവ്വചിച്ച് അവയുടെ പ്രാധാന്യം വിവരിക്കുക?
6. അപകേന്ദ്ര ബലങ്ങളുടെയും അഭികേന്ദ്ര ബലങ്ങളുടെയും സമാനതകളും വ്യത്യാസങ്ങളും വിശദീകരിക്കുക?
7. അപകേന്ദ്രബലം ഉദാഹരണ സഹിതം വിശദീകരിക്കുക.
8. റോളിംഗ് ഘർഷണം ചുരുക്കി വിവരിക്കുക?
9. വിശ്രമ കോൺ കാണുന്നതിനുള്ള വഴികൾ വിവരിക്കുക?
10. റോഡിന്റെ ഇരുവശങ്ങളും ഉയർത്തുന്നതിന്റെ ആവശ്യകത എന്ത്?
11. ഭൂമിയിലേക്കുള്ള ചന്ദ്രന്റെ അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം കാണുക?

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 162 21-07-2022 13:54:06

V. സംഖ്യാ പ്രശ്നങ്ങൾ

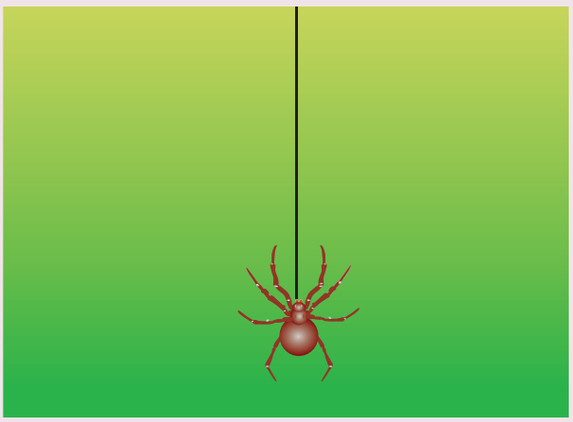
1. 50N ബലം 20 കി.ഗ്രാം വസ്തുവിൻമേൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ പ്രയോഗിക്കുന്നു എങ്കിൽ x, y ദിശകളിൽ വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം കാണുക.



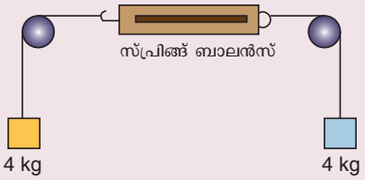
ഉത്തരം: a_x=2.165 മീ.സെക്കന്റ്$^{-2}$; a_y=1.25 മീ.സെക്കന്റ്$^{-2}$

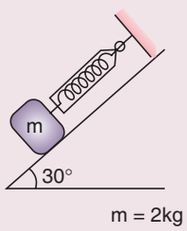
2. 50 ഗ്രാം ഭാരമുള്ള ഒരു ചിലന്തി അതിന്റെ വലയിലുള്ള നൂലിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നു എങ്കിൽ ആ നൂലിന്റെ ടെൻഷൻ കാണുക?

ഉത്തരം: T=0.49N



3. സ്പ്രിങ്ങ് ബാലൻസിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന അളവ് കാണുക?





ഉത്തരം: Zero, 9.8 N

4. ഭൗതിക ശാസ്ത്ര പുസ്തകങ്ങൾ ഒന്നിനു മുകളിൽ മറ്റൊന്നായി ഇപ്രകാരം ശ്രേണീരീതിയിൽ മേശയിൽ അടുക്കി വച്ചിരിക്കുന്നു: +1 വോളിയം 1, 2; +2 വോളിയം 1, 2.

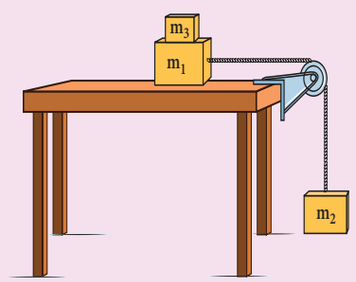
a) ഓരോ പുസ്തകത്തിൻമേലും പ്രയോഗിക്കുന്നബലങ്ങൾതിരിച്ചറിയുക,അവയുടെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം വരയ്ക്കുക.

b) ഓരോ പുസ്തകവും മറ്റൊന്നിൻ മേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ.

5. ഒരു നൂലിൽ കെട്ടിയിരിക്കുന്ന ബോബ് മുന്നിലോട്ടും പിന്നിലോട്ടും ദോലനം ചെയ്യുന്നു. ബോബിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തെ രണ്ടു ഘടകങ്ങളായി പിരിക്കുക, എങ്കിൽ ഒരു പ്രത്യേക കോൺ θ. യിൽ ബോബിൻമേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ത്വരണം കാണുക

ഉത്തരം: ടാൻജൻഷ്യൽ ത്വരണം = g $\sin\theta$;
അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം = $\frac{(T-mg\cos\theta)}{m}$.

6. m_1, m_2 എന്നീ ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ ഒരു കയറിനാൽ ബന്ധിപ്പിച്ച് ഘർഷണമില്ലാത്ത ഒരു കപ്പിയിലൂടെ കടത്തിയിരിക്കുന്നു. കപ്പി ഒരു മേശയുടെ അഗ്രത്തിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.എങ്കിൽവസ്തുവിനുംമേശക്കുംഇടയിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം μ_s ചലനം നടക്കാതിരിക്കാനായിm_1ൽ വയ്ക്കേണ്ട കുറഞ്ഞ ഭാരം m_3 കാണുക m_1=15 കി.ഗ്രാം, m_2=10 കി.ഗ്രാം, m_3=25, μ_s =0.2

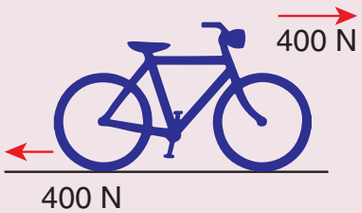


ഉത്തരം: $m_3 = \frac{m_2}{\mu_s} - m_1$, ആകുമ്പോൾ ആകെ ദ്രവ്യമാനംm_1+m_3 രണ്ടും ചേർന്നു ചലിക്കുന്നു.

7. ചിത്രം 1,2 ൽ കാണിച്ചതുപോലെ 25 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു സൈക്കിളിന്റെ ത്വരണം കാണുക?.

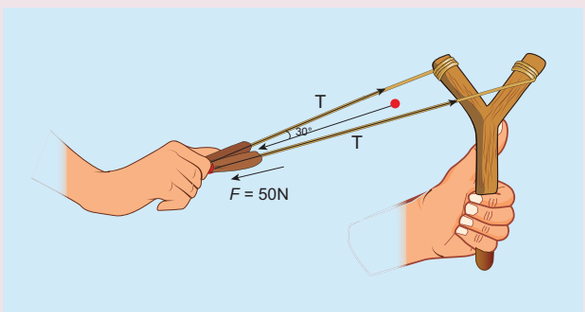
XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 163 21-07-2022 13:54:07





ഉത്തരം: a=4 ms^{-2},പൂജ്യം

8. ഒരു സ്ലിംഗ് ഷോട്ടിന്റെ (ഞാൺ) സ്ട്രിംഗിൻമേലുള്ള ടെൻഷൻ ലാമിസ് സിദ്ധാന്തമുപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കുക?



ഉത്തരം: T= 28.868N.

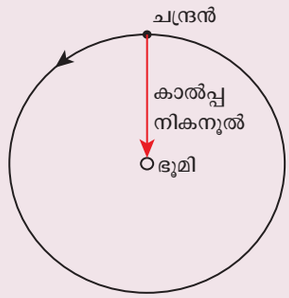
9. ഒരു കാൽപന്തു കളിക്കാരൻ 0.8 കി.ഗ്രാം ഭാരമുള്ള കാൽപന്തിനെ 12 മീ.സെക്കന്റ്$^{-1}$ പ്രവേഗത്തിൽ തട്ടി വീശുന്നു. കാലിനും പന്തിനും തമ്മിലുള്ള സമ്പർക്കത്തിന്റെ കാലയളവ് ഒരു സെക്കന്റിൽ ആറിൽ ഒന്ന് മാത്രമാണ്. എങ്കിൽ പന്തിനെ തട്ടാൻ എടുത്ത ശരാശരി ബലം കാണുക?

ഉത്തരം: 576N.

10. 1 മീറ്റർ നീളമുള്ള ഒരു കയറിൻമേൽ 2 ഗ്രാം ഭാരമുള്ള ഒരു കല്ലിനെ കെട്ടിയിരിക്കുന്നു. ആ കയറിന് അനുഭവപ്പെടുന്ന അധികമത ടെൻഷൻ 200 N ചുഴറ്റുന്ന സമയത്ത് കയറിന്റെ അഗ്രത്തിൽ കെട്ടിയിരിക്കുന്ന കല്ലിന്റെ അധികമത വേഗത കാണുക?

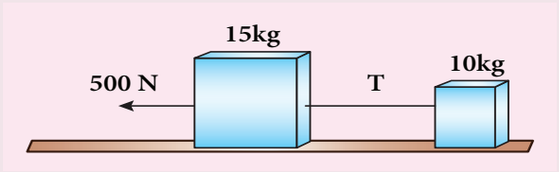
ഉത്തരം: v_{max}=10ms^{-1}

11. ചന്ദ്രനും ഭൂമിക്കും ഇടയിലുള്ള ഭൂഗുരുത്വ ബലത്തെ ഒരു കാൽപ്പനിക നൂലിനാൽ ബന്ധിപ്പിച്ചാൽ ഭൂമിയുടെ അഭികേന്ദ്ര ബലത്താൽ ആ നൂലിൻമേലുള്ള ടെൻഷൻ കാണുക? (ചന്ദ്രന്റെ ദ്രവ്യമാനം = 7.34×10^{22} ചന്ദ്രനും ഭൂമിക്കും ഇടയിലുള്ള ദൂരം = 3.84×10^{8} m)



ഉത്തരം: $T \approx 2 \times 10^{20} N$.

12. 15 കി.ഗ്രാം, 10 കി.ഗ്രാം എന്നീ ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ നേരിയ നൂലിനാൽ ബന്ധിച്ച് ഒരു മിനുസമുള്ള തറയിൽ വച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു തിരശ്ചീന ബലം F=500 N ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു എങ്കിൽ നൂലിൻമേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ടെൻഷൻ ബലം കാണുക?



ഉത്തരം: $T = 200N$.

13. ജനങ്ങൾ എപ്പോഴും പറയാറുള്ളത് എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും തുല്യവും വിപരിതവുമായ ഒരു ബലം ഉണ്ട് എന്ന്. ഇവിടെ അവർ ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തിയാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമം മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തികളെ സാദൃകരിക്കുന്നതാണോ? ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമത്തിലെ ആക്ഷൻ എന്താണ്? ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാമത്തെ നിയമം ആധാരമാക്കി നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായങ്ങൾ എഴുതുക.

ഉത്തരം: ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാമത്തെ നിയമം ഭൗതിക ബലത്തെ ഉൾപ്പെടുത്തിയ മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തികൾക്ക് ബാധകമാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം നിയമം മനുഷ്യന്റെ മനശാസ്ത്രപരമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും വിചാരങ്ങൾക്കും പ്രായോഗികമല്ല.

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 164 21-07-2022 13:54:07

14. ഒരു കാർ 50 മീ.സെക്കന്റ്$^{-1}$ എന്ന വേഗത്തിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ ഒരു വർത്തുളാകൃതിയിലുള്ള വക്രതാവ്യാസാർത്ഥം 10 മീ. ഉള്ള റോഡിൽ വച്ച് വളവു തിരിയുന്നു. എങ്കിൽ 60 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരാൾ ആ കാറിൻമേൽ ഇരിക്കുന്നു എങ്കിൽ അയാൾ അനുഭവിക്കുന്ന അഭികേന്ദ്ര ബലം കാണുക?

ഉത്തരം: 15,000 N

15. ഒരു നീളമുള്ള വടി ഒരു തലത്തിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്നു. ഒരാൾ വടിയിൽ നിന്നും 10 മീ. അകലത്തിൽ നിൽക്കുന്നു. 0.5 ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിനെ എത്ര ന്യൂനതമ വേഗതയിൽ എറിഞ്ഞാൽ അത് ആ വടിയെ തട്ടുന്നു. (ചലനാത്മക ഘർഷണത്തിന്റെ ഗുണാങ്കം 0.7 എന്നു കരുതുക).

ഉത്തരം: 11.71 ms^{-1}

പരാമർശ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ

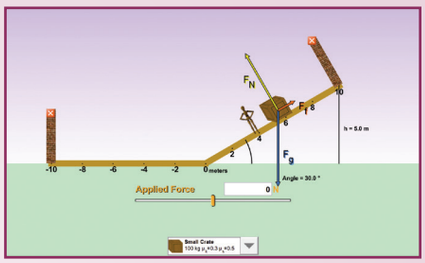
1. Charles Kittel, Walter Knight, Malvin Ruderman, Carl Helmholtz and Moyer, *Mechanics,* 2nd edition, Mc Graw Hill Pvt Ltd,
2. A.P.French, *Newtonian Mechanics,* Viva-Norton Student edition
3. SomnathDatta, *Mechanics,* Pearson Publication
4. H.C.Verma, *Concepts of physics* volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publishers
5. Serway and Jewett, *Physics for scientist and Engineers with modern physics*, Brook/Coole publishers, Eighth edition
6. Halliday, Resnick & Walker, *Fundamentals of Physics*, Wiley Publishers, 10th edition

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 165 21-07-2022 13:54:08

ICT കോർണർ

ബലവും ചലനവും

ഈ പ്രവർത്തനം മൂലം കുട്ടികൾക്ക് ബലവും ചലനവും മനസ്സിലാവുന്നു.



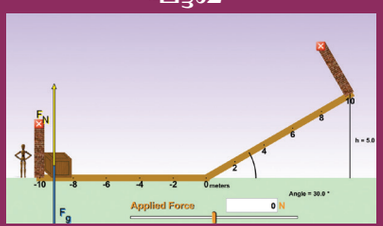
ചുവടുകൾ:

- ബ്രൗസർ തുറന്ന് വിലാസബാറിൽ PhET ബലവും ചലനവും എന്ന് ടൈപ്പ് ചെയ്യുക. സിമുലേഷൻ ടാബ് ഉപയോഗിച്ച് പ്ലേ ക്ലിക്ക് ചെയ്യുക.
- പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലത്തിന്റെ മൂല്യം തിരഞ്ഞെടുത്ത് മാറ്റം നിരീക്ഷിക്കുക.
- വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം മാറ്റി റാമ്പിന്റെ കോണത്തിലുണ്ടാവുന്ന മാറ്റം നിരീക്ഷിക്കുക.
- ഭാരം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി ബലത്തിന്റെയും റാമ്പിന്റെ കോണിന്റെയും മാറ്റങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുക.

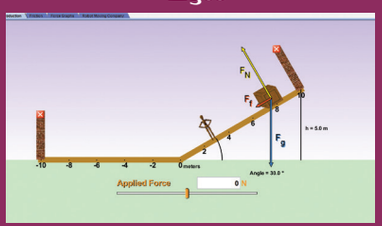
ഘട്ടം1



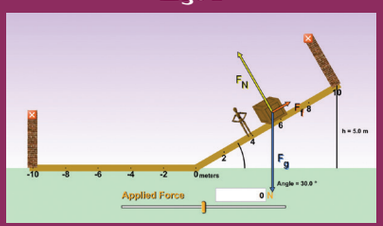
ഘട്ടം2



ഘട്ടം3



ഘട്ടം4



PhET സിമുലേഷൻസ് URL:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/ramp-forces-and-motion

* ചിത്രങ്ങൾ സൂചനകൾ മാത്രം.

* ബ്രൗസറിന് ആവശ്യമെങ്കിൽ പേജ് ലോഡ് ചെയ്യാൻ ഫ്ളാഷ് പ്ലേയർ അല്ലെങ്കിൽ ജാവ സ്ക്രിപ്റ്റ് അനുവദിക്കുക.

BG1H9

XI Std Physics Chapter-3 Vol-1 Malayalam.indd 166 21-07-2022 13:54:09

അദ്ധ്യായം

4

പ്രവൃത്തി, ഊർജം, ക്ഷമത (പവർ)

"ദ്രവ്യം ഊർജ്ജമാണ് ഊർജം പ്രകാശമാണ് നാം പ്രകാശ ആശ്രിതരാണ് " – ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ

പഠന ലക്ഷ്യങ്ങൾ

ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ കുട്ടികൾക്ക് പരിചയപ്പെടുത്തുന്നത്

- പ്രവൃത്തിയുടെ നിർവ്വചനം
- സ്ഥിര മറ്റും വ്യതിയാന ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി
- ഊർജ്ജത്തിന്റെ വിവിധ തരങ്ങൾ
- ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം
- ലംബ വ്യത്താകാര ചലനം
- ക്ഷമതയുടെ നിർവ്വചനം
- കൂട്ടിമുട്ടലിന്റെ വിവിധ തരങ്ങൾ

8GPTA

4.1 ആമുഖം

നിത്യ ജീവിതത്തിൽ നാം പ്രവൃത്തി എന്നപദം പല സന്ദർഭങ്ങളിലും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഇത് ശാരീരികവും മാനസികവുമായ പ്രവൃത്തിയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. സത്യത്തിൽ യാതൊരു പ്രവർത്തനത്തെയും സാധാരണയായി പ്രവൃത്തി എന്നു പറയാം. എന്നാൽ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രവൃത്തി എന്നത് കൂടുതൽ കൃത്യതയോടെ നിർവ്വചിച്ചിട്ടുണ്ട്. ബലത്തിനു വിധേയമായി ഒരു വസ്തുവിന് സ്ഥാനാന്തരമുണ്ടാകുമ്പോഴാണ് പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്നത്. പ്രവൃത്തി ചെയ്യാൻ ഊർജ്ജം ആവശ്യമാണ്. പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള കഴിവിനെയാണ് ഊർജ്ജം എന്നു നിർവ്വചിക്കുന്നത്. അതിനാൽ പ്രവർത്തിയും ഊർജ്ജവും തുല്യവും ഒരേ ഡൈമൻഷൻ ഉള്ളതുമാകുന്നു. ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഊർജ്ജം വിവിധ അവസ്ഥകളിൽ കാണുന്നു. അതായത് യാന്ത്രികോർജ്ജം, വൈദ്യുതോർജ്ജം, താപോർജ്ജം, ആണവോർജം എന്നിങ്ങനെ പലതരമുണ്ട്. ധാരാളം യന്ത്രങ്ങൾ ഒരുതരം ഊർജ്ജത്തെ മറ്റൊരു തരം ഊർജ്ജമായി മാറ്റുന്നു. ഈ അ≠്യായത്തിൽ നാം മുഖ്യമായി യാന്ത്രിക ഊർജ്ജത്തിന്റെ വകഭേദങ്ങളായ സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെക്കുറിച്ചും ഗതികോർജ്ജത്തെക്കുറിച്ചും പഠിക്കുന്നു. അടുത്തതായി ചർച്ച ചെയ്യുന്നത് പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്ന നിരക്കിനെക്കുറിച്ചാണ്. പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്ന നിരക്കിനെ പവർ (ക്ഷമത) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ക്രിക്കറ്റിൽ കിട്ടുന്ന ശക്തമായ അടി സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പന്തിൽ ഏർപ്പെടുന്ന ശക്തമായ നിരക്കിലുള്ള പ്രഹരമാണ്. പ്രവൃത്തി, ഊർജ്ജം, പവർ എന്നീ മൂന്നു ഭൗതിക അളവുകളെപ്പറ്റി ധാരണ വികസിപ്പിക്കുക എന്നതാണ് ഈ അദ്ധ്യായത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം.

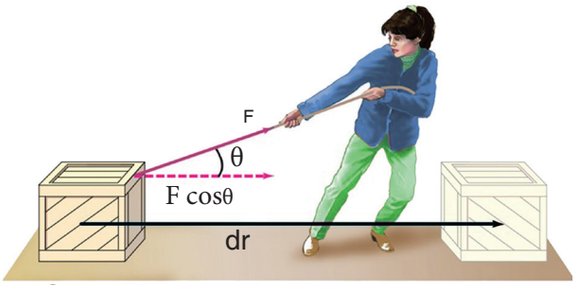
4.1.1 പ്രവൃത്തി

ഒരു വസ്തു ($\vec{F}$) എന്നു ബലത്തിനു വിധേയമായി ($d\vec{r}$) എന്ന സ്ഥാനാന്തരം ഉണ്ടാക്കുന്നതായി കരുതുക (ചിത്രം 4.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു).

ഗണിത ശാസ്ത്രപരമായി പ്രവൃത്തിയുടെ (W) സമവാക്യം താഴെ പറയുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം,

$$W = \vec{F} \cdot d\vec{r} \qquad (4.1)$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 167 21-07-2022 19:05:09



ചിത്രം 4.1 ബലത്തിന്റെ സ്വാധീനത്താൽ ഏർപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി.

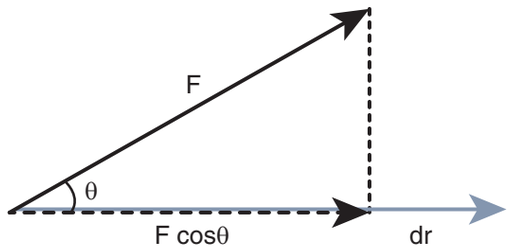
ഇവിടെ ഗുണനം $\vec{F} \cdot d\vec{r}$ എന്നത് അദിശ ഗുണനമാണ്. ഇവിടെ രണ്ടു സദിശങ്ങളെ തമ്മിൽ ഗുണിക്കുമ്പോൾ ഒരു അദിശം ഗുണനഫലമായി കിട്ടുന്നു. അതിനാൽ പ്രവൃത്തി അദിശമാണ്. അതായത് ഇതിന് അളവ് മാത്രമേയുള്ളു, ദിശ ഇല്ല. SI വ്യവസ്ഥയിൽ പ്രവൃത്തിയുടെ മാത്ര N m അല്ലെങ്കിൽ ജൂൾ (J) പ്രവൃത്തിയുടെ ഡൈമെൻഷൻ ഫോർമുല $[ML^2T^{-2}]$ ആകുന്നു.

സമവാക്യം (4.1) എന്നത്,

$$W = F\, dr \cos\theta \qquad (4.2)$$

ഇത് ചിത്രം 4.2 ൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കാം. $(\vec{a} \cdot \vec{b} = ab\cos\theta)$, θ എന്നത് ബലത്തിനും സ്ഥാനാന്തരണത്തിനുംഇടയിലുള്ളകോൺആകുന്നു.ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി സ്ഥാനാന്തരണ പരിമാണത്തിന്റെയും സ്ഥാനാന്തരണ ദിശയിലെ ബലത്തിന്റെ ഘടകത്തിന്റെയും ഗുണന ഫലമായി നിർവ്വചിക്കാം.

പ്രവൃത്തി ബലത്തിനെയും സ്ഥാനാന്തരത്തെയും അവയ്ക്കിടയിലെ കോണിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.



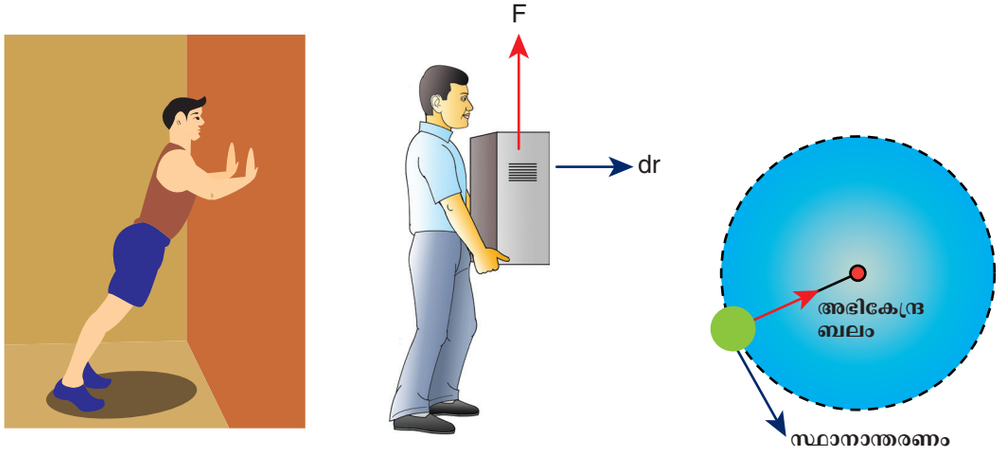
w = (F cosθ)dr

ചിത്രം 4.2 പ്രവൃത്തി കണ്ടുപിടിക്കൽ.

താഴെ പറയുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ പ്രവൃത്തി പൂജ്യമാകുന്നു.

(i) **ബലം പൂജ്യമാണെങ്കിൽ (F = 0).** ഉദാഹരണമായി ബലം പൂജ്യമാണെങ്കിൽ മിനുസമായ പ്രതലത്തിലൂടെ തിരശ്ചീനമായി ചലിക്കുന്ന ഒരുവസ്തുവിന്യാതൊരുതിരശ്ചീനബലവും പ്രയോഗിക്കാതെ വലിയ സ്ഥാനാന്തരണം ഉണ്ടാകുന്നു. (ഘർഷണം ഇല്ലാത്തതിനാൽ) (ഇത് ഒരു മാതൃകാപരമായ സന്ദർഭമാണ്).

(ii) **സ്ഥാനാന്തരണം പൂജ്യമാണെങ്കിൽ(dr=0).** ഉദാഹരണമായിദൃഢമായ ഒരു മതിലിൽ തള്ളിയാൽ, മതിലിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം സ്ഥാനാന്തരണം ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല. അതിനാൽ ചിത്രം 4.3(a) യിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ പ്രവൃത്തി പൂജ്യമായിരിക്കും.



ചിത്രം 4.3 പ്രവൃത്തി പൂജ്യം ആകുന്ന വിവിധ സന്ദർഭങ്ങൾ

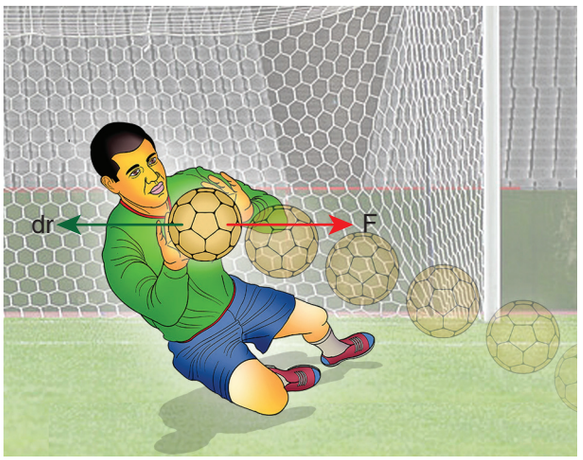
XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 168 21-07-2022 19:05:11

(iii) **ബലവും സ്ഥാനാന്തരവും ലംബമായാൽ ($\theta = 90^o$)** ഒരു തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽ ഗുരുത്വാകർഷണബലം യാതൊരു പ്രവൃത്തിയും ചെയ്യുന്നില്ല. കാരണം സ്ഥാനാന്തരം ബലത്തിനു ലംബമായി പ്രവൃത്തിക്കുന്നതിനാലാണ് ചിത്രം 4.3(b). വർത്തുളചലനത്തിൽ വസ്തു വൃത്താകാര പാതയിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ അഭികേന്ദ്രബലവും സ്ഥാനാന്തരവും ലംബമായതിനാൽ പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. ചിത്രം 4.3(c).

ഒരു നിശ്ചിത ബലത്തിനും (F) സ്ഥാനാന്തരണത്തിനും (dr) അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ (θ) പ്രവൃത്തിയുടെ മൂല്യത്തെ നിർണ്ണയിക്കുന്നു. ഇത് പട്ടിക (4.1) ൽ ഏകികരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ബലത്തിനാൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി നെഗറ്റീവായിരിക്കുന്നതിന് പല ഉദാഹരണങ്ങളുണ്ട്. പന്തു കളിയിൽ ഗോളി തനിക്കു നേരെ വരുന്ന പന്തിനെ പിടിക്കുമ്പോൾ പന്തിന്റെ ചലനത്തിന് എതിരായ ഒരു ബലം പ്രയോഗിച്ച് പന്തിനെ നിശ്ചലമാക്കുന്നു. അയാൾ പന്തിൻമേൽ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി നെഗറ്റീവാണ്. ഇത് ചിത്രം 4.4 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതുപോലുള്ള നിരവധി സാഹചര്യങ്ങൾ നമുക്ക് ഈ അണ്ഡ്യായത്തിൽ ചർച്ച ചെയ്യാം.

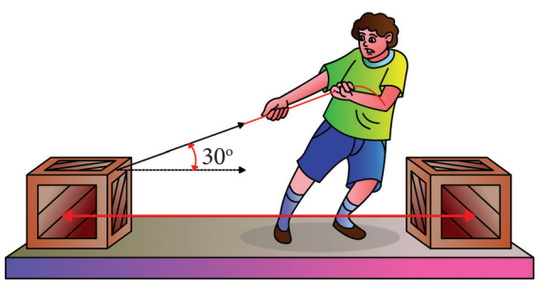
RWE2M



ചിത്രം 4.4 നെഗറ്റീവ് പ്രവൃത്തി.

ഉദാഹരണം 4.1

ഒരു പെട്ടിയിൽ 25 N ബലം പ്രയോഗിച്ച് വലിക്കുമ്പോൾ 15 m സ്ഥാനാന്തരണം ഉണ്ടാകുന്നു. ബലത്തിനും സ്ഥാനാന്തരണത്തിനും ഇടയിലുള്ള കോൺ 30° ആണെങ്കിൽ ബലത്തിനാൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി എത്ര.



നിഗ്ലണ്ട ാരണം

ബലം, F = 25 N

സ്ഥാനാന്തരം, dr = 15 m

F നും dr നും, ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ $\theta = 30^o$

പട്ടിക 4.1 കോൺ θ യും പ്രവൃത്തിയുടെ സ്വഭാവവും

കോൺ (θ)	cosθ	പ്രവൃത്തി
$\theta = 0^o$	1	പോസിറ്റീവ് അധികം
$0 < \theta < 90^o$ (ന്യൂനകോൺ)	$0 < \cos\theta < 1$	പോസിറ്റീവ്
$\theta = 90^o$ (ലംബകോൺ)	0	പൂജ്യം
$90^o < \theta < 180^o$	$-1 < \cos\theta < 0$	നെഗറ്റീവ്
$\theta = 180^o$	-1	നെഗറ്റീവ്, അധികം

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 169 21-07-2022 19:05:11

പ്രവൃത്തി , $W = F\,dr\cos\theta$

$$W = 25\times15\times\cos30^\circ = 25\times15\times\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$W = 324.76\ \text{J}$$

4.1.2 സ്ഥിരബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി

ഒരു സ്ഥിരമായ ബലം F ഒരു വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ചെറിയ പ്രവൃത്തി (dW) dr എന്ന ചെറിയ സ്ഥാനാന്തരണത്തെ ഏർപ്പെടുത്തുന്നതിനെ ഇങ്ങനെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

$$dW = \left(F\cos\theta\right)\,dr \qquad (4.3)$$

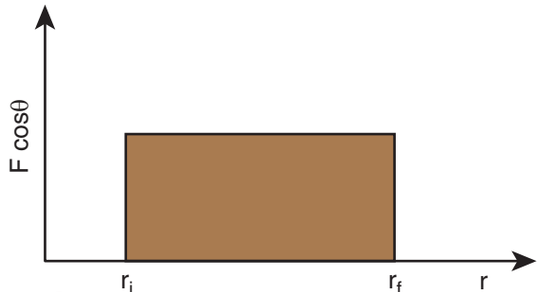
ആരംഭ സ്ഥാനം $\mathbf{r}_i$ ൽ നിന്നും അന്ത്യസ്ഥാനം $\mathbf{r}_f$ ലേക്ക് സ്ഥാനാന്തരണം ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ ആവശ്യമായ ആകെ പ്രവൃത്തി

$$W = \int_{r_i}^{r_f} dW \qquad (4.4)$$

$$W = \int_{r_i}^{r_f}\left(F\cos\theta\right)\,dr = \left(F\cos\theta\right)\int_{r_i}^{r_f} dr =$$

$$(F\cos\theta)\left(r_f - r_i\right) \qquad (4.5)$$

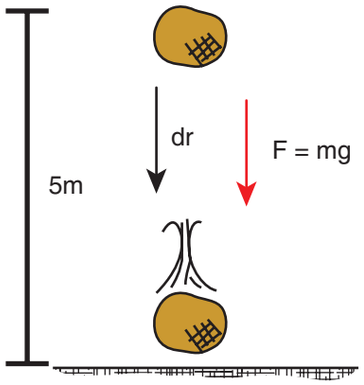
സ്ഥിര ബലത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവൃത്തിയുടെ ഗ്രാഫിക്കൽ ചിത്രീകരണം 4.5 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഗ്രാഫിലെ സമാന്തര രേഖയുടെ അടിയിലുള്ള പരപ്പളവ് സ്ഥിര ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തിക്ക് സമമായിരിക്കും.



ചിത്രം 4.5 സ്ഥിര ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി

ഉദാഹരണം 4.2

2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു 5 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽനിന്നും തറയിലേക്ക് പതിക്കുന്നു. ഗുരുത്വ ബലത്താൽ ആ വസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി എന്താണ്? (വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം അവഗണിക്കുക $g = 10\ \text{m s}^{-2}$ എന്നു കരുതുക)



നിഗ്ഗണ്ടാരണം

ഇവിടെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം ഗുരുത്വാകർഷണ ബലമാണ് ($m\vec{g}$). ഇത് ഒരു സ്ഥിര ബലമാണ്. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി.

$$W = \int_{r_i}^{r_f}\vec{F}\cdot d\vec{r}$$

$$W = \left(F\cos\theta\right)\int_{r_i}^{r_f} dr = (mg\cos\theta)\,(r_f - r_i).$$

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ വസ്തു താഴോട്ടു പതിക്കുന്നതിനാൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന്റെ ($\vec{F} = m\vec{g}$) അതേ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ $\theta = 0^\circ;\ \cos0^\circ = 1$ സ്ഥാനാന്തരം $\left(r_f - r_i\right) = 5\,\text{m}$

$$W = mg\left(r_f - r_i\right)$$

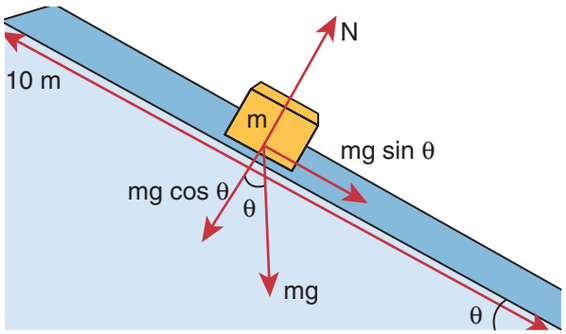
$$W = 2\times10\times5 = 100\ \text{J}$$

ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ വസ്തുവിൻമേൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പോസിറ്റീവാണ്.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 170 21-07-2022 19:05:14

ഉദാഹരണം 4.3

30^0 കോണമുള്ള ഘർഷണം ഇല്ലാത്ത ഒരു ചരിവു തലത്തിൽ1 കിലോഗ്രാംദ്രവ്യമാനമുള്ളഒരുവസ്തു മുകളിൽ നിന്നും താഴോട്ടു തെന്നി നീങ്ങുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ചരിവു പ്രതലത്തിന്റെ നീളം 10 മീറ്റർ. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താലും വസ്തുവിലുണ്ടാകുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനത്താലും ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവൃത്തി കാണുക. ഗുരുത്വ ത്വരണം $g = 10\ m\ s^{-2}$ എന്നു കരുതുക.



നിഗ്മനരീതി

ചരിഞ്ഞ ഒരു തലത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന ത്വരണം $g\sin\theta$ ആണെന്ന് കഴിഞ്ഞ അണ്ടർഗ്രേഡിൽ നാം പഠിച്ചു.

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമമനുസരിച്ച്, ഒരു ചരിഞ്ഞ തലത്തിലുള്ള വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം $F = mg\sin\theta$. വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തിലുടനീളം ബലം സ്ഥിരമായിരിക്കും.

ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിൽ തിരശ്ചീന ഘടകത്താൽ ($\left(mg\ \sin\theta\right)$) ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി

$$W = \vec{F}.d\vec{r} = Fdr\cos\phi$$

ϕ എന്നത് ബലം $(mg\ \sin\theta)$ ക്കും (dr) ന്റെ ദിശയ്ക്കും ഇടയിലുള്ള കോണാണ്. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ ബലം $(mg\ \sin\theta)$ സ്ഥാനാന്തരണവും (dr) ഒരേദിശയിലാണ്. അതുകൊണ്ട് $\phi = 0$, $\cos\phi = 1$

$$W = F\ dr = (mg\ \sin\theta)\ (dr)$$

(dr = എന്നത് ചരിവു തലത്തിന്റെ നീളമാണ്.)

$$W = 1 \times 10 \times \sin(30°) \times 10 = 100 \times \frac{1}{2} = 50\ J$$

$mg\cos\theta$ എന്നഘടകവും,പ്രതിപ്രവർത്തനബലം N ഉം വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തിനു ലംബമായതിനാൽ യാതൊരു പ്രവൃത്തിയും ചെയ്യുന്നില്ല.

ഉദാഹരണം 4.4

2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ തറയിൽ നിന്നും മുകളിലോട്ട് എറിയുന്നു. വസ്തു 5 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ എത്തിയശേഷം ഭൂമിയിലേക്ക് പതിക്കുന്നു. (വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം അവഗണിച്ചാൽ)

(a) വസ്തു 5 മീറ്റർ ഉയരത്തിലെത്തുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി കാണുക.

(b) വസ്തു ഭൂമിയിലേക്ക് തിരിച്ചു വരുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി കാണുക.

(c) മുകളിലോട്ടും താഴോട്ടുമുള്ള ചലനത്തിൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട ആകെ പ്രവൃത്തി കാണുക. ഫലത്തിന്റെ ഭൗതിക പ്രാധാന്യം വിലയിരുത്തുക.

നിർദ്ധാരണം

വസ്തു മുകളിലേക്ക് ചലിക്കുമ്പോൾ, സ്ഥാനാന്തരത്തിന്റെ ദിശ മുകളിലോട്ടും ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ ദിശ താഴോട്ടുമായിരിക്കും. അതിനാൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിനും സ്ഥാനാന്തരത്തിനും ഇടയിലുള്ള കോൺ $180°$.

(a) മുകളിലോട്ട് ചലിക്കുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി.

തന്നിട്ടുള്ളവ $dr = 5m$, $F = mg$

$$W_{\text{മുകളിൽ}} = Fdr\ cos\theta = mgdr\ \cos180°$$

$$W_{\text{മുകളിൽ}} = 2 \times 10 \times 5 \times (-1) = -100 \text{ ജൂൾ.}$$

$[\cos 180° = -1]$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 171 21-07-2022 19:05:17

(b) വസ്തു താഴോട്ട് പതിക്കുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും സ്ഥാനാന്തരണവും ഒരേ ദിശയിലായിരിക്കും. അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ 0°.

$$W_{\text{താഴെ}} = Fdr\cos 0°$$
$$W_{\text{താഴെ}} = 2\times 10\times 5\times(1) = 100 \text{ ജൂൾ}$$
$$[\cos 0° = 1]$$

(c) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട ആകെ പ്രവൃത്തി

$$W_{\text{ആകെ}} = W_{\text{മുകളിൽ}} + W_{\text{താഴെ}}$$
$$= -100 \text{ ജൂൾ} + 100 \text{ ജൂൾ} = 0$$

ഇതിൽ നിന്നും ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം വസ്തുവിൻമേൽ യാതൊരു പ്രവൃത്തിയും ചെയ്യുന്നില്ല എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വസ്തുവിനെ മുകളിലോട്ട് എറിയുമ്പോൾ, ബാഹ്യ ഏജൻസി വസ്തുവിലോട്ട് നൽകുന്ന ഊർജ്ജം വസ്തുവിന് കിട്ടുന്നു. വസ്തു താഴോട്ടു പതിച്ച് ഭൂമിയിൽ എത്തുമ്പോൾ വസ്തുവിന് ലഭിച്ച ഊർജ്ജം ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിലോട്ട് കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നു. (അതായത് ഭൂമിയിലോട്ട് ചിതറുന്നു).

ഉദാഹരണം 4.5

ഒരു ഭാരോദ്വഹകൻ 250 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ 5000 N ബലത്താൽ 5 m ഉയരത്തിൽ എത്തിക്കുന്നു

(a) ഭാരോദ്വഹകൻ ചെയ്ത പ്രവൃത്തി എന്താണ്?
(b) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്ത പ്രവൃത്തി എന്താണ്?
(c) വസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെട്ട ആകെ പ്രവൃത്തി എന്താണ്?

നിഗ്ഗണ്ടാരണം

(a) ഭാരോദ്വഹകൻ വസ്തുവിനെ ഉയർത്തുമ്പോൾ ബലവും സ്ഥാനാന്തരവും ഒരേ ദിശയിലായതിനാൽ കോൺ $\theta = 0^0$ ഭാരോദ്വഹകൻ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി

$$W_{\text{ഭാരോദ്വഹകൻ}} = F_w h\ \cos\theta = F_w h\left(\cos 0^0\right)$$
$$= 5000\times 5\times(1) = 25{,}000 \text{ ജൂൾ} = 25 \text{ kJ}$$

(b) ഭാരോദ്വഹകൻ വസ്തുവിനെ ഉയർത്തുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണം താഴോട്ടായതാൽ ബലവും സ്ഥാനാന്തരണവും എതിർ ദിശയിൽ ആയതിനാൽ അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ $\theta = 180^0$

$$W_{\text{ഭാരോദ്വഹകൻ}} = F_g h\ \cos\theta = mgh\left(\cos 180^0\right)$$
$$= 250\times 10\times 5\times(-1)$$
$$= -12{,}500 \text{ ജൂൾ} = -12.5 \text{ kJ}$$

(c) വസ്തുവിൻമേൽ ചെയ്ത ആകെ പ്രവൃത്തി

$$W_{\text{ആകെ}} = W_{\text{ഭാരോദ്വഹകൻ}} + W_{\text{ഗുരുത്വാകർഷണം}}$$
$$= 25 \text{ kJ} - 12.5 \text{ kJ} = +12.5 \text{ kJ}$$

4.1.3 വ്യതിയാന ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി

വ്യതിയാന ബല(F)ത്തിന്റെ ഒരു ഘടകം ഒരു വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ വളരെ ചെറിയ സ്ഥാനാന്തരം dr ഉണ്ടാകുന്നു. ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തിയും വളരെ ചെറുതായിരിക്കും. dw, dr, F ന്റെ ഘടകത്തിനും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

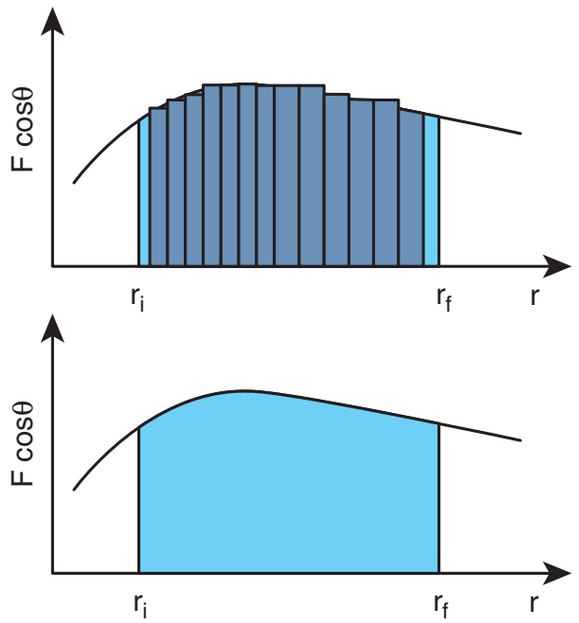
$$dW = \left(F\cos\theta\right)dr$$
[F cos θ എന്നത് വ്യതിയാന ബലം F ന്റെ ഘടകമാണ്]

ഇവിടെ F ഉം θ യും വ്യതിയാനങ്ങളാണ്. ആരംഭബിന്ദു r_i യിൽ നിന്നും അന്ത്യബിന്ദു r_f വരെയുള്ള ആകെ പ്രവത്തി,

$$W = \int_{r_i}^{r_f} dW = \int_{r_i}^{r_f} F\cos\theta\ dr \qquad (4.6)$$

വതിയാനബലംചെയ്യുന്നപ്രവൃത്തിയുടെഗ്രാഫിക്കൽ ചിത്രികരണം ചിത്രം 4.6 ൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്. വക്രരേഖയുടെ താഴെയുള്ള പരപ്പളവ് വ്യതിയാന ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിക്ക് സമമായിരിക്കും.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 172 21-07-2022 19:05:18



ചിത്രം 4.6 വ്യതിയാന ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തി

ഉദാഹരണം 4.6

വിശ്രമത്തിലിരിക്കുന്ന ഒരു കണത്തിൽ $F = \mathrm{k}\, x^2$ എന്ന വ്യതിയാന ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കണം $x = 0$ ൽ നിന്നും $x = 4$ m സ്ഥാനാന്തരം ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി കാണുക ($k = 1$ N m^{-2} എന്നു കരുതുക).

നിർദ്ധാരണം

പ്രവൃത്തി,

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)\,dx = k\int_0^4 x^2\,dx = \frac{64}{3}\ \mathrm{N\ m}$$

4.2 ഊർജ്ജം

പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള കഴിവിനെ ഊർജ്ജം എന്ന് നിർവ്വചിക്കാം. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറയുകയാണെങ്കിൽ പ്രവൃത്തി എന്നത് ഊർജ്ജത്തിന്റെ പ്രകടനമാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് പ്രവൃത്തിക്കും ഊർജ്ജത്തിനും ഒരേ ഡൈമൻഷനാണ് (ML^2T^{-2})

പ്രവൃത്തി ⇔ ഊർജ്ജം

ഊർജ്ജത്തിന്റെ മുഖ്യമായ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് ഒറ്റപ്പെട്ട ഒരു വ്യവസ്ഥയുടെ എല്ലാവിധ ഊർജ്ജത്തിന്റെയും ആകെ അതായത് ഒരു പ്രക്രിയയുടെ ആകെ ഊർജ്ജം എന്തൊക്കെ ആന്തരിക മാറ്റങ്ങൾ സംഭവിച്ചാലും ആ മാറ്റങ്ങൾ പരിഗണിക്കാതെ തന്നെ, എപ്പോഴും സ്ഥിരമായിരിക്കും. അതായത് ഒരു അവസ്ഥയിലുള്ള ഊർജ്ജം അപ്രത്യക്ഷമായി മറ്റൊരു അവസ്ഥയിൽ പ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. ഇത് ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഈ അണ്ഡ്യായത്തിൽ നമുക്ക് യാന്ത്രികോർജ്ജത്തെക്കുറിച്ച് ചർച്ച ചെയ്യാം. യാന്ത്രികോർജ്ജത്തെ രണ്ടായി തിരിക്കാം

1. ഗതികോർജ്ജം
2. സ്ഥിതികോർജ്ജം

ഒരു വസ്തു ചലനത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ സംഭരിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജമാണ് ഗതികോർജ്ജം

സ്ഥാനം മൂലമോ ഒരു വസ്തുവിന്റെ ക്രമീകരണം മൂലമോ സംഭരിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജമാണ് സ്ഥിതികോർജ്ജം. SI രീതിയിൽ ഊർജ്ജത്തിന്റെ മാത്രപ്രവൃത്തിയുടേതുപോലെതന്നെ N m (അല്ലെങ്കിൽ) ജൂൾ ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഡൈമൻഷൻ ഫോർമുല $[ML^2T^{-2}]$ ഊർജ്ജത്തിന്റെ SI രീതിയ്ക്ക് തുല്യതയിലുള്ള മറ്റു മൂല്യങ്ങൾ പട്ടിക 4.2 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക 4.2 ഊർജ്ജത്തിന്റെ SI മുറയ്ക്ക് തുല്യതയിലുള്ള മാത്രകൾ

മാത്ര	ജൂൾ - തുല്യമായ അളവുകൾ
1 എർഗ് (CGS മാത്ര)	10^{-7} J
1 ഇലക്ട്രോൺ വോൾട്ട് (eV)	1.6×10^{-19} J
1 കലോറി (cal)	4.186 J
1 കിലോ വാട്ട് അവർ (kWh)	3.6×10^{6} J

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 173 21-07-2022 19:05:20

4.2.1 ഗതികോർജ്ജം

ഒരു വസ്തു ചലനത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ സംഭരിക്കപ്പെടുന്ന ഊർജ്ജമാണ് ഗതികോർജ്ജം. ചലനത്തിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഗതികോർജ്ജം ഉണ്ടായിരിക്കുന്നത്. ചലനത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന് പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള ശേഷി ഉണ്ട്. ഉദാഹരണമായി ഒരു ആണിയുടെ മീതെ ഒരു ചുറ്റിക വെറുതെ വച്ചിരുന്നാൽ മരത്തിലേക്ക് ആണി തുളച്ചു കയറില്ല. എന്നാൽ ചുറ്റികയെ ആണിയുടെ മീതെ ആഞ്ഞടിക്കുകയാണെങ്കിൽ ആണി മരത്തിനുള്ളിലേക്ക് ചിത്രത്തിൽ (4.7) കാണിച്ചതുപോലെ തുളഞ്ഞു കയറുന്നു. ഒരു വസ്തു വിശ്രമത്തിൽ വരുന്നതിനു മുമ്പ് ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിയുടെ അളവിനെ വച്ച് ഗതികോർജ്ജം കണ്ടുപിടിക്കാം. ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവൻമേൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി അതിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തെയും പ്രവേഗത്തിന്റെ അളവിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ചലിക്കാത്ത വസ്തുവിന് ഗതികോർജ്ജം ഇല്ല.

4.2.2 പ്രവൃത്തി - ഗതികോർജ്ജ സിദ്ധാന്തം

പ്രവൃത്തിയും ഊർജ്ജവും തുല്യ മൂല്യമുള്ളവയാണ്. ഈ സ്ഥിതി ഗതികോർജ്ജത്തിനും ശരിയാണ്. ഇത് തെളിയിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു ഒരു ഘർഷണമില്ലാത്ത പ്രതലത്തിൽ വിശ്രമത്തിലാണെന്ന് കരുതുക.

F എന്ന സ്ഥിര ബലത്താൽ അതേ ദിശയിൽ s എന്ന സ്ഥാനാന്തരണം ഉണ്ടാകുന്നു. സ്ഥിര ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി

$$W = Fs \qquad (4.7)$$

സ്ഥിര ബലത്തിനുള്ള സമവാക്യം,

$$F = ma \qquad (4.8)$$

ചലനത്തിന്റെ മൂന്നാമത്തെ സമവാക്യം (വിഭാഗം 2.10.3 പരിശോധിക്കുക) അനുസരിച്ച്,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$$

സമവാക്യം (4.8) ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ,

$$F = m\left(\frac{v^2 - u^2}{2s}\right) \qquad (4.9)$$

സമവാക്യം (4.9) നെ 4.7 ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ,

$$W = m\left(\frac{v^2}{2s}s\right) - m\left(\frac{u^2}{2s}s\right)$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \qquad (4.10)$$

ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ ആവിഷ്കാരം:

മുകളിൽ തന്നിട്ടുള്ള സമവാക്യത്തിൽ $\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ എന്നത് m ദ്രവ്യമാനമുള്ള, v പ്രവേഗത്തിൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജമാണ്.

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (4.11)$$

വസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജം എപ്പോഴും പോസിറ്റീവാണ്. സമവാക്യം (4.10) ഉം (4.11) ൽ നിന്നും

$$\Delta KE = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \qquad (4.12)$$

അതിനാൽ, $W = \Delta KE$



ചിത്രം 4.7 ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ പ്രദർശനം

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 174 21-07-2022 19:05:21

സമവാക്യം (4.12) ന്റെ വലതുവശം വസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ വ്യതിയാനമാണ്. (ΔKE).

ഒരു കണികയുടെ ഗതികോർജ്ജ വ്യത്യാസം അതിൽ ഒരു സഫല ബലം ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തിക്ക് തുല്യമാണ്. ഇതിനെ പ്രവൃത്തി - ഗതികോർജ്ജ സിദ്ധാന്തം എന്നു പറയുന്നു.

പ്രവൃത്തി ഗതികോർജ്ജ സിദ്ധാന്തം താഴെ പറയുന്ന കാര്യങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

1. ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പോസിറ്റീവാണെങ്കിൽ ഗതികോർജ്ജം അധികമാകുന്നു.
2. ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി നെഗറ്റീവാണെങ്കിൽ ഗതികോർജ്ജം കുറയുന്നു.
3. ബലത്താൽ യാതൊരു പ്രവൃത്തിയും ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിൽ ഗതികോർജ്ജത്തിന് മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഇതിൽനിന്നും സ്ഥിര ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തു സ്ഥിര വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതായി മനസ്സിലാക്കാം.

4.2.3 ആക്കവും ഗതികോർജ്ജവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം

m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു $\vec{v}$ പ്രവേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതായി കരുതുക. വസ്തുവിന്റെ രേഖീയ ആക്കം $\vec{p} = m\vec{v}$ ഗതികോർജ്ജം $KE = \frac{1}{2}mv^2$.

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\vec{v}.\vec{v}) \quad (4.13)$$

സമവാക്യം (4.13) ന്റെ അംശത്തേയും ഛേദത്തേയും m കൊണ്ട് ഗുണിച്ചാൽ

$$KE = \frac{1}{2}\frac{m^2(\vec{v}.\vec{v})}{m}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{(m\vec{v}).(m\vec{v})}{m} \quad [\vec{p} = m\vec{v}]$$

$$= \frac{1}{2}\frac{\vec{p}.\vec{p}}{m}$$

$$= \frac{p^2}{2m}$$

$$KE = \frac{p^2}{2m} \quad (4.14)$$

$|\vec{p}|$ എന്നത് ആക്കത്തിന്റെ അളവാകുന്നു. രേഖീയ ആക്കത്തിന്റെ അളവ് കണ്ടുപിടിക്കാൻ

$$|\vec{p}| = p = \sqrt{2m\,(KE)} \quad (4.15)$$

ഗതികോർജ്ജവും ദ്രവ്യമാനവും തന്നിരുന്നാൽ ആക്കത്തിന്റെ അളവ് മാത്രമേ കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. ദിശ കണ്ടുപിടിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. കാരണം ഗതികോർജ്ജവും ദ്രവ്യമാനവും അദിശങ്ങളാണ്.

ഉദാഹരണം 4.7

2 കിലോഗ്രാമും 4 കിലോഗ്രാമും ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ സമമായ ആക്കം $20\,kg\,m\,s^{-1}$ ൽ ചലിക്കുന്നു.

(a) അവയുടെ ഗതികോർജ്ജം തുല്യമാണോ?
(b) അവയുടെ വേഗം തുല്യമാണോ?

നിർദ്ധാരണം

(a) ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ സമവാക്യം $KE = \frac{p^2}{2m}$

2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജം $KE_1 = \frac{(20)^2}{2\times 2} = \frac{400}{4} = 100\,J$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 175 21-07-2022 19:05:23

4 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജം $KE_2 = \frac{(20)^2}{2\times 4} = \frac{400}{8} = 50\,J$

$KE_1 \neq KE_2$ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെയും ആക്കം തുല്യമാണെങ്കിലും ഗതികോർജ്ജം തുല്യമല്ല. ഭാരമുള്ള വസ്തുവിന് ഭാരം കുറഞ്ഞ വസ്തുവിനേക്കാൾ ഗതികോർജ്ജം കുറവായിരിക്കും. കാരണം ഗതികോർജ്ജവും ദ്രവ്യമാനവും തുല്യ ആക്കത്തിന് എതിർ അനുപാതത്തിലാണ് $(KE \propto \frac{1}{m})$

(b) ആക്കം, $p = mv$, എന്നതിനാൽ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടേയും വേഗം തുല്യമല്ല.

4.2.4 സ്ഥിതികോർജ്ജം

സ്ഥിതികോർജ്ജം എന്നത് പരിസരത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ഒരു വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനത്തേയോ അതിന്റെ ക്രമികരണത്തെയോ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കാരണം വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന നിരവധി ബലങ്ങൾ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനത്തെയോ ക്രമീകരണത്തെയോ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

P എന്നബിന്ദുവിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെസ്ഥിതികോർജ്ജത്തെ ഇങ്ങനെ നിർവ്വചിക്കാം. ബാഹ്യബലത്താൽ സ്ഥിരപ്രവേഗത്തിൽ ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ O എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് P എന്നബിന്ദുവിലേക്ക്കൊണ്ടുചെല്ലുന്നതിനാവശ്യമായ പ്രവൃത്തിയുടെ മൂല്യമാണ് സ്ഥിതികോർജ്ജം. പ്രാരംഭ ബിന്ദുവിൽ സ്ഥിതികോർജ്ജം പൂജ്യം എന്ന് എടുക്കാം.

ഗണിതപരമായി, സ്ഥിതകോർജ്ജത്തെ നിർവ്വചിക്കുന്നതിങ്ങനെയാണ്. $U = \int \vec{F}_a . d\vec{r}$ (4.16)

ഇന്റഗ്രേഷന്റെ പരിധി പ്രാരംഭ സ്ഥാനം O മുതൽ അന്ത്യസ്ഥാനം P വരെയാണ്.

നമുക്ക് വിവിധ തരത്തിലുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഓരോന്നും ഓരോതരം ബലത്തിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി,

(i) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജം ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജമാണ്.

(ii) സ്പ്രിംഗ് ബലമോ അതിനു സമാനമായ ബലത്താലോ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജം ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജം ആണ്.

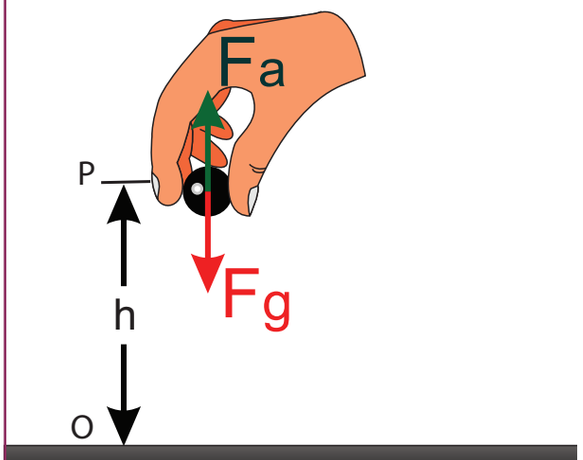
(iii) സ്ഥിര വൈദ്യുത ബലത്താൽ ചാർജ്ജുകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജം സ്ഥിര വൈദ്യുത സ്ഥിതികോർജ്ജമാണ്.

വിഭാഗം 4.2.7 ൽ നമുക്ക് സംരക്ഷിത ബലത്തെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ പഠിക്കാം. ഇപ്പോൾ നമുക്ക് ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെക്കുറിച്ചും ഇലാസ്തിക സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെക്കുറിച്ചും ചർച്ച തുടരാം.

4.2.5 ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിനടുത്തുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജം

ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ നിന്നും h ഉയരമുള്ള ബിന്ദുവിൽ ഒരു വസ്തുവിനെ സ്ഥിര പ്രവേഗത്തിൽ കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നതിനാവശ്യമായ പ്രവൃത്തി ആ ബിന്ദുവിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിനു (U) സമമായിരിക്കും.

m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ നിന്നും h ഉയരത്തിൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിനെതിരായി കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നതായി സങ്കൽപ്പിക്കുക. ചിത്രം 4.8.



ചിത്രം 4.8 ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജം

വസ്തുവിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം $\vec{F}_g$ എന്നത്, $\vec{F}_g = -mg\,\hat{j}$ (ബലം y ദിശയിലായതുകൊണ്ട് ഏകസദിശം $\hat{j}$ ഉപയോഗിക്കുന്നു) - ചിഹ്നം കുറിക്കുന്നത് ബലം

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 176 21-07-2022 19:05:24

താഴോട്ടുള്ള ദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നാണ് ത്വരണം ഇല്ലാത്ത (അഥവാ സ്ഥിര പ്രവേഗത്തിൽ) വസ്തുവനെ ചലിപ്പിക്കാൻ ഗുരുത്വാകർഷണം ബലം $\vec{F}_g$ ക്ക് സമമായും എതിർദിശയിലും ഒരു ബാഹ്യബലം $\vec{F}_a$ ആ വസ്തുവിന്റെ മീതെ പ്രയോഗിക്കണം. അതായത് $\vec{F}_a = -\vec{F}_g$ ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് $\vec{F}_a = +mg\,\hat{j}$ പോസിറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ബാഹ്യബലം ലംബമായി മുകളിലോട്ടാണ് എന്നാണ്. അതിനാൽ ഒരു വസ്തുവിനെ മുകളിലോട്ട് ഉയർത്തുമ്പോൾ അതിന്റെ പ്രവേഗം സ്ഥിരമായിരിക്കുന്നതിൽ ഗതികോർജ്ജവും സ്ഥിരമായിരിക്കും.

h ഉയരത്തിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജം (U)എന്നത് വസ്തുവിനെ തറയിൽ നിന്നും h ഉയരത്തിൽ കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നതിനാവശ്യമായ പ്രവൃത്തിയാണ്.

$$U = \int \vec{F}_a . d\vec{r} = \int_0^h \left|\vec{F}_a\right| \left|d\vec{r}\right| \cos\theta \quad (4.17)$$

സ്ഥാനാന്തരവും ബാഹ്യബലവും മുകളിലോട്ട് ഒരേ ദിശയിലായതിനാൽ അവയ്ക്കിടയിലുള്ള കോൺ $\theta = 0°$ അതിനാൽ $\cos 0^0 = 1$ മറ്റും $\left|\vec{F}_a\right| = mg$, $\left|d\vec{r}\right| = dr$.

$$U = mg\int_0^h dr \quad (4.18)$$

$$U = mg\left[r\right]_0^h = mgh \quad (4.19)$$

ഇതിൽ നിന്നും വസ്തുവിൽ സംഭരിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥിതികോർജ്ജം ബാഹ്യബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തിയാണെന്നും അത് പോസിറ്റീവാണെന്നും നിർവ്വചിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭൗതികമായി ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കുന്ന ഏജൻസി ഊർജ്ജത്തെ വസ്തുവിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യുകയും അത് സ്ഥിതികോർജ്ജമായി സംഭരിച്ചു വെയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വസ്തുവിനെ h ഉയരത്തിൽ നിന്നും താഴോട്ടു പതിക്കാൻ അനുവദിക്കുകയാണെങ്കിൽ സംഭരിച്ചു വെച്ച സ്ഥിതികോർജ്ജം ഗതികോർജ്ജമായി മാറുന്നു.

കുറിപ്പ്

- ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ എങ്ങനെയാണ് ഒരു വസ്തു പൂജ്യം ത്വരണത്തിൽ (സ്ഥിര പ്രവേഗം) ചലിക്കുന്നത്?

ബാഹ്യബലത്തിന് തുല്യവും വിപരീതവുമായ മറ്റൊരു ബലം പ്രവർത്തിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഇത് സാധ്യമാണ്. രണ്ടു ബലങ്ങളും റദ്ദാകുകയും പരിണിത ബലം പൂജ്യമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ വസ്തു പൂജ്യം ത്വരണത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

- സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെ നിർവ്വചിക്കുമ്പോൾ എന്തുകൊണ്ടാണ് വസ്തു സ്ഥിരവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത്?

വസ്തു സ്ഥിരവേഗത്തിൽ അല്ല സഞ്ചരിക്കുന്നതെങ്കിൽ പ്രാരംഭ സ്ഥാനത്തിലും അന്ത്യസ്ഥാനത്തിലും വെവ്വേറെ പ്രയോഗമായിരിക്കും. പ്രവൃത്തി-ഗതികോർജ്ജ സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് ബാഹ്യബലത്തിനാൽ അധികം ഗതികോർജ്ജം ഉണ്ടാക്കുന്നു.എന്നാൽ നാം ഗതികോർജ്ജവുമായി സമ്മേളിക്കുന്ന ബലങ്ങളായി എടുക്കുന്നത് ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, സ്പ്രിംഗ് ബലം, കൂളുംബ് ബലം എന്നിവയാണ്. അതിനാൽ ബാഹ്യ ഏജൻസി വസ്തു പ്രാരംഭ ബിന്ദുവിൽ നിന്നും അന്ത്യ ബിന്ദുവിലേക്ക് കൊണ്ടു പോകുമ്പോൾ യാതൊരു ഗതികോർജ്ജവും നൽകുന്നില്ല.

ഉദാഹരണം 4.8

2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ നിന്നും 5 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ കൊണ്ടു പോയാൽ $\left(g = 10\,m\,s^{-2}\right)$.

(a) വസ്തുവിൽ സംഭരിക്കപ്പെട്ട സ്ഥിതികോർജ്ജം കണക്കാക്കുക.

(b) ഈ സ്ഥിതികോർജ്ജം എവിടെ നിന്നാണ് കിട്ടിയത്?

(c) എത്ര ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാണ് വസ്തുവിനെ ആ ഉയരത്തിൽ കൊണ്ടുചെന്നത്?

(d) വസ്തുവിനെ 'h' ഉയരത്തിൽ കൊണ്ടു ചെല്ലുമ്പോൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന സഫലബലം എന്താണ്?

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 177 21-07-2022 19:05:27

നിർദ്ധാരണം

(a) സ്ഥിതികോർജ്ജം $U = mgh = 2 \times 10 \times 5 = 100$ J

ഊർജ്ജം വസ്തുവിൽ സംഭരിച്ചു വച്ചിരിക്കുന്നു എന്ന് പോസിറ്റീവ് ചിഹ്നം കുറിക്കുന്നു.

(b) ബാഹ്യ ഏജൻസി വസ്തുവിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ സ്ഥിതികോർജ്ജം കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നു.

(c) ബാഹ്യ പ്രയോഗിക ബലം $\vec{F}_a$ ആണ് വസ്തുവിനെ 5 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നത്. 5 മീ എന്നത് ലംബമായി മുകളിലോട്ടുള്ള ഏക സദിശമാണ്. $\vec{F}_a = -\vec{F}_g$

$$\vec{F}_a = -\left(-mg\,\hat{j}\right) = mg\,\hat{j}$$

$\hat{j}$ എന്നത് ലംബമായി മുകളിലേക്കുള്ള ഏകസദിശമാണ്.

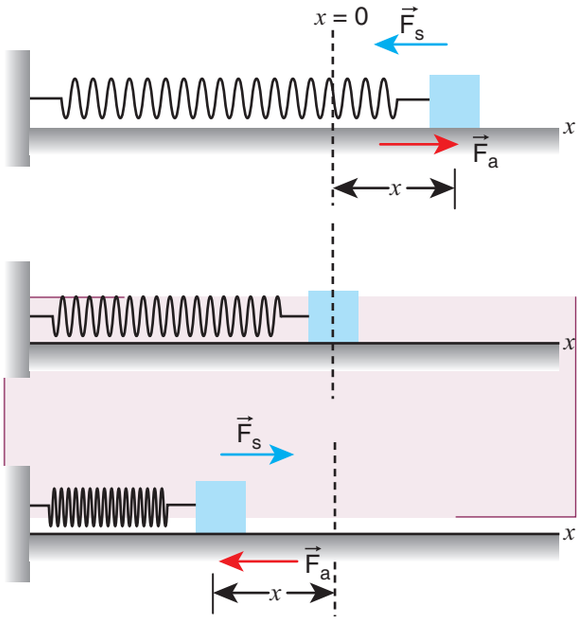
(d) സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിന്റെ നിർവ്വചനമനുസരിച്ച്, വസ്തു സ്ഥിര പ്രവേഗത്തിലാണ് ചലിക്കേണ്ടത്. അതിനാൽ വസ്തുവിലുള്ള സഫലബലം പൂജ്യമായിരിക്കും.

$$\vec{F}_g + \vec{F}_a = 0$$

4.2.6 ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജം

ഒരു സ്പ്രിങ്ങ് വലിച്ചു നീട്ടുകയാണെങ്കിൽ പുനഃസ്ഥാപന ബലം സംജാതമാകുന്നു. ഒരു സ്പ്രിങ്ങ് നീട്ടുമ്പോഴോ ചുരുങ്ങുമ്പോഴോ ഉണ്ടാകുന്ന രൂപാന്തര ബലത്താൽ സ്പ്രിങ്ങ് വശത്താക്കിയിരിക്കുന്ന സ്ഥിതികോർജ്ജം എന്നത് ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. പുനഃസ്ഥാപന ബലത്തിനെതിരായ ബാഹ്യബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി സ്പ്രിംഗിന്റെ ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജമായി സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു.

ഒരു സ്പ്രിംഗ്-മാസ്സ് ഘടന കരുതുക. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു ചതുരകട്ട മിനുസമായ തിരശ്ചീന മേശയിൽ ചിത്രം 4.9 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ കരുതുക. ഇവിടെ $x = 0$ എന്നത് സന്തുലിതാവസ്ഥയാണ്. സ്പ്രിംഗിന്റെ ഒരഗ്രം ഒരു ദൃഢമായ ചുവരിലും മറ്റേ അറ്റം ദ്രവ്യമാനത്തിലും ബന്ധിച്ചിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 4.9 സ്പ്രിംഗിലെ സ്ഥിതികോർജ്ജം ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജം.

സ്പ്രിംഗ് സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കുന്നിടത്തോളം അതിന്റെ സ്ഥിതികോർജ്ജം പൂജ്യമായിരിക്കും. ഒരു ബാഹ്യബലം $\vec{F}_a$ പ്രയോഗിച്ച് സ്പ്രിംഗിനെ x ദൂരം ബലത്തിന്റെ സമാന ദിശയിൽ വലിച്ചു നീട്ടുന്നു.

സ്പ്രിംഗ് ബലം എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു പുനഃസ്ഥാപന ബലം $\vec{F}_s$ ഉണ്ടായി അത് മാസ്സിനെ ആരംഭ ബിന്ദുവിലോട്ട് കൊണ്ടു ചെല്ലാൻ പരിശ്രമിക്കുന്നു. ബാഹ്യബലവും സ്പ്രിംഗ്ബലവും അളവിൽ സമവും എതിർദിശയിലും ആയിരിക്കും. അതായത് $\vec{F}_a = -\vec{F}_s$ ഹൂക്ക് നിയമമനുസരിച്ച് സ്പ്രിംഗിൽ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത പുനഃസ്ഥാപന ബലം എന്നത്

$$\vec{F}_s = -k\,\vec{x} \qquad (4.20)$$

മുകളിൽ തന്നിട്ടുള്ള സമവാക്യത്തിൽ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സ്പ്രിംഗ്ബലം സ്ഥാനാന്തരം $\vec{x}$ വും സ്പ്രിംഗ് സ്ഥിരാങ്ക (k) ത്തിന് എതിർ ദിശയിലായിരിക്കും

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 178 21-07-2022 19:05:28

എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ ബാഹ്യബലം എന്നത് $\vec{F}_a = +k\vec{x}$ പോസിറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത്ബാഹ്യബലംസ്ഥാനാന്തരത്തിന്റെ$\vec{x}$ അതേ ദിശയിലായിരിക്കും എന്നാണ്. സ്പ്രിംഗ് ബലം എന്നത് പരിവർത്തിത ബലത്തിന് ഉദാഹരണമാണ്. കാരണം ഇത് സ്ഥാനാന്തരം $\vec{x}$ നെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. സ്പ്രിംഗിനെ വളരെ ചെറിയ സ്ഥാനാന്തരം $d\vec{x}$ വലിച്ചു നീട്ടുകയാണെന്നു കരുതുക. ബാഹ്യ ബലത്താൽ സ്പ്രിംഗിനെ $\vec{x}$ സ്ഥാനാന്തരത്തിൽ വലിച്ചുനീട്ടുമ്പോൾചെയ്യപ്പെടുന്നപ്രവൃത്തിഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജമായി സംഭരിച്ചു വെയ്ക്കപ്പെടുന്നു.

$$U = \int \vec{F}_a . d\vec{r} = \int_0^x \left|\vec{F}_a\right| \left|d\vec{r}\right| \cos\theta$$
$$= \int_0^x F_a \, dx \cos\theta \qquad (4.21)$$

ബാഹ്യബലം $\vec{F}_a$ യും സ്ഥാനാന്തരം $d\vec{r}$ (അതായത് ഇവിടെ dx) ഒരേ ദിശയിലാണ്. പ്രാരംഭ ബിന്ദുവായ സന്തുലിതാവസ്ഥ, $x=0$ എന്നത് ഇന്റഗ്രേഷന്റെ താഴത്തെ പരിധിയായി എടുക്കാം.

$$U = \int_0^x kx\,dx \qquad (4.22)$$

$$U = k\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^x \qquad (4.23)$$

$$U = \frac{1}{2}kx^2 \qquad (4.24)$$

പ്രാരംഭ ബിന്ദു പൂജ്യമല്ലാതിരിക്കുകയും ദ്രവ്യമാനം x_i എന്ന സ്ഥാനത്തു നിന്നും x_f എന്ന സ്ഥാനത്തോട്ട് മാറിയാൽ ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജം എന്നത്

$$U = \frac{1}{2}k\left(x_f^2 - x_i^2\right) \qquad (4.25)$$

സമവാക്യം (4.24) ഉം (4.25) ൽ നിന്നും വലിച്ചു നീട്ടപ്പെട്ട സ്പ്രിംഗിന്റെ സ്ഥിതികോർജ്ജം ബല സ്ഥിരാങ്കം k യെയും നീട്ടൽ അഥവാ ചുരുങ്ങൽ x നെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

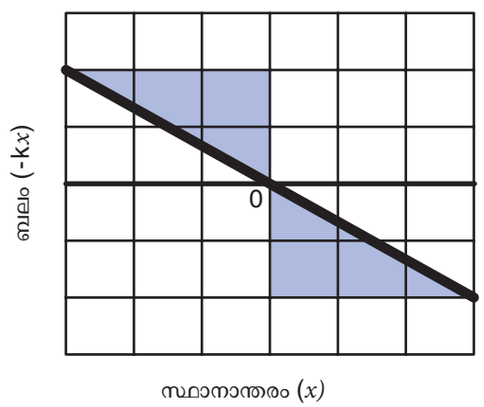
കുറിപ്പ്

സ്പ്രിംഗിൽ സംഭരിച്ചു വെച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥിതികോർജ്ജം സ്പ്രിംഗിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ദ്രവ്യമാനത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല).

സ്പ്രിംഗിലെ ബലം - സ്ഥാനാന്തര രേഖാ ചിത്രം

സ്പ്രിംഗിലെ പുനഃസ്ഥാപിത ബലവും സ്ഥാനാന്തരവും രേഖീയമായി $F = -kx$ എന്ന ബന്ധത്തിലുംഎതിർ ദിശയിലും ഉള്ളതിനാൽ F നും x നും ഇടയ്ക്കുള്ള ഗ്രാഫ് ഒരു നേർരേഖയും അതിന്റെ വാസസ്ഥലം രണ്ടാമത്തെയും നാലാമത്തെയും ചതുരത്തിലായിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം 4.10 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവിടെ നിറഭേദമായിട്ടുള്ള ഭാഗം (ത്രികോണം) എന്നത് സ്പ്രിംഗ് ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി ആകുന്നു.

$$\text{പരപ്പളവ്} = \frac{1}{2}(\text{അടിവശം})(\text{ഉയരം}) = \frac{1}{2} \times (x) \times (kx).$$
$$= \frac{1}{2} kx^2$$

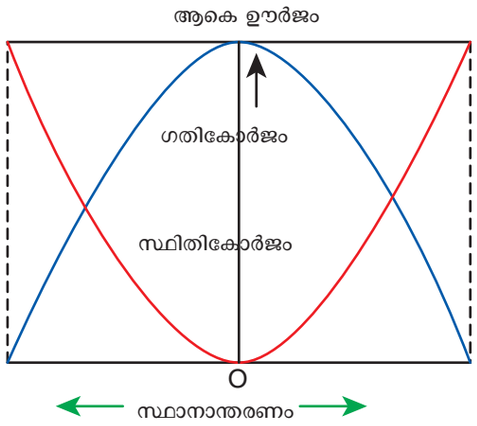


ചിത്രം 4.10 സ്പ്രിംഗിന്റെ ബലം-സ്ഥാനാന്തരം രേഖാചിത്രം.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 179 21-07-2022 19:05:31

സ്പ്രിംഗിന്റെ സ്ഥിതികോർജ്ജം - സ്ഥാനാന്തരം രേഖാചിത്രം

ഒരു ചുരുങ്ങിയ അല്ലെങ്കിൽ നീട്ടപ്പെട്ട സ്പ്രിംഗ്, അതിൽ സംഭരിച്ചു വെച്ചിട്ടുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെ സ്പ്രിംഗിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജമായി മാറ്റുന്നു. ചിത്രം 4.11 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4.11 സ്പ്രിംഗ് - മാസ്സ് - സ്ഥിതികോർജ്ജം - സ്ഥാനാന്തരം രേഖാ ചിത്രം)

ഘർഷണമില്ലാത്ത ചുറ്റുപാടിൽ ഗതികോർജ്ജം സ്ഥിതികോർജ്ജമായും, സ്ഥിതികോർജ്ജം ഗതികോർജ്ജമായും ആവർത്തിച്ചു പരിമാറ്റം ചെയ്യപ്പെട്ട് സഫല ഊർജ്ജം എപ്പോഴും സ്ഥിരമായിരിക്കുന്നു. സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ,

$$\Delta KE = \Delta U \qquad (4.26)$$

ഉദാഹരണം 4.9

A, B എന്ന രണ്ടു സ്പ്രിംഗുകൾ കരുതുക. $k_A > k_B$ രണ്ടു സ്പ്രിങ്ങുകൾക്കും ഒരേ ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് വലിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഏതു സ്പ്രിംഗായിരിക്കും കൂടുതൽ പ്രവൃത്തി ചെയ്യേണ്ടത്?

നിർദ്ധാരണം

$$F = k_A x_A = k_B x_B$$

$$x_A = \frac{F}{k_A}; \quad x_B = \frac{F}{k_B}$$

സ്പ്രിംഗിൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി സ്ഥിതികോർജ്ജമായി സംഭരിക്കുന്നു.

$$U_A = \frac{1}{2} k_A x_A^2 \; ; \quad U_B = \frac{1}{2} k_B x_B^2$$

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{k_A x_A^2}{k_B x_B^2} = \frac{k_A \left(\frac{F}{k_A}\right)^2}{k_B \left(\frac{F}{k_B}\right)^2} = \frac{\frac{1}{k_A}}{\frac{1}{k_B}}$$

$$\frac{U_A}{U_B} = \frac{k_B}{k_A}$$

$k_A > k_B$ സൂചിപ്പിക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ $U_B > U_A$ അങ്ങനെ A യേക്കാൾ B ക്ക് കൂടുതൽ പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടണം

ഉദാഹരണം 4.10

ഒരു സ്പ്രിംഗിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള m ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിനെ ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് 25 സെ. മീ. ദൂരം സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ നിന്നും നീട്ടുന്നു.

(a) സ്പ്രിംഗ്-മാസ്സ് ഘടനയുടെ സ്ഥിതികോർജ്ജം കണക്കാക്കുക

(b) നീട്ടുന്നതിനു വേണ്ടി സ്പ്രിംഗ് ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി എന്താണ്?

(c) സ്പ്രിംഗിനെ അതേ 25 സെ. മീ. ചുരുക്കുകയാണെങ്കിൽ സംഭവിച്ച സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെയും ചുരുങ്ങുന്ന സമയത്തുള്ള പ്രവൃത്തിയെയും കണ്ടുപിടിക്കുക. (സ്പ്രിംഗ് സ്ഥിരാങ്കം $k = 0.1\ N\ m^{-1}$).

നിർദ്ധാരണം

സ്പ്രിംഗ് സ്ഥിരാങ്കം, $k = 0.1\ N\ m^{-1}$

സ്ഥാനാന്തരം, $x = 25\ cm = 0.25\ m$

(a) സ്പ്രിംഗിൽ സംഭരിച്ചിട്ടുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജം

$$U = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (0.25)^2 = 0.0031 J$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 180 21-07-2022 19:05:32

(b) സ്പ്രിംഗ് ബലത്താൽ $\vec{F}_s$ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി W_s,

$$W_s = \int_0^x \vec{F}_s \cdot d\vec{r} = \int_0^x \left(-k\,x\hat{i}\right)\cdot\left(dx\,\hat{i}\right)$$

സ്പ്രിംഗ് ബലം $\vec{F}_s$ നെഗറ്റീവ് x ദിശയിലും വലിച്ചു നീട്ടൽ പോസിറ്റീവ് x ദിശയിലും ആയിരിക്കും.

$$W_s = \int_0^x \left(-kx\right)dx = -\frac{1}{2}kx^2$$

$$W_s = -\frac{1}{2}\times 0.1\times\left(0.25\right)^2 = -0.0031J$$

ബാഹ്യ ഏജൻസിയാൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തിയാണ് സ്ഥിതികോർജ്ജം. സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിലുള്ള പോസിറ്റീവ് ചിഹ്നം കുറിക്കുന്നത് ഊർജ്ജം ഏജൻസിയിൽ നിന്നും വസ്തുവിലോട്ട് പരിമാറ്റം ചെയ്യുന്നു എന്നാണ്. എന്നാൽ ഇവിടെ പുനഃസ്ഥാപന ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി നെഗറ്റീവാണ്. കാരണം പുനഃസ്ഥാപന ബലത്തിന്റെ എതിർ ദിശയിലാണ് സ്ഥാനാന്തരം.

(c) ചുരുങ്ങുന്ന സമയത്ത് സംഭരിക്കുന്ന സ്ഥിതികോർജ്ജം സമമാണ്. .

$$U = \frac{1}{2}kx^2 = 0.0031\,J.$$

ചുരുങ്ങുന്ന സമയത്ത് പുനഃസ്ഥാപിത സ്പ്രിംഗ് ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി

$$W_s = \int_0^x \vec{F}_s.d\vec{r} = \int_0^x \left(k\,x\,\hat{i}\right).\left(-dx\,\hat{i}\right)$$

ചുരുങ്ങുന്ന സമയത്ത്, പുനഃസ്ഥാപിത സ്പ്രിംഗ് ബലം പോസിറ്റീവ് x ദിശയിലും സ്ഥാനാന്തരം നെഗറ്റീവ് x ദിശയിലും ആയിരിക്കും.

$$W_s = \int_0^x \left(-kx\right)dx = -\frac{1}{2}kx^2 = -0.0031J$$

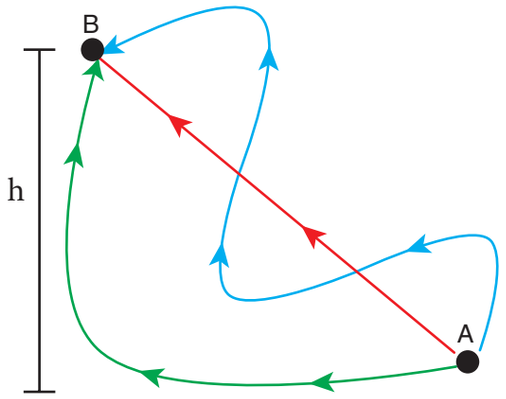
4.2.7 സംരക്ഷിത അസംരക്ഷിത ബലങ്ങൾ

സംരക്ഷിത ബലം

ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽ ബലത്താലോ അഥവാ ബലത്തിനെതിരായോ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി പ്രാരംഭ മറ്റും അവസാന സ്ഥാനങ്ങളെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുകയും പ്രാരംഭസ്ഥാനം മറ്റും അന്ത്യസ്ഥാനത്തിന് ഇടയ്ക്കുള്ള പാതയുടെ സ്വഭാവത്തെ ആശ്രയിക്കാതെയും ഇരിക്കുകയാണെങ്കിൽ ആ ബലത്തെ സംരക്ഷിത ബലം എന്നു പറയാം.

ഭൂമിയിൽ A എന്ന ബിന്ദുവിൽ ഒരു വസ്തു ഉള്ളതായി കരുതുക. ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ നിന്നും h ഉയരത്തിലുള്ള വേറൊരു ബിന്ദു B യിലേക്ക് ആ വസ്തുവിനെ ചിത്രം 4.12 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ മൂന്ന് പാതയിൽ കൂടെ കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നതായി സങ്കല്പിക്കുക.

പ്രാരംഭ ബിന്ദുവും അവസാനത്തെ ബിന്ദുവും മാറാതെ ഇരിക്കുമ്പോൾ ഏതു പാതയായാലും ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിനെതിരായി ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി സമമായിരിക്കും. അതുകൊണ്ടാണ് ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം ഒരു സംരക്ഷിത ബലം എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. സംരക്ഷിത ബലം എന്നത് സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഗ്രേഡിയന്റിന് തുല്യമായിരിക്കുന്നു. ഏകമാന സന്ദർഭത്തിൽ,



ചിത്രം 4.12 സംരക്ഷിത ബലം

$$F_x = -\frac{dU}{dx} \qquad (4.27)$$

ഇലാസ്തികത, സ്പ്രിംഗ് ബലം, സ്ഥിത വൈദ്യുതി ബലം, കാന്തിക ബലം, ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം എന്നിവ സംരക്ഷിത ബലങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 181 21-07-2022 19:05:34

പട്ടിക 4.3 സംരക്ഷിത ബലവും അസംരക്ഷിത ബലത്തിനുള്ള താരതമ്യം

ക്ര.ന	സംരക്ഷിത ബലം	അസംരക്ഷിത ബലം
1.	പ്രവൃത്തി പാതയെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.	പ്രവൃത്തി പാതയെ ആശ്രയിക്കുന്നു.
2.	ഒരു പ്രദക്ഷിണ പര്യടനത്തിൽ പ്രവൃത്തി പൂജ്യം	ഒരു പ്രദക്ഷിണ പര്യടനത്തിൽ പ്രവൃത്തി പൂജ്യമല്ല.
3	സഫല ഊർജ്ജം സ്ഥിരമായിരിക്കും	ഊർജ്ജം താപോർജ്ജമായി നശിക്കുന്നു.
4	പ്രവൃത്തി മുഴുവനായും വീണ്ടെടുക്കാവുന്നതാണ്.	പ്രവൃത്തി മുഴുവനും വീണ്ടെടുക്കാൻ സാധ്യമല്ല
5	ബലം എന്നത് സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഗ്രേഡിയന്റ് ആണ്.	അങ്ങനെയുള്ള യാതൊരു പരിഗണനയും ഇല്ല.

അസംരക്ഷിത ബലം

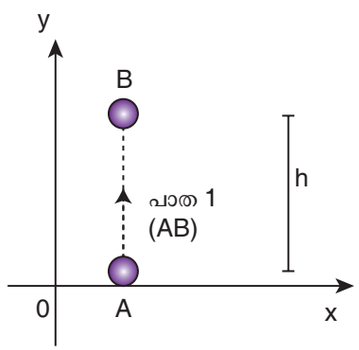
ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽ ബലത്താലോ അല്ലെങ്കിൽബലത്തിനെതിരായോചെയ്യപ്പെടുന്നപ്രവൃത്തി പ്രാരംഭവും അന്ത്യസ്ഥാനങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള പാതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ ആ ബലത്തെ അസംരക്ഷിത ബലം എന്നു പറയുന്നു. അതായത് വെവ്വേറെ പാതയ്ക്കുള്ള പ്രവൃത്തി വെവ്വേറെയായിരിക്കും.

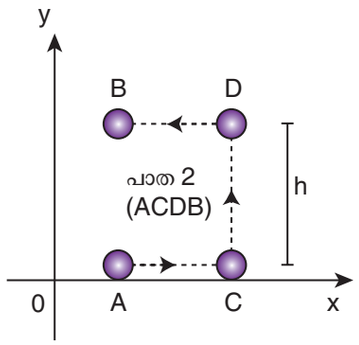
1. ഘർഷണ ബലം അസംരക്ഷിത ബലമാണ്. കാരണം ഘർഷണത്തിനെതിരായി ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പാതയുടെ നീളത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.
2. വായു പ്രതിരോധ ബലം, ശ്യാനതാ ബലം എന്നിവ അസംരക്ഷിത ബലങ്ങളാണ്. കാരണം ബലത്താലോ ബലത്തിനെതിരായോ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പ്രവേഗത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

സംരക്ഷിത ബലവും അസംരക്ഷിത ബലങ്ങളുടെ സവിശേഷതകൾ പട്ടിക 4.3 ൽ സംഗ്രഹിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഉദാഹരണം 4.11

താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള സന്ദർഭങ്ങൾക്ക് പ്രവൃത്തി കണ്ടുപിടിക്കുക





നിഗമനം

ബലം $\vec{F} = mg\left(-\hat{j}\right) = -mg\hat{j}$

സ്ഥാനാന്തര സദിശം $d\vec{r} = dx\,\hat{i} + dy\,\hat{j}$

(സ്ഥാനാന്തരം ദ്വിമാന പ്രതലത്തിലായതിനാൽ ഏക സദിശങ്ങൾ $\hat{i}$ യും $\hat{j}$ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു.)

(a) ചലനം മുകളിലോട്ട് ലംബമായതാൽ തിരശ്ചീന ഘടകമായ dx പൂജ്യമായിരിക്കും. അതിനാൽ പാത 1-ൽ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി.

$$W_{\text{പാത }1} = \int_A^B \vec{F}.d\vec{r} = \int_A^B \left(-mg\hat{j}\right).\left(dy\,\hat{j}\right)$$

$$= -mg\int_0^h dy = -mgh$$

പാത 2 ൽ ആകെ പ്രവൃത്തി

$$W_{\text{പാത }2} = \int_A^B \vec{F}.d\vec{r} = \int_A^C \vec{F}.d\vec{r} + \int_C^D \vec{F}.d\vec{r} + \int_D^B \vec{F}.d\vec{r}$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 182 21-07-2022 19:05:35

എന്നാൽ

$$\int_A^C \vec{F}.d\vec{r} = \int_A^C \left(-mg\hat{j}\right).\left(dx\hat{i}\right) = 0$$

$$\int_C^D \vec{F}.d\vec{r} = \int_C^D \left(-mg\hat{j}\right).\left(dy\hat{j}\right)$$

$$= -mg\int_0^h dy = -mgh$$

$$\int_D^B \vec{F}.d\vec{r} = \int_D^B \left(-mg\hat{j}\right).\left(-dx\hat{i}\right) = 0$$

അതിനാൽ പാത 2 ൽ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി

$$W_{\text{പാത }2} = \int_A^B \vec{F}.d\vec{r} = -mgh$$

സംരക്ഷിത ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പാതയെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല എന്ന് അറിയാം.

ഉദാഹരണം 4.12

2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ 20 N ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിച്ച് ചലനാത്മക സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം 0.9 ഉള്ള ഒരു പ്രതലത്തിൽ 10 മീറ്റർ ദൂരം ചലിക്കുന്നതായി കരുതുക. ബാഹ്യബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തിയും ചലനാത്മക സംഘർഷവും കണ്ടുപിടിക്കുക. ഉത്തരം വിശകലനം ചെയ്യുക. ($g = 10\ ms^{-2}$എന്ന് കരുതുക)

നിഗ്ഗണ്ടാരണം

$m = 2$ kg, $d = 10$ m, $F_{\text{ബാഹ്യം}} = 20$ N, $\mu_k = 0.9$. തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന് രണ്ട് ബലങ്ങൾ അനുഭവപ്പെടുന്നു.

(a) ബാഹ്യബലം, $F_{\text{ബാഹ്യം}} = 20$ N

(b) ചലനാത്മക സംഘർഷം

$$f_k = \mu_k mg = 0.9\times(2)\times 10 = 18\,\text{N}.$$

ബാഹ്യ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി $W_{\text{ബാഹ്യം}} = F\,d = 20\times 10 = 200\,\text{J}$

ചലനാത്മകസംഘർഷത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി $W_k = f_k d = (-18)\times 10 = -180$ J. ചലനാത്മക സംഘർഷ ബലവും സ്ഥാനാന്തരവും എതിർ ദിശയിലാണെന്ന് നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം കുറിക്കുന്നു.

വസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന സഫല പ്രവൃത്തി $W_{\text{ആകെ}} = W_{\text{ബാഹ്യം}} + W_k = 200\ \text{J} - 180\ \text{J} = 20\ \text{J}.$

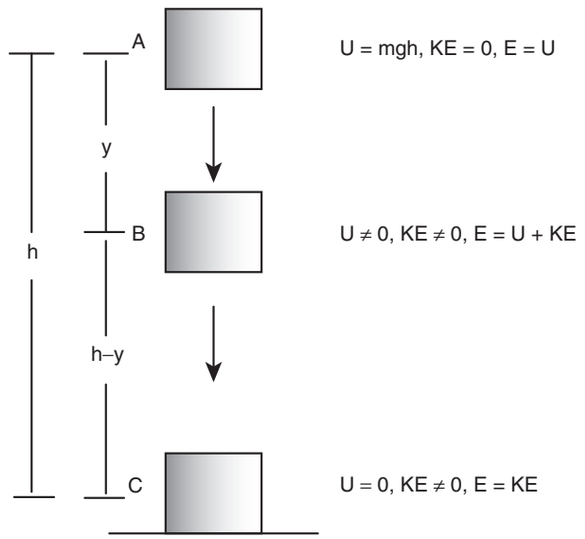
ഘർഷണം ഒരു അസംരക്ഷിത ബലമായതിനാൽ ബാഹ്യബലം നൽകുന്ന200 J, 180 J നഷ്ടമാകുകയും അത് വീണ്ടെടുക്കാൻ കഴിയാതെയും ആകുന്നു.

4.2.8 ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം

ഒരു വസ്തുവിനെ മുകളിലേക്ക് എറിയുകയാണെങ്കിൽ അതിന്റെ ഗതികോർജ്ജം കണിശമായി കുറയുകയും അതിനനുസരിച്ച് സ്ഥിതികോർജ്ജം വർണ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (വായു പ്രതിരോധം അവഗണിക്കുന്നു). ഏറ്റവും ഉയരം കൂടിയ ബിന്ദുവിൽ എത്തുമ്പോൾ ഊർജ്ജം പൂർണ്ണമായും സ്ഥിതികോർജ്ജമായിരിക്കും. അതുപോലെ, വസ്തു ഉയരത്തിൽ നിന്നും തിരിച്ചു വരുമ്പോൾ ഗതികോർജ്ജം അധികമാവുകയും സ്ഥിതികോർജ്ജം കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. വസ്തു ഭൂമിയിൽ പതിക്കുന്ന സമയത്ത് ഊർജ്ജം പൂർണ്ണമായും ഗതികോർജ്ജമായിരിക്കും. ഇടയ്ക്കുള്ള ബിന്ദുക്കളിൽ ഊർജ്ജം എന്നത് സ്ഥിതികോർജ്ജവും ഗതികോർജ്ജവും ആയിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം 4.13 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വസ്തു തറയിൽ പതിക്കുമ്പോൾ ഗതികോർജ്ജം പൂർണ്ണമായിം ശബ്ദ ഊർജ്ജം, താപോർജ്ജം, പ്രകാശ ഊർജ്ജം, വസ്തുവിന്റെ രൂപ മാറ്റം എന്നിങ്ങനെ ചിതറുന്നു.

ഈ ഉദാഹരണത്തിൽ ഊർജ്ജമാറ്റം ഓരോ ബിന്ദുവിലും നടക്കുന്നു. ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെയും സ്ഥിതികോർജ്ജത്തിന്റെയും സഫല ഊർജ്ജം അതായത് ആകെ യാന്ത്രിക ഊർജ്ജ എപ്പോഴും സ്ഥിരമായിരക്കും. ഊർജ്ജം സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമത്തെ ഇങ്ങനെ നിർവ്വചിക്കാം.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 183 21-07-2022 19:05:37



ചിത്രം 4.13 ഊർജ്ജ സംരക്ഷണം

ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം (തത്വം) അനുസരിച്ച് ഊർജ്ജത്തെ നിർമ്മിക്കാനോ നശിപ്പിക്കാനോ സാധ്യമല്ല. ഒരുതരം ഊർജ്ജം മറ്റൊരു തരം ഊർജ്ജമായി പരിമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ഒരു ഒറ്റപ്പെട്ട ഘടനയുടെ സഫല ഊർജ്ജം എപ്പോഴും സ്ഥിരമായിരിക്കും.

ചിത്രം 4.13 സൂചിപ്പിക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ, h ഉയരത്തിൽ വിശ്രമത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ, ആകെ ഊർജ്ജം സ്ഥിതികോർജ്ജമായിരിക്കും (U=mgh) ഗതികോർജ്ജം (KE) h ഉയരത്തിൽ പൂജ്യമായിരിക്കും. വസ്തു y ദൂരത്തിൽ പതിക്കുമ്പോൾ, സ്ഥിതികോർജ്ജവും, ഗതികോർജ്ജവും പൂജ്യമല്ല. എന്നാൽ സഫല ഊർജ്ജം h ഉയരത്തിൽ ഉള്ളതുപോലെ സമമായിരിക്കും. വസ്തു തറയിൽ പതിക്കുന്നതിനു തൊട്ടു മുമ്പ്, സ്ഥിതികോർജ്ജം പൂജ്യമാവുകയും സഫല ഊർജ്ജമെന്നത് പൂർണ്ണമായും ഗതികോർജ്ജമായിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഉദാഹരണം 4.13

1 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു $h = 10\,\text{m}$ ഉയരത്തിൽ നിന്നും പതിക്കുന്നു. ഉത്തരം കണ്ടുപിടിക്കുക

(a) വസ്തു $h = 10$ m ഉയരത്തിലായിരിക്കുമ്പോഴുള്ള സഫല ഊർജ്ജം

(b) $h = 4$ m ആയിരിക്കുമ്പോഴുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജം

(c) $h = 4$ m ഉയരത്തിലുള്ള ഗതികോർജ്ജം

(d) വസ്തു തറയിൽ പതിക്കുന്ന സമയത്തുള്ള വേഗം?

($g = 10\ \text{m s}^{-2}$ എന്നു കരുതുക)

നിഹ്ലണ്ടാരണം

(a) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം ഒരു സംരക്ഷിത ബലമണ്. അതിനാൽ സഫല ഊർജ്ജം ചലനത്തിലുടനീളം സ്ഥിരമായിരിക്കും.$h = 10\,\text{m}$, ഉയരത്തിൽ സഫല ഊർജ്ജം സ്ഥിതികോർജ്ജമായിരിക്കും.

$$E = U = mgh = 1 \times 10 \times 10 = 100\ \text{J}$$

(b) $h = 4$ m ൽ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥിതികോർജ്ജം

$$U = mgh = 1 \times 10 \times 4 = 40\,\text{J}$$

(c) ചലനത്തിലുടനീളം സഫല ഊർജ്ജം സ്ഥിരമായതാൽ $h = 4$ m ൽ ഉള്ള ഗതികോർജ്ജം $KE = E - U = 100 - 40 = 60\,\text{J}$ ആയിരിക്കണം

മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറയുകയാണെങ്കിൽ, 4 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം കണ്ടുപിടിച്ചാൽ ഗതികോർജ്ജം കാണാം. 4 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ, .

വസ്തു 6 മീറ്റർ ദൂരം താഴോട്ട് പതിച്ചിട്ടുണ്ടാകും. 6 മീറ്റർ പതിക്കുമ്പോൾ,

$$\text{v} = \sqrt{2\text{gh}} = \sqrt{2 \times 10 \times 6} = \sqrt{120}\ \text{m s}^{-1};$$

$$\text{v}^2 = 120$$

$$\text{ഗതികോർജ്ജം } \text{KE} = \frac{1}{2}\text{mv}^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 120 = 60\,\text{J}$$

(d) വസ്തു തറയിൽ പതിക്കുന്ന സമയത്തുള്ള സഫല ഊർജ്ജം പൂർണ്ണമായും ഗതികോർജ്ജമായിരിക്കും. മാത്രമല്ല സ്ഥിതികോർജ്ജം, $U = 0$.

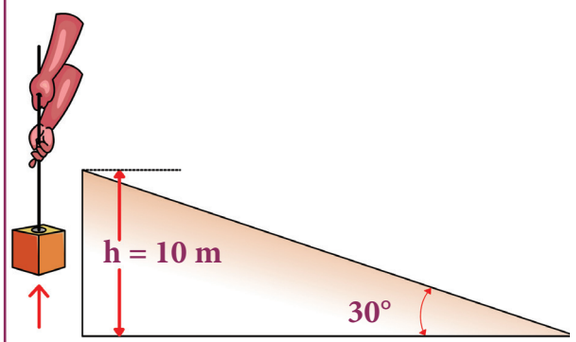
XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 184 21-07-2022 19:05:39

$$E = KE = \frac{1}{2}mv^2 = 100 \text{ J}$$

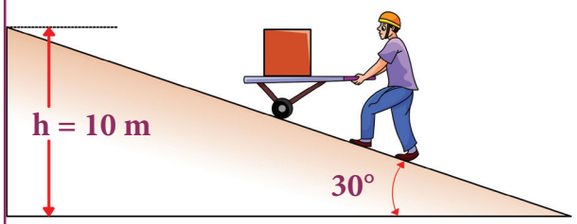
$$v = \sqrt{\frac{2}{m}KE} = \sqrt{\frac{2}{1} \times 100} = \sqrt{200} \approx 14.12 \text{ m s}^{-1}$$

ഉദാഹരണം 4.14

100 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ 10 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ തറയിൽ നിന്നും രണ്ടു (2) വ്യത്യസ്ത പാതകളിൽ കൂടെ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഉയർത്തുന്നു. രണ്ടു സന്ദർഭത്തിലും ഗുരുത്വാകർഷണത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി എന്താണ്? വസ്തുവിനെ ചായ്വു പാതയിൽ കൂടെ കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നത് ലളിതമാണ്. എന്തു കൊണ്ട്?



പാത (1) നേരെമുകളിലേക്ക്



പാത (2) ചായ്വു പാതയിൽകൂടെ

നിർദ്ധാരണം

m = 100 kg, h = 10 m

പാത *(1)*:

വസ്തുവിനെ 10 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ കൊണ്ടു ചെല്ലേണ്ട വളരെ കുറഞ്ഞ ബലം ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിനു സമമായിരിക്കും,

$F_1 = mg = 100 \times 10 = 1000 \text{ N}$

പാത (1) ൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം, $h = 10$ m

പാത (1) ൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി

$$W = F\ h = 1000 \times 10 = 10{,}000 \text{ J}$$

പാത *(2)*:

ചരിവ് പാതയിൽ പ്രയോഗിക്കേണ്ട ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ബാഹ്യബലം mg യ്ക്ക് സമമല്ല, പകരം $mg \sin\theta$ യ്ക്ക് തുല്യമാണ് $\left(\text{mg}\sin\theta < mg\right)$..

ഇവിടെ കോൺ $\theta = 30^\circ$

അതിനാൽ, $F_2 = mg \sin\theta = 100 \times 10 \times \sin 30^\circ = 100 \times 10 \times 0.5 = 500\,\text{N}$

അതുകൊണ്ട്, $\left(\text{mg}\sin\theta < mg\right)$

ചരിവ് പാതയിൽ കടന്ന ദൂരം

$$l = \frac{h}{\sin 30^\circ} = \frac{10}{0.5} = 20\,m$$

പാത (2) ൽ കൂടെ വസ്തുവിനെ കൊണ്ടു ചെല്ലാൻ ആവശ്യമായ പ്രവൃത്തി $W = F_2\, l = 500 \times 20 = 10{,}000$ J

ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം ഒരു സംരക്ഷണ ബലമായതാൽ ഗുരുത്വാകർഷണത്താൽ വസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പാതയെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.

രണ്ട് സന്ദർഭങ്ങളിലും ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി 10,000 J

പാത (1): ഗുരുത്വാകർഷണത്തിനെതിരായി കുറഞ്ഞ ദൂരം കടക്കാൻ കൂടുതൽ ബലം ആവശ്യമാകുന്നു.

പാത (2): ഗുരുത്വാകർഷണത്തിനെതിരായി കൂടുതൽ ദൂരം കടക്കാൻ കുറഞ്ഞ ബലം ആവശ്യമാകുന്നു.

ചരിവ് പാതയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം കുറവായതിനാൽ, വസ്തുവിനെ ചരിവ് പാതയിൽ കൂടെ കൊണ്ടുചെല്ലാൻ ലളിതമാകുന്നു.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 185 21-07-2022 19:05:42

ഉദാഹരണം 4.15

m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ v_0 പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിൽ തറയിൽ നിന്നും എറിയുന്നു.

h ഉയരത്തിലുള്ള വേഗം കണ്ടുപിടിക്കുക.

നിർദ്ധാരണം

ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം സംരക്ഷിത ബലമായതിനാൽ ചലനത്തിലുടനീളം സഫല ഊർജ്ജം സ്ഥിരമായിരിക്കും.

	പ്രാരംഭം	അന്ത്യം
ഗതികോർജ്ജം	$\frac{1}{2}mv_0^2$	$\frac{1}{2}mv^2$
സ്ഥിതികോർജ്ജം	0	mgh
സഫല ഊർജ്ജം	$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_0^2$	$\frac{1}{2}mv^2 + mgh$

h ഉയരത്തിൽ സ്ഥിതികോർജ്ജം, ഗതികോർജ്ജം, സഫല ഊർജ്ജം എന്നിവയുടെ അന്തിമ മൂല്യങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കാം.

ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമമനുസരിച്ച് പ്രാരംഭ, അന്ത്യ സഫല ഊർജ്ജങ്ങൾ സമമായിരിക്കും.

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$v_0^2 = v^2 + 2gh$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

വിഭാഗം (2.11.2) ൽ ചലനാത്മക സമവാക്യങ്ങൾ കാൽക്കുലസ് രീതി അനുസരിച്ച് കണ്ടു പിടിച്ചപ്പോൾ ഉത്തരം ഒരുപോലെയായിരുന്നു. ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമമനുസരിച്ച് കണ്ടു പിടിച്ചപ്പോൾ ലളിതമായിരുന്നു.

ഉദാഹരണം 4.16

ഒരു സ്പ്രിംഗിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള 2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ നിന്നും $x = 10$ മീറ്റർ ചലിപ്പിക്കുന്നു. സ്പ്രിംഗ് സ്ഥിരാങ്കം $k = 1$ N m^{-1} പ്രതലം ഘർഷണമില്ലാത്തതാണെന്ന് കരുതുക.

(a) വസ്തു സന്തുലിതാവസ്ഥയെ കടക്കുമ്പോൾ, അതിന്റെ വേഗം എന്താണ്?

(b) വസ്തു സന്തുലിതാവസ്ഥയെയും അങ്ങേയറ്റത്തെ സ്ഥാനം $x = \pm 10$ m നെ കടക്കുമ്പോഴും വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം എന്താണ്?.

നിഗ്ഗണ്ടാരണം

(a) സ്പ്രിംഗ് ബലം ഒരു സംരക്ഷിത ബലമായതിനാൽ സഫല ഊർജ്ജം സ്ഥിരമായിരിക്കും $x = 10$ m, സഫല ഊർജ്ജം പൂർണ്ണമായി സ്ഥിതികോർജ്ജമായിരിക്കും.

$$E = U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times(1)\times(10)^2 = 50\ J$$

വസ്തു സന്തുലിതാവസ്ഥയെ $(x = 0)$, കടക്കുമ്പോൾ, സ്ഥിതികോർജ്ജം

$$U = \frac{1}{2}\times 1\times(0) = 0\ J$$

ഈ സ്ഥാനത്ത് ഊർജ്ജം പൂർണ്ണമായി ഗതികോർജ്ജമാണ്.

$$E = KE = \frac{1}{2}mv^2 = 50\,J$$

വേഗം

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2\times 50}{2}} = \sqrt{50}\ m\,s^{-1} \approx 7.07\ m\,s^{-1}$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 186 21-07-2022 19:05:45

(b) പുനഃസ്ഥാപിത ബലം F = - kx ആയതിനാൽ വസ്തു സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ എത്തുമ്പോൾ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നില്ല. സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ വളരെ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. വസ്തു x = +10 m (നീട്ടൽ) ബലം F = − k x

F = − (1) (10) = − 10 N ബലം സന്തുലിതാവസ്ഥയെ നോക്കി ചെല്ലുന്നു എന്ന് നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം കുറിക്കുന്നു. അതായത് നെഗറ്റീവ് x അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും. വസ്തു $x = -10m$ (ചുരുങ്ങൽ) ആയിരിക്കുമ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം F = − (1) (− 10) = +10 N അതായത് ബലം പോസിറ്റീവ് x അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും.

$x = \pm 10m$ ൽ വസ്തുവിൽ അധികമായ ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നുവെങ്കിലും ആ ബിന്ദുക്കളിൽ വസ്തു താൽക്കാലിക വിശ്രമത്തിലായിരിക്കും.

4.2.9 ലംബ വൃത്തത്തിലെ ചലനം

m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ ദ്രവ്യമാനമില്ലാത്തതും വലിച്ചു നീട്ടാൻ സാധിക്കാത്തതുമായ ഒരു ചരടിന്റെ ഒരഗ്രത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട് ചുരുളിന്റെ മറ്റേ അഗ്രം ദൃഢമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഘടന ഒരു ലംബ പ്രതലത്തിൽ വൃത്താകാര ചലനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതായി കരുതുക ചരടിന്റെ നീളം എന്നത് വൃത്താകാര പാതയുടെ ആരം ($\vec{r}$) ആണ്. ചിത്രം (4.14).

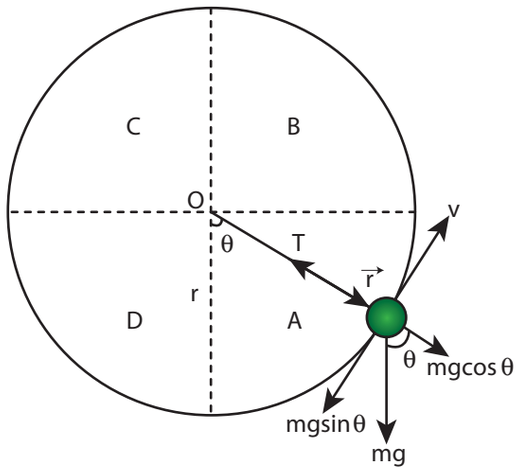
ഫ്രീബോഡി ചിത്രം വരച്ച് വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ കുറിച്ച് ചർച്ച ചെയ്യാം. പൊസിഷൻ വെക്ടർ ($\vec{r}$) ലംബമായി താഴോട്ടുള്ള ദിശയിൽ θ കോൺ ഉണ്ടാക്കുന്നതും തൽക്ഷണ പ്രവേഗവും ചിത്രം 4.14 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

വസ്തുവിൽ രണ്ടു തരത്തിലുള്ള ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

1. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം താഴോട്ട് പതിക്കുന്നു
2. ചരടിന്റെ പിരിമുറുക്കം.

വസ്തുവിൽ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലന നിയമം പ്രയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ,

$$mg\sin\theta = m a_t$$
$$mg\sin\theta = -m\left(\frac{dv}{dt}\right) \qquad (4.28)$$



ചിത്രം 4.14 വൃത്താകാരപാതയിലെ ചലനം

ഇവിടെ, $a_t = -\frac{dv}{dt}$ എന്നത് ടാൻജെൻഷ്യൽ റിട്ടാർഡേഷൻ ആണ്

റേഡിയൽ ദിശയിൽ,

$$T - mg\cos\theta = m a_r$$
$$T - mg\cos\theta = \frac{mv^2}{r} \qquad (4.29)$$

ഇവിടെ, $a_r = \frac{v^2}{r}$ കേന്ദ്രീകൃത ത്വരണം ആണ്.

ചലനത്തെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കാൻ വൃത്തത്തെ A, B, C, D എന്ന് നാല് ഭാഗങ്ങളായി പിരിക്കാം രണ്ട് സമവാക്യങ്ങളെക്കുറിച്ചും മനസ്സിലാക്കേണ്ട നാല് വസ്തുതകൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.:

(i) θ യുടെ എല്ലാ മൂല്യങ്ങൾക്കും വസ്തുവിന് (g sin θ) എന്ന ടാൻജൻഷ്യൽ ത്വരണം ഉണ്ടായിരിക്കും. (($\theta = 0^\circ$ ഒഴികെ) ലംബമായ വൃത്താകാര ചലനം ഏകീകൃത വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ചലനം അല്ല എന്ന് വ്യക്തമാണ്.

(ii) സമവാക്യങ്ങൾ (4.28), (4.29) ൽ നിന്നും പ്രവേഗത്തിന്റെ അളവ് സ്ഥിരമല്ല എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. ചരടിന്റെ മുറുക്കവും സ്ഥിരമല്ല എന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 187 21-07-2022 19:05:46

(iii) സമവാക്യം (4.29), $T = mg\cos\theta + \frac{mv^2}{r}$ വൃത്തത്തിന്റെ A, D എന്നീ ഭാഗങ്ങളിൽ $\left(-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2};\ \cos\theta \text{ പോസിറ്റീവ്}\right)$ mg cosθ എപ്പോഴും ഒന്നിനെക്കാൾ കൂടുതലാണെന്ന് പ്രത്യേകിച്ച് കാണിക്കുന്നു. അതിനാൽ പ്രവേഗം അപ്രത്യക്ഷമാകുമ്പോൾ പിരിമുറുക്കവും അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

(iv) സമവാക്യം (4.29) ൽ, $\frac{mv^2}{r} = T - mg\cos\theta$; പ്രത്യേകിച്ച് കാണിക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ വൃത്തത്തിന്റെ B, C ഭാഗങ്ങളിൽ, $\left(\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{3\pi}{2};\ \cos\theta \text{ നെഗറ്റീവ്}\right)$, രണ്ടാമത്തെ പദം എപ്പോഴും പൂജ്യത്തെക്കാൾ അധികമാണ്. അതിനാൽ പിരിമുറുക്കം അപ്രത്യക്ഷമായാലും പ്രവേഗം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നില്ല.

ലംബ വൃത്തത്തിലെ ചലനത്തിൽ പ്രശ്നങ്ങൾ (കണക്കുകൾ) പരിഹരിക്കുമ്പോൾ ഈ ആശയങ്ങൾ മനസ്സിൽ സൂക്ഷിക്കേണ്ടതാണ്

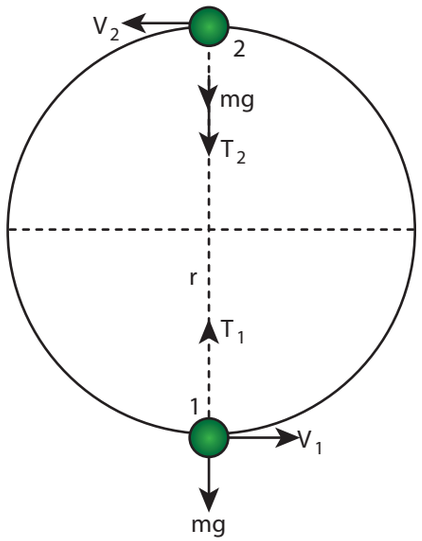
തുടക്കത്തിൽ കൂടുതൽ വിശകലനത്തിനായി ചിത്രം 4.15 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഏറ്റവുംതാഴത്തെബിന്ദു1,ഏറ്റവുംഉയരത്തിലുള്ളബിന്ദു 2 എന്നീ രണ്ട് ബിന്ദുക്കളെ കരുതാം. ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദു (1) ൽ പ്രവേഗം $\vec{v}_1$, ഏറ്റവും ഉയരത്തിലുള്ള ബിന്ദു (2) ൽ പ്രവേഗം, $\vec{v}_2$ ഏതൊരു ബിന്ദുവിലുള്ളപ്രവേഗം$\vec{v}$ആണെന്നുംകരുതാം.വൃത്തത്തിൽ ഏതൊരു ബിന്ദുവിലുള്ള പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശ ആ ബിന്ദുവിൽ വരയ്ക്കുന്ന ടാൻജന്റിന്റെ അതേ ദിശയിലായിരിക്കും ഏറ്റവും താഴെയുള്ള ബിന്ദുവിൽ മുറുക്കം$\vec{T}_1$,ഏറ്റവുംഉയരെയുള്ളബിന്ദുവിൽമുറുക്കം $\vec{T}_2$, ബാക്കിയുള്ള ബിന്ദുക്കളിൽ T ആണെന്നും കരുതുക. ഓരോ ബിന്ദുവിലുള്ള മുറുക്കവും കേന്ദ്രത്തിലോട്ടായിരിക്കും. രണ്ട് ബിന്ദുക്കളിലേയും മുറുക്കവും പ്രവേഗവും ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമമനുസരിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാം.

ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദു *(1)*

വസ്തു താഴത്തെ ബിന്ദുവിലായിരിക്കുമ്പോൾ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം $m\vec{g}$ താഴോട്ട് ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. മറ്റൊന്ന് മുറുക്കം $\vec{T}_1$ ലംബമായി മുകളിലോട്ടായിരിക്കും. അതായത് കേന്ദ്രത്തിലോട്ടാണ് സമവാക്യം (4.29) ൽ നിന്നും നമുക്ക് കിട്ടുന്നത്

$$T_1 - mg = \frac{mv_1^2}{r} \qquad (4.30)$$

$$T_1 = \frac{mv_1^2}{r} + mg \qquad (4.31)$$



ചിത്രം 4.15 വൃത്താകാരപാതയിലെ ചലനം ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദു, ഏറ്റവും മുകളിലത്തെ ബിന്ദു.

ഏറ്റവും മുകളിലുണ്ടെ ബിന്ദു *(2)*

ഏറ്റവും മുകളിലത്തെ ബിന്ദു 2 ൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും $m\vec{g}$, മുറുക്കവും $\vec{T}_2$ താഴോട്ട് പതിക്കുന്നു. അതായത് വീണ്ടും കേന്ദ്രത്തിലോട്ട്..

$$T_2 + mg = \frac{mv_2^2}{r} \qquad (4.32)$$

$$T_2 = \frac{mv_2^2}{r} - mg \qquad (4.33)$$

സമവാക്യങ്ങൾ (4.31, 4.33) ൽ നിന്നും $T_1 > T_2$ ആണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം. മുറുക്ക വ്യത്യാസം $T_1 - T_2$ കണ്ടുപിടിക്കാൻ സമവാക്യം (4.33) നെ (4.31) ൽ നിന്നും കുറയ്ക്കണം.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 188 21-07-2022 19:05:48

$$T_1 - T_2 = \frac{mv_1^2}{r} + mg - \left(\frac{mv_2^2}{r} - mg\right)$$

$$= \frac{mv_1^2}{r} + mg - \frac{mv_2^2}{r} + mg$$

$$T_1 - T_2 = \frac{m}{r}\left[v_1^2 - v_2^2\right] + 2mg \qquad (4.34)$$

ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം ബിന്ദു 1 നും ബിന്ദു 2 നും പ്രയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ $\left[v_1^2 - v_2^2\right]$ വളരെ എളുപ്പത്തിൽ കണ്ടുപിടിക്കണം.



വസ്തുവിൽ മുറുക്കത്താൽ യാതൊരു പ്രവൃത്തിയും ചെയ്യപ്പെടുന്നില്ല. മുറുക്കവും ചലനദിശയും എപ്പോഴും ലംബമായിരിക്കും.

ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം ഒരു സംരക്ഷിത ബലമായതിനാൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ വസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി ചലനത്തിലുടനീളം സ്ഥിരമായിരിക്കും. .

ബിന്ദു (1) ൽ ഉള്ള സഫല ഊർജ്ജം (E_1)
ബിന്ദു (2) ൽ ഉള്ള സഫല ഊർജ്ജത്തിനു (E_2) സമമായിരിക്കും

$$E_1 = E_2 \qquad (4.35)$$

ബിന്ദു (1) ൽ സ്ഥിതികോർജ്ജം $U_1 = 0$ (ബിന്ദു (1) നെ റഫറൻസ് ബിന്ദുവായി എടുത്തിരിക്കുന്നു)

ബിന്ദു (1) ൽ ഗതികോർജ്ജം, $KE_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$

ബിന്ദു 1 ൽ സഫല ഊർജ്ജം, $E_1 = U_1 + KE_1 =$

$= 0 + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1^2$

ഇതുപോലെ ബിന്ദു 2 ൽ സ്ഥിതികോർജ്ജം, $U_2 = mg\,(2r)$ (ബിന്ദു 1 ൽ h എന്നത് 2r)

ബിന്ദു 2 ൽ ഗതികോർജ്ജം, $KE_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$

ബിന്ദു 2 ൽ സഫല ഊർജ്ജം, $E_2 = U_2 + KE_2 =$

$2\,mg\,r + \frac{1}{2}mv_2^2$

ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമമനുസരിച്ച് സമവാക്യം (4.35)

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = 2mgr + \frac{1}{2}mv_2^2$$

പുനഃക്രമീകരണത്തിനു ശേഷം ,

$$\frac{1}{2}m\left(v_1^2 - v_2^2\right) = 2mgr$$

$$v_1^2 - v_2^2 = 4gr \qquad (4.36)$$

സമവാക്യം 4.36 നെ സമവാക്യം 4.34 ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ,

$$T_1 - T_2 = \frac{m}{r}\left[4gr\right] + 2mg$$

മുറുക്ക വ്യത്യാസം

$$T_1 - T_2 = 6\ mg \qquad (4.37)$$

ഏണ്ടവും ഉയരമുണ്ട ബിന്ദുവിലെ കുറഞ്ഞ പ്രവേഗം *(2)*

ബിന്ദു 2 ൽ വസ്തുവിന് കുറഞ്ഞ പ്രവേഗമായിരിക്കണം. അല്ലെങ്കിൽ ബിന്ദു 2 ൽ എത്തുന്നതിനു മുമ്പ് ചരട് അയഞ്ഞ് ചലനം വൃത്താകാരമാകില്ല. ഈ കുറഞ്ഞ വേഗം കണ്ടുപിടിക്കാൻ സമവാക്യം (4.35) ൽ $T_2 = 0$ എന്നു കരുതുക.

$$0 = \frac{mv_2^2}{r} - mg$$

$$\frac{mv_2^2}{r} = mg$$

$$v_2^{\ 2} = rg$$

$$v_2 = \sqrt{gr} \qquad (4.38)$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 189 21-07-2022 19:05:52

വൃത്താകാര പാത നിലനിർത്താൻ ബിന്ദു 2 ൽ വസ്തുവിന്റെ വേഗം, $v_2 \geq \sqrt{gr}$

താഴത്തെ ബിന്ദു 1 ലെ കുറഞ്ഞ വേഗം : ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദു 1 ൽ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ വേഗം. രണ്ടാമത്തെ ബിന്ദുവിൽ കുറഞ്ഞ വേഗമായ $\left(v_2 = \sqrt{gr}\right)$ ഉണ്ടായിരിക്കണമെങ്കിൽ ഒന്നാമത്തെ ബിന്ദുവിലും കുറഞ്ഞ വേഗം ഉണ്ടായിരിക്കണം.

സമവാക്യം (4.36) ഉപയോഗിച്ച് ബിന്ദു 1 ലുള്ള കുറഞ്ഞ വേഗം കണ്ടുപിടിക്കാം.

$$v_1^2 - v_2^2 = 4gr$$

സമവാക്യം (4.38) നെ (4.36) ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ,

$$v_1^2 - gr = 4gr$$

$$v_1^2 = 5gr$$

$$v_1 = \sqrt{5gr} \qquad (4.39)$$

വൃത്താകാര പാത നിലനിർത്തണമെങ്കിൽ വസ്തുവിന് ബിന്ദു 1, ൽ ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ട ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ വേഗം $v_1 \geq \sqrt{5gr}$

സമവാക്യം (4.38), (4.39), ൽ നിന്നും ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദു 1 ൽ വേഗം $\sqrt{5}$ മടങ്ങ് ഏറ്റവും ഉയരത്തിലുള്ള ബിന്ദു 2, ലുള്ള വേഗത്തെക്കാൾ കൂടുതലായാൽ മാത്രമേ വസ്തു വൃത്താകാര പാതയിൽ നിന്നും വ്യതിചലിക്കാറില്ല എന്ന് വ്യക്തമാണ്.

ഉദാഹരണം 4.17

കയറുകെട്ടിയ ഒരു ബക്കറ്റ് വെള്ളത്തോടുകൂടി 0.5 മീറ്റർ ആരമുള്ള ഒരു വൃത്താകാരപാതയിൽ ചുഴറ്റുക. ചുഴറ്റുമ്പോൾ വെള്ളം താഴെ വീഴാതിരിക്കണമെങ്കിൽ ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദുവിലുള്ള കുറഞ്ഞ പ്രവേഗം കണ്ടുപിടിക്കുക. ($g = 10\ ms^{-2}$)

നിർദ്ധാരണം

വൃത്തത്തിന്റെ ആരം $r = 0.5\ m$

ഏറ്റവും ഉയരമുള്ള ബിന്ദുവിലെ വേഗം $v_2 = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \times 0.5} = \sqrt{5}\ \ ms^{-1}$. ഏറ്റവും താഴത്തെ ബിന്ദുവിലുള്ള വേഗം $v_1 = \sqrt{5gr} = \sqrt{5} \times \sqrt{gr} = \sqrt{5} \times \sqrt{5} = 5\ ms^{-1}$

4.3 ക്ഷമത

4.3.1 ക്ഷമതയുടെ നിർവ്വചനം

ഒരു വസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി ഏതു നിരക്കിലാണ് എന്നതിനെ അളക്കുന്നതാണ് ക്ഷമത ക്ഷമതയെ പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്ന നിരക്ക് അല്ലെങ്കിൽ ഊർജ്ജം കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്ന നിരക്ക് എന്ന് നിർവ്വചിക്കാം.

$$\text{ക്ഷമത } (P) = \frac{\text{ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി } (W)}{\text{സമയം } (t)}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

ശരാശരി ക്ഷമത

ശരാശരി ക്ഷമത എന്നത് സഫല പ്രവൃത്തിയുടെയും ആകെ സമയത്തിന്റെയും അനുപാതമാണ്. .

$$P_{\text{ശരാശരി}} = \frac{\text{സഫല പ്രവൃത്തി}}{\text{ആകെ സമയം}}$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 190 21-07-2022 19:05:54

തൽക്ഷണ ക്ഷമത

തൽക്ഷണ സമയത്തുള്ള ക്ഷമതയെ തൽക്ഷണ ക്ഷമത എന്നു പറയുന്നു. (സമയ ഇടവേള പൂജ്യത്തോടടുക്കുമ്പോഴുള്ള ക്ഷമത) ($P_{\text{തൽക്ഷണം}}$)

$$P_{\text{തൽക്ഷണം}} = \frac{dW}{dt}$$

4.3.2 ക്ഷമതയുടെ മാത്ര

ക്ഷമത ഒരു അദിശ അളവാണ്. അതിന്റെ ഡൈമൻഷൻ $[ML^2T^{-3}]$ SI ൽ ക്ഷമതയുടെ മാത്ര വാട്ട് (W) ആണ്. ഒരു സെക്കന്റിൽ ഒരു ജൂൾ പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ ക്ഷമത ഒരു വാട്ട് എന്ന് നിർവ്വചിക്കാം., ($1\ W = 1\ J\ s^{-1}$).

ക്ഷമതയുടെ വലിയ മാത്രകൾ കിലോ വാട്ട് (kW), മെഗാവാട്ട് (MW), ഗിഗാ വാട്ട് (GW) എന്നിവയാണ്.

$1kW = 1000\ W = 10^3$ വാട്ട്

$1MW = 10^6$ വാട്ട്

$1GW = 10^9$ വാട്ട്

മോട്ടോർ, യന്ത്രങ്ങൾ, ചില വാഹനങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് ക്ഷമതയുടെ പഴമയാർന്ന മാത്രയായ കുതിരശക്തി (hp) ഇന്നും ഉപയോഗിച്ച് വരുന്നു. കുതിരശക്തിയെ വാട്ട് എന്ന മാത്രയിലേയ്ക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്താൽ

$$1\ hp = 746\ W$$

വൈദ്യുത ഉപകരണങ്ങളിൽ വൈദ്യുത ക്ഷമത വാട്ടിൽരേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടാകും.100 W ബൾബ് ഒരു സെക്കന്റിൽ 100 ജൂൾ വൈദ്യുതോർജ്ജം ഉപഭോഗം ചെയ്യുന്നു. പ്രവൃത്തിയുടെ മാത്രയായ ജൂളിനെ ക്ഷമതയുടെ മാത്രയായ വാട്ട്, സമയത്തിന്റെ മാത്രയായ സെക്കന്റിൽ എഴുതിയാൽ $1\ J = 1\ W\ s$ വൈദ്യുത ഉപകരണങ്ങൾ കൂടുതൽ മണിക്കൂറുകൾ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ വളരെ അധികം ഊർജ്ജം ഉപഭോഗം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. വൈദ്യുത ഊർജ്ജത്തെ വാട്ട് സെക്കന്റിൽ എഴുതുമ്പോൾ അധികം സംഖ്യാ മൂല്യങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതിനാൽ വൈദ്യുത ഊർജ്ജത്തെ കിലോ വാട്ട് അവർ എന്ന മാത്രയിൽ അളക്കുന്നു.

1 വൈദ്യുത യൂണിറ്റ് = 1 kWh = $1 \times (10^3\ W) \times (3600\ s)$

1 വൈദ്യുത യൂണിറ്റ് = $3600 \times 10^3\ W\ s$

1 വൈദ്യുത യൂണിറ്റ് = $3.6 \times 10^6\ J$

$1\ kWh = 3.6 \times 10^6\ J$

വൈദ്യുത ബില്ലുകളിൽ വൈദ്യുത ഉപഭോഗം kWh മാത്രയിൽ കാണാം. 1 യൂണിറ്റ് വൈദ്യുത ഊർജ്ജം = 1 kWh

(**കുറിപ്പ്** kWh എന്നത് ഊർജ്ജത്തിന്റെ യൂണിറ്റാണ്, പവറിന്റെതല്ല)

ഉദാഹരണം 4.18

75 W വൈദ്യുത വിശറിയെ ദിവസവും 8 മണിക്കൂർ നേരം ഒരു മാസം പ്രവർത്തിപ്പിച്ചാൽ ഉപഭോഗം ചെയ്യപ്പെട്ട ഊർജ്ജത്തെ വൈദ്യുത യൂണിറ്റിൽ കണ്ടുപിടിക്കുക.

നിർദ്ധാരണം

ക്ഷമത, $P = 75\ W$

ഉപയോഗിച്ച സമയം, $t = 8$ മണിക്കൂർ $\times$ 30 ദിവസം = 240 മണിക്കൂർ

ഉപഭോഗം ചെയ്യപ്പെട്ട വൈദ്യുത ഊർജ്ജം എന്നത് ക്ഷമതയുടെയും (പവർ) സമയത്തിന്റെയും ഗുണനഫലമാണ്.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 191 21-07-2022 19:05:55

വൈദ്യുത ഊർജ്ജം = ക്ഷമത × ഉപയോഗിച്ച സമയം = P × t

= 75 വാട്ട് × 240 മണിക്കൂർ

= 18000 വാട്ട് മണിക്കൂർ

= 18 കിലോവാട്ട് മണിക്കൂർ = 18 kWh

1 വിദ്യുത്മാത്ര = 1 kWh

വൈദ്യുത ഊർജ്ജം = 18 മാത്ര



ജ്വലിക്കുന്ന വിളക്കുകൾ 1000 മണിക്കൂർ പ്രകാശിക്കുന്നു. CFL വിളക്കുകൾ 6000 മണിക്കൂർ പ്രകാശിക്കുന്നു. എന്നാൽ LED വിളക്കുകൾ 50,000 മണിക്കൂർ പ്രകാശിക്കുന്നു. (ഏകദേശം ഒരു ദിവസം 5.5 മണിക്കൂർ വീതം 25 വർഷം).

4.3.3 ക്ഷമതയ്ക്കും പ്രവേഗത്തിനുമുള്ള ബന്ധം

$\vec{F}$ ബലത്താൽ $d\vec{r}$ സ്ഥാനാന്തരത്തിനുള്ള പ്രവൃത്തി

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} \qquad (4.40)$$

സമവാക്യം (4.40) ഇടതുവശം ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$W = \int dW = \int \frac{dW}{dt} dt$$

(dt യാൽ ഗുണിക്കുകയും ഹരിക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു) (4.41)

പ്രവേഗം $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$; $d\vec{r} = \vec{v}\,dt$. സമവാക്യം (4.40) വലതുവശം ഇപ്രകാരം എഴുതാം

$$\int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int \left(\vec{F} \cdot \frac{d\vec{r}}{dt} \right) dt = \int \left(\vec{F} \cdot \vec{v} \right) dt \quad \left[\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \right] \qquad (4.42)$$

സമവാക്യം (4.41), (4.42) നെ സമവാക്യം (4.40), ത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ നമുക്ക്

$$\int \frac{dW}{dt} dt = \int \left(\vec{F} \cdot \vec{v} \right) dt$$

$$\int \left(\frac{dW}{dt} - \vec{F} \cdot \vec{v} \right) dt = 0$$

ഈ ബന്ധം dt യുടെ യാതൊരു ഏകപക്ഷീയമായ മൂല്യത്തിനും ശരിയായിരിക്കും. ഇത് ബ്രാക്കറ്റിനുള്ളിലുള്ള പദം പൂജ്യമായിരിക്കണം എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതായത്

$$\frac{dW}{dt} - \vec{F} \cdot \vec{v} = 0$$

അഥവാ

$$\frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = P \qquad (4.43)$$

ഉദാഹരണം 4.19

1250 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വാഹനം $0.2\ m\,s^{-2}$ ത്വരണത്തിൽ ഒരു നേരായ പാതയിൽ കൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ബാഹ്യ പ്രതിരോധ ബലം 500 N എതിരായി സഞ്ചരിക്കുന്നു. വാഹനത്തിന്റെ പ്രവേഗം $30\ m\,s^{-1}$ ആണെങ്കിൽ വാഹനത്തിന്റെ യന്ത്രത്തിന്റെ ക്ഷമത കണ്ടുപിടിക്കുക

നിഗ്ഗണ്ടാരണം

ബാഹ്യ പ്രതിരോധ ബലത്തിനെതിരായി യന്ത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ വാഹനം ത്വരണത്തിൽ ചലിക്കുന്നു. അതിനാൽ യന്ത്രത്തിന്റെക്ഷമത

P = (ബാഹ്യ പ്രതിരോധ ബലം + ദ്രവ്യമാനം × ത്വരണം) (പ്രവേഗം)

$P = \vec{F}_{-\text{ആകെ}} \cdot \vec{v} = (F_{\text{പ്രതിരോധം}} + F)\vec{v}$

$P = \vec{F}_{\text{ആകെ}} \cdot \vec{v} = (F_{\text{പ്രതിരോധം}} + ma)\vec{v}$

$= (500\ N + (1250\ kg) \times (0.2\ ms^{-2}))$
$(30\ ms^{-1}) = 22.5\ kW$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 192 21-07-2022 19:05:58

4.4 കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ

നമുക്ക് ചുറ്റും എപ്പോഴും നടക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസമാണ് കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ. ഉദാഹരണം കാരംസ്, ബില്യാർഡ്സ്, ഗോലികളി എന്നിവ. കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ നടക്കുമ്പോൾ രണ്ട് വസ്തുക്കൾക്ക് ശരീരിക സമ്പർക്കം ഉണ്ടാകുകയും ഇല്ലാതിരിക്കുകയും ചെയ്യാം.

എല്ലാ കൂട്ടിമുട്ടലുകളിലും ആകെ രേഖീയ ആക്കം സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. രണ്ട് വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടിയാൽ Δt സമയത്തിലെ പരസ്പരമുള്ള ആവേഗ ബലങ്ങൾ അവരുടെ ആക്കത്തിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടാക്കും. അതായത് ആദ്യത്തെ വസ്തു രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിൽ ഒരു ബലം $\vec{F}_{21}$ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമമനുസരിച്ച് രണ്ടാമത്തെ വസ്തു ആദ്യത്തെ വസ്തുവിൽ $\vec{F}_{12}$ എന്ന ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഇതിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ആക്ക വ്യത്യാസം ആദ്യത്തെ വസ്തുവിന് $\Delta\vec{p}_1$ രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിന് $\Delta\vec{p}_2$ അതിനാൽ

$$\Delta\vec{p}_1 = \vec{F}_{12}\Delta t \qquad (4.44)$$

$$\Delta\vec{p}_2 = \vec{F}_{21}\Delta t \qquad (4.45)$$

സമവാക്യങ്ങൾ (4.44), (4.45), നെ കൂട്ടുമ്പോൾ

$$\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \vec{F}_{12}\Delta t + \vec{F}_{21}\Delta t = \left(\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21}\right)\Delta t$$

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലന നിയമമനുസരിച്ച്,

$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

$$\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = 0$$

$$\Delta\left(\vec{p}_1 + \vec{p}_2\right) = 0$$

രണ്ട് വശത്തും Δt കൊണ്ട് ഗുണിക്കുകയും $\Delta t \to 0$,

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\left(\vec{p}_1 + \vec{p}_2\right)}{\Delta t} = \frac{d\left(\vec{p}_1 + \vec{p}_2\right)}{dt} = 0$$

മുകളിൽ തന്നിട്ടുള്ള സമവാക്യത്തിൽ നിന്നും രേഖീയ ആക്കം ഒരു സംരക്ഷിത അളവാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

കുറിപ്പ്: ആക്കം ഒരു സദിശ അളവാണ്. അതിനാൽ സഫല ആക്കം കണ്ടുപിടിക്കാൻ സദിശ കൂട്ടൽ നിയമം പിന്തുടരേണ്ടതാണ്.

4.4.1 കൂട്ടിമുട്ടലുകളുടെ വകഭേദങ്ങൾ

എല്ലാത്തരം കൂട്ടിമുട്ടലുകളിലും ആകെ രേഖീയ ആക്കവും ആകെ ഊർജ്ജവും സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ആകെ ഗതികോർജ്ജം എപ്പോഴും സംരക്ഷിക്കപ്പെടണമെന്നില്ല. പ്രാരംഭ ഗതിക ഊർജ്ജത്തിന്റെ കുറച്ചു ഭാഗം മറ്റു തരം ഊർജ്ജങ്ങളായി മാറുന്നു. കാരണം കൂട്ടിമുട്ടലിന്റെ ആഘാതവും കൂട്ടിമുട്ടലിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന രൂപാന്തരവും സാധാരണയായി, താപം, ശബ്ദം, പ്രകാശം എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ ഫലങ്ങളെല്ലാം കണക്കിലെടുത്താൽ, നമുക്ക് കൂട്ടിമുട്ടലുകളെ താഴെ പറയുന്ന രീതിയിൽ തരം തിരിക്കാം:

(a) ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ

(b) ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ

(a) ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ

കൂട്ടിമുട്ടൽ പ്രതിഭാസത്തിൽ വസ്തുക്കളുടെ പ്രാരംഭ സഫല ഗതികോർജ്ജം (കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുമ്പ്) അന്ത്യ സഫല ഗതികോർജ്ജത്തിനു (കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം) സമമായിരുന്നാൽ അത്തരത്തിലുള്ള കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്നു പറയുന്നു. അതായത്

പ്രാരംഭ സഫല ഗതികോർജ്ജം = അന്ത്യ സഫല ഗതികോർജം

(b) ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ

കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ, വസ്തുക്കളുടെ പ്രാരംഭ സഫല ഗതികോർജ്ജം (കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുമ്പ്) അന്ത്യ സഫല

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 193 21-07-2022 19:06:00

ഗതികോർജ്ജത്തിന് (കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം) സമമല്ല എങ്കിൽ ഇതിനെ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്നു പറയാം. അതായത്

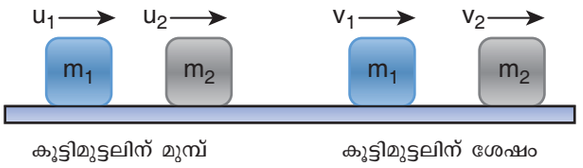
പ്രാരംഭ സഫല ഗതികോർജ്ജം ണ്ട അന്ത്യ സഫല ഗതികോർജ്ജം

$$\left(\begin{array}{c}\text{കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പ്}\\ \text{പ്രാരംഭ സഫല}\\ \text{ഗതികോർജം}\end{array}\right) - \left(\begin{array}{c}\text{കൂട്ടിമുട്ടലിനു}\\ \text{ശേഷം അന്ത്യ}\\ \text{സഫലഗതികോർജം}\end{array}\right) = \left(\begin{array}{c}\text{കൂട്ടിമുട്ടലിൽ}\\ \text{നഷ്ടമാകുന്ന}\\ \text{ഊർജ്ജം}\end{array}\right) = \Delta Q$$

ഗതികോർജ്ജം സംരക്ഷിതമല്ലെങ്കിലും സഫല ഊർജ്ജം സംരക്ഷിതമാണ്. കാരണം സഫല ഊർജ്ജം എന്നത് ഗതികോർജ്ജവും കൂട്ടിമുട്ടലിൽ നഷ്ടമാകുന്ന ഊർജ്ജം ΔQ ഉം ആണ്. കൂട്ടിമുട്ടലിൽ നഷ്ടമാകുന്ന ഗതികോർജ്ജം ശബ്ദം, താപം എന്നിങ്ങനെ പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കൂട്ടിമുട്ടലിൽ, കൂട്ടിയിടിക്കു ശേഷം രണ്ടു കണങ്ങളും ഒന്നു ചേരുകയാണെങ്കിൽ അതിനെ പൂർണ്ണമായും ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള കൂട്ടിമുട്ടൽ പലപ്പോഴും നാം കാണാറുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി ചലിക്കുന്ന ഒരു വാഹനത്തിൽ കളിമണ്ണിനെ എറിയുകയാണെങ്കിൽ, കളിമണ്ണ് വാഹനത്തിൽ ഒട്ടിച്ചേരുകയും രണ്ടും ഒരേ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

4.4.2 ഏകമാനത്തിലെ ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടൽ

m_1, m_2 ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ടു ഇലാസ്തിക കണികകൾ ഘർഷണമില്ലാത്ത ഒരു തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ നേർരേഖയിൽ (പോസിറ്റീവ് x ദിശയിൽ) സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കരുതുക. ചിത്രം 4.16 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ



ചിത്രം 4.16 ഏകമാനത്തിലെ ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടൽ

ദ്രവ്യമാനം	പ്രാരംഭ പ്രവേഗം	അന്ത്യ പ്രവേഗം
ദ്രവ്യമാനം m_1	u_1	v_1
ദ്രവ്യമാനം m_2	u_2	v_2

കൂട്ടിമുട്ടൽ നടക്കാൻ, കണിക m_1 കണിക m_2 വിനെക്കാൾ വേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നതായി കരുതുക. അതായത് $u_1 > u_2$ ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലിൽ, രണ്ടു കണികകളുടെ, സഫല രേഖീയ ആക്കവും, സഫല ഗതികോർജ്ജവും കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുൻപും പിൻപും സമമായിരിക്കും.

പട്ടിക 4.4 ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലുകളും ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലുകളും തമ്മിലുള്ള താരതമ്യം

ക്ര ന	ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടൽ	ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടൽ
1.	സഫല ആക്കം സംരക്ഷിതമാണ്.	സഫല ആക്കം സംരക്ഷിതമാണ്
2.	സഫല ഗതികോർജ്ജം സംരക്ഷിതമാണ്.	സഫല ഗതികോർജ്ജം സംരക്ഷിതമല്ല
3.	പങ്കെടുക്കുന്ന ബലങ്ങൾ സംരക്ഷിത ബലങ്ങളാണ്	പങ്കെടുക്കുന്ന ബലങ്ങൾ അസംരക്ഷിത ബലങ്ങളാണ്
4.	യാന്ത്രികോർജ്ജം നശിക്കുന്നില്ല.	യാന്ത്രികോർജ്ജം താപം, പ്രകാശം, ശബ്ദം എന്നിങ്ങനെ നശിക്കുന്നു.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 194 21-07-2022 19:06:01

	m_1 ന്റെ ആക്കം	m_2 ന്റെ ആക്കം	സഫല രേഖീയ ആക്കം
കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പ്	$p_{i1} = m_1 u_1$	$p_{i2} = m_2 u_2$	$p_i = p_{i1} + p_{i2}$ $p_i = m_1 u_1 + m_2 u_2$
കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷം	$p_{f1} = m_1 v_1$	$p_{f2} = m_2 v_2$	$p_f = p_{f1} + p_{f2}$ $p_f = m_1 v_1 + m_2 v_2$

രേഖീയ ആക്കസംരക്ഷിത നിയമമനുസരിച്ച്,

കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുൻപുള്ള സഫല ആക്കം (p_i) = കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷമുള്ള സഫല ആക്കം (p_f)

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \qquad (4.46)$$

അഥവാ $m_1(u_1 - v_1) = m_2(v_2 - u_2)$ (4.47)

ഇതു കൂടാതെ,

	m_1 ന്റെ ഗതികോർജ്ജം	m_2 ന്റെ ഗതികോർജ്ജം	സഫല ഗതികോർജ്ജം
കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുമ്പ്	$KE_{i1} = \frac{1}{2} m_1 u_1^2$	$KE_{i2} = \frac{1}{2} m_2 u_2^2$	$KE_i = KE_{i1} + KE_{i2}$ $KE_i = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$
കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷം	$KE_{f1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$	$KE_{f2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$	$KE_f = KE_{f1} + KE_{f2}$ $KE_f = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$

ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലുകൾക്ക്,

കൂട്ടിമുട്ടലിന്മുൻപുള്ളസഫലഗതികോർജ്ജം KE_i = കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷമുള്ള സഫലഗതികോർജ്ജം KE_f

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \qquad (4.48)$$

പദങ്ങളെ ലഘൂകരിക്കുകയും ക്രമീകരിക്കുകയും ചെയ്താൽ,

$$m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(v_2^2 - u_2^2)$$

$a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$, എന്ന സൂത്രം ഉപയോഗിച്ച് മുകളിലുള്ള സമവാക്യത്തെ നമുക്ക് ഇങ്ങനെ എഴുതാം

$$m_1(u_1 + v_1)(u_1 - v_1) = m_2(v_2 + u_2)(v_2 - u_2) \qquad (4.49)$$

സമവാക്യം (4.49) നെ (4.47) കൊണ്ട് വിഭജിച്ചാൽ,

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 195 21-07-2022 19:06:07

$$\frac{m_1(u_1+v_1)(u_1-v_1)}{m_1(u_1-v_1)}=\frac{m_2(v_2+u_2)(v_2-u_2)}{m_2(v_2-u_2)}$$

$u_1+v_1=v_2+u_2$

$u_1-u_2=v_2-v_1$ പുനഃക്രമീകരണത്തിനു ശേഷം(4.50)

സമവാക്യം (4.50) നെ മാറ്റി എഴുതിയാൽ

$$u_1-u_2=-(v_1-v_2)$$

നേർക്കുനേർ ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലുകളിൽ, രണ്ട് ഇലാസ്തിക കണികകളുടെ കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷമുള്ള ആപേക്ഷിക വേഗത്തിന്റെ അളവ് കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുൻപുള്ള ആപേക്ഷിക വേഗത്തിന്റെ അളവിനു സമവും എതിർ ദിശയിലും ആയിരിക്കും. മാത്രമല്ല ഈ ഫലം ദ്രവ്യമാനത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നില്ല.

മുകളിൽ തന്നിട്ടുള്ള സമവാക്യം v_1 മറ്റും v_2 ന് മാറ്റി എഴുതിയാൽ,

$$v_1=v_2+u_2-u_1 \qquad (4.51)$$

അഥവാ

$$v_2=u_1+v_1-u_2 \qquad (4.52)$$

അന്ത്യ പ്രവേഗങ്ങൾ v_1, v_2 കണ്ടുപിടിക്കൽ:
സമവാക്യം (4.52) നെ (4.47) ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ m_1 ന്റെ പ്രവേഗം കിട്ടും

$$m_1(u_1-v_1)=m_2(u_1+v_1-u_2-u_2)$$

$$m_1(u_1-v_1)=m_2(u_1+v_1-2u_2)$$

$$m_1u_1-m_1v_1=m_2u_1+m_2v_1-2m_2u_2$$

$$m_1u_1-m_2u_1+2m_2u_2=m_1v_1+m_2v_1$$

$$(m_1-m_2)u_1+2m_2u_2=(m_1+m_2)v_1$$

$$\text{or } v_1=\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1+\left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)u_2 \qquad (4.53)$$

ഇതുപോലെ സമവാക്യം (4.51) നെ (4.47) പ്രസ്താവിച്ചാൽ അഥവാ സമവാക്യം (4.53) സമവാക്യം (4.52), ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ m_2 ന്റെ അന്ത്യ പ്രവേഗം

$$v_2=\left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}\right)u_1+\left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right)u_2 \qquad (4.54)$$

സന്ദർഭം 1: കണികകൾക്ക് ഒരേ ദ്രവ്യമാനമായിരിക്കുമ്പോൾ $m_1=m_2$,

സമവാക്യം $(4.53) \Rightarrow v_1=(0)\,u_1+\left(\frac{2m_2}{2m_2}\right)u_2$

$$v_1=u_2 \qquad (4.55)$$

സമവാക്യം $(4.54) \Rightarrow v_2=\left(\frac{2m_1}{2m_1}\right)u_1+(0)u_2$

$$v_2=u_1 \qquad (4.56)$$

സമവാക്യങ്ങൾ (4.55), (4.56) ഏകമാന ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലിൽ രണ്ടു സമ ദ്രവ്യമാനമുള്ള കണികകൾ കൂട്ടിമുട്ടിയതിനു ശേഷം അവയുടെ പ്രവേഗങ്ങൾ കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്ന് കാണിക്കുന്നു.

സന്ദർഭം 2: രണ്ട് കണികകൾക്കും ഒരേ ദ്രവ്യമാനവും, അതായത് $m_1=m_2$ രണ്ടാമത്തെ കണിക (സാധാരണമായി ടാർഗെറ്റ്) വിശ്രമത്തിലുമാണെങ്കിൽ $(u_2=0)$,

$m_1=m_2$, $u_2=0$ എന്ന് സമവാക്യം (4.53), മറ്റും (4.54) ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ,

സമവാക്യം (4.53) ൽ നിന്നും $\Rightarrow v_1=0$ (4.57)

സമവാക്യം (4.54) ൽ നിന്നും $\Rightarrow v_2=u_1$ (4.58)

ആദ്യത്തെ കണിക വിശ്രമത്തിലെത്തുമ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ കണിക ആദ്യത്തെ കണികയുടെ

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 196 21-07-2022 19:06:11

പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നു എന്ന് സമവാക്യങ്ങൾ (4.57), (4.58) കാണിക്കുന്നു.

സന്ദർഭം 3:

രണ്ടാമത്തെ കണികയെക്കാൾ ആദ്യത്തെ കണിക വളരെ ഭാരം കുറഞ്ഞതാണ്.

$\left(m_1 << m_2, \frac{m_1}{m_2} << 1\right)$ എങ്കിൽ അപുപാതം $\frac{m_1}{m_2} \approx 0$ മാത്രമല്ല ടാർഗെറ്റ് വിശ്രമത്തിലാണ് $(u_2 = 0)$

സമവാക്യം (4.5) ന്റെ അംശവും ഛേദവും m_2, കൊണ്ട് വിഭജനം ചെയ്താൽ

$$v_1 = \left(\frac{\frac{m_1}{m_2} - 1}{\frac{m_1}{m_2} + 1}\right) u_1 + \left(\frac{2}{\frac{m_1}{m_2} + 1}\right)(0)$$

$$v_1 = \left(\frac{0-1}{0+1}\right) u_1$$

$$v_1 = -u_1 \qquad (4.59)$$

സമാനമായി,

സമവാക്യം (4.54) ന്റെ അംശവും ഛേദവും m_2, കൊണ്ട് വിഭജിച്ചാൽ

$$v_2 = \left(\frac{2\frac{m_1}{m_2}}{\frac{m_1}{m_2} + 1}\right) u_1 + \left(\frac{1 - \frac{m_1}{m_2}}{\frac{m_1}{m_2} + 1}\right)(0)$$

$$v_2 = (0) u_1 + \left(\frac{1 - \frac{m_1}{m_2}}{\frac{m_1}{m_2} + 1}\right)(0)$$

$$v_2 = 0 \qquad (4.60)$$

ഒന്നാമത്തെ കണിക ഭാരം കുറഞ്ഞതാൽ എതിർ ദിശയിൽ അതേ പ്രവേഗത്തിൽ തിരിച്ചു ചെല്ലുന്നു എന്ന് സമവാക്യം (4.59) സൂചിപ്പിക്കുന്നു. രണ്ടാമത്തെ ഭാരമേറിയ കണിക കൂട്ടിമുട്ടൽ നടന്നതിനു ശേഷവും വിശ്രമത്തിലാണെന്ന് സമവാക്യം (4.60) സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഒരു പന്തിനെ ചുമരിലേയ്ക്ക് എറിയുകയാണെങ്കിൽ പന്ത് അതേ പ്രവേഗത്തിൽ തിരിച്ചു വരുന്നു.

സന്ദർഭം 4:

രണ്ടാമത്തെ കണിക ആദ്യത്തെ കണികയെക്കാൾ വളരെ ഭാരം കുറവാണെങ്കിൽ

$\left(m_2 << m_1, \frac{m_2}{m_1} << 1\right)$ എങ്കിൽ അനുപാതം

$\frac{m_2}{m_1} \approx 0$

മാത്രമല്ല ലക്ഷ്യം മിശ്രമത്തിലാണെങ്കിൽ (u_2=0).

സമവാക്യം (4.53) ന്റെ അംശവും ഛേദവും m_1, കൊണ്ട് വിഭജിച്ചാൽ

$$v_1 = \left(\frac{1 - \frac{m_2}{m_1}}{1 + \frac{m_2}{m_1}}\right) u_1 + \left(\frac{2\frac{m_2}{m_1}}{1 + \frac{m_2}{m_1}}\right)(0)$$

$$v_1 = \left(\frac{1-0}{1+0}\right) u_1 + \left(\frac{0}{1+0}\right)(0)$$

$$v_1 = u_1 \qquad (4.61)$$

സമാനമായി ,

സമവാക്യം (4.58) ന്റെ അംശവും ഛേദവും m_1 കൊണ്ട് വിഭജിച്ചാൽ

$$v_2 = \left(\frac{2}{1 + \frac{m_2}{m_1}}\right) u_1 + \left(\frac{\frac{m_2}{m_1} - 1}{1 + \frac{m_2}{m_1}}\right)(0)$$

$$v_2 = \left(\frac{2}{1+0}\right) u_1$$

$$v_2 = 2u_1 \qquad (4.62)$$

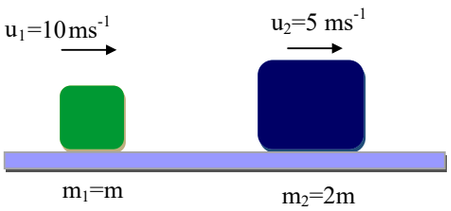
XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 197 21-07-2022 19:06:14

ഭാരമേറിയ ആദ്യത്തെ കണിക അതേ പ്രാരംഭ പ്രവേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നു എന്ന് സമവാക്യം 4.61 സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഭാരം കുറഞ്ഞ രണ്ടാമത്തെ കണിക ആദ്യത്തെ കണികയുടെ പ്രവേഗത്തിന്റെ ഇരട്ടിയിൽ ചലിക്കുന്നു എന്ന് സമവാക്യം 4.62 സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതായത് ഭാരം കുറഞ്ഞ കണിക കൂട്ടിമുട്ടലിൽ എടുത്തെറിയപ്പെടുന്നു.

ഉദാഹരണം 4.20

10 m s^{-1} വേഗത്തിൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഭാരം കുറഞ്ഞ ഒരു കണിക രണ്ടു മടങ്ങ് ദ്രവ്യമാനവും പകുതി വേഗവുമുള്ള അതേ ദിശയിൽ ചലിക്കുന്ന മറ്റൊരു കണികയുമായി കൂട്ടിമുട്ടുന്നു. കൂട്ടിമുട്ടൽ ഏകമാന ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്ന് സങ്കൽപ്പിച്ചാൽ രണ്ടു കണികകളുടെയും കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷമുള്ള വേഗം എന്തായിരിക്കും?

നിർദ്ധാരണം



ആദ്യത്തെ കണികയുടെ ദ്രവ്യമാനം m എന്നു കരുതുക. കണികയുടെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗം $u_1 = 10\,m\,s^{-1}$ അതിനാൽ രണ്ടാമത്തെ കണികയുടെ ദ്രവ്യമാനം $2m$, പ്രാരംഭ പ്രവേഗം $u_2 = \frac{1}{2}u_1 = \frac{1}{2}\left(10\ m\ s^{-1}\right)$

അന്ത്യപ്രവേഗം സമവാക്യം 4.53, 4.54 ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാം.

$$v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$$

$$v_1 = \left(\frac{m - 2m}{m + 2m}\right)10 + \left(\frac{2\times 2m}{m + 2m}\right)5$$

$$v_1 = -\left(\frac{1}{3}\right)10 + \left(\frac{4}{3}\right)5 = \frac{-10+20}{3} = \frac{10}{3}$$

$$v_1 = 3.33\ ms^{-1}$$

$$v_2 = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2$$

$$v_2 = \left(\frac{2m}{m + 2m}\right)10 + \left(\frac{2m - m}{m + 2m}\right)5$$

$$v_2 = \left(\frac{2}{3}\right)10 + \left(\frac{1}{3}\right)5 = \frac{20+5}{3} = \frac{25}{3}$$

$$v_2 = 8.33\,ms^{-1}$$

v_1 മറ്റും v_2 പോസിറ്റീവ് ആയതിനാൽ രണ്ട് കണികകളും യഥാക്രമം 3.33 m s^{-1}, 8.33 m s^{-1} എന്ന പ്രവേഗത്തിൽ ഒരേ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കും.

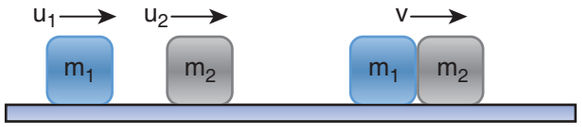
4.4.3 പൂർണ്ണ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടൽ

പൂർണ്ണ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലിൽ, കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷം കണികകൾ ശാശ്വതമായി ഒട്ടിപിടിക്കുകയും ഒരു പൊതുവായ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രണ്ടു കണികകളുടെ ദ്രവ്യമാനം യഥാക്രമം m_1, m_2 എന്നും ചലനത്തിലുള്ള അവയുടെ പ്രാരംഭ പ്രവേഗങ്ങൾ u_1, u_2 എന്നിരിക്കട്ടെ. പൂർണ്ണ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം രണ്ടു കണികകളും ഒരേ പൊതുവായ പ്രവേഗത്തിൽ v സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇത് ചിത്രം 4.17 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

കൂട്ടിമുട്ടലിൽ ആക്കം സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ.,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2)\,v$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 198 21-07-2022 19:06:16



കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുമ്പ് കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം

ചിത്രം 4.17 ഏകമാനത്തിലെ പൂർണ്ണ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടൽ

	പ്രവേഗം		രേഖീയ ആക്കം	
	പ്രാരംഭം	അന്ത്യം	പ്രാരംഭം	അന്ത്യം
ദ്രവ്യമാനം m_1	u_1	v	m_1u_1	m_1v
ദ്രവ്യമാനം m_2	u_2	v	m_2u_2	m_2v
		ആകെ	$m_1u_1 + m_2u_2$	$(m_1 + m_2)\,v$

പൊതുവായ പ്രവേഗം

$$v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{(m_1 + m_2)} \qquad (4.63)$$

ഉദാഹരണം 4.21

50 ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വെടിയുണ്ടയെ തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന 450 ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിലേയ്ക്ക് ഉതിർക്കുന്നു. വെടിയുണ്ടയോടുകൂടി വസ്തു 1.8 മീറ്റർ ഉയർന്നാൽ വെടിയുണ്ടയുടെ വേഗം കണക്കാക്കുക. g = 10 ms^{-2} എന്ന് എഴുതുക).

നിഗ്ഗമനം

$m_1 = 50\ g = 0.05\ kg;\quad m_2 = 450\ g = 0.45\ kg$



വെടിയുണ്ടയുടെ വേഗം u_1 രണ്ടാമത്തെ വസ്തു വിശ്രമത്തിലാണ് $(u_2 = 0)$ വെടിയുണ്ട വസ്തുവിൻമേൽ ആഴ്ത്തപ്പെട്ട് ഒരു പൊതുവായ പ്രവേഗം v ൽ ചെല്ലുന്നു.

$$v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$v = \frac{0.05u_1 + (0.45 \times 0)}{(0.05 + 0.45)} = \frac{0.05}{0.50}u_1$$

സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നപ്രവേഗംഎന്നത്സംയോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന വെടിയുണ്ടയുടെയും വസ്തുവിന്റെയും പ്രാരംഭ പ്രവേഗമാണ്. രണ്ടാം ചലന സമവാക്യമനുസരിച്ച് ,

$$v = \sqrt{2gh}$$
$$v = \sqrt{2 \times 10 \times 1.8} = \sqrt{36}$$
$$v = 6\,ms^{-1}$$

മുകളിലത്തെ സമവാക്യത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ u_1 എന്നത്

$$6 = \frac{0.05}{0.50}u_1 \quad \text{അഥവാ} \quad u_1 = \frac{0.50}{0.05} \times 6 = 10 \times 6$$

$$u_1 = 60\,ms^{-1}$$

4.4.4 പൂർണ്ണ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലിലെ ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ നഷ്ടം

ഒരു പൂർണ്ണ ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലിൽ, കൂട്ടിമുട്ടൽ നടക്കുന്ന സമയത്ത് ഗതികോർജ്ജ നഷ്ടം മറ്റുതര ഊർജ്ജങ്ങളായ ശബ്ദം, താപം, ചൂട്, പ്രകാശം എന്നിങ്ങനെ പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുമ്പുള്ള ഗതികോർജ്ജം KE_i, കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷമുള്ള ഗതികോർജ്ജം എന്ന് കരുതാം.

കൂട്ടിമുട്ടലിന് മുൻപുള്ള സഫല ഗതികോർജ്ജം,

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 199 21-07-2022 19:06:18

$$KE_i = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 \qquad (4.64)$$

കൂട്ടുമുട്ടലിന് ശേഷമുള്ള സഫല ഗതികോർജ്ജം,

$$KE_f = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 \qquad (4.65)$$

ഗതികോർജ്ജത്തിലുണ്ടാകുന്ന നഷ്ടം

$KE, \Delta Q = KE_i - KE_f$

$$\Delta Q = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 \qquad (4.66)$$

സമവാക്യം 4.63 ന് സമവാക്യം 4.66 ൽ പ്രസ്താവിക്കുകയും ലഘൂകരിക്കുകയും ($(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$ ഉപയോഗിക്കുക) ചെയ്താൽ നമുക്ക് കിട്ടുന്നത്

ഗതികോർജ്ജത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന നഷ്ടം,

$$\Delta Q = \frac{1}{2}\left(\frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}\right)(u_1 - u_2)^2 \qquad (4.67)$$

4.4.5 പുനഃസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം (e)

ഒരു റബ്ബർ പന്തിനെയും ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് പന്തിനെയും തറയിൽ എറിയുകയാണെങ്കിൽ, റബ്ബർ പന്ത് പ്ലാസ്റ്റിക് പന്തിനെക്കാൾ വേഗത്തിൽ തിരിച്ചു കുതിക്കുന്നു. കാരണം ഇലാസ്തിക റബ്ബർ പന്തിനു നഷ്ടമാകുന്ന ഗതികോർജ്ജം പ്ലാസ്റ്റിക് പന്തിന് നഷ്ടമാകുന്ന ഗതികോർജ്ജത്തെക്കാൾ വളരെ കുറവായിരിക്കും. കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷമുള്ള രണ്ട് കണികകളുടെയും ഗതികോർജ്ജം ഒരു ഡൈമൻഷൻ ഇല്ലാത്ത നമ്പർ, പുനഃസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാം.

കൂട്ടിമുട്ടലിന് ശേഷമുള്ള പ്രവേഗ വേർതിരിവിനും (ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം) കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുൻപുള്ള പ്രവേഗ സമീപനത്തിനും (ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം) ഉള്ള അനുപാതം എന്ന് പുനഃസ്ഥാപിത ഗുണാങ്കം എന്ന് നിർവ്വചിക്കാം.

$$e = \frac{\text{പ്രവേഗ വേർതിരിവ് (കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം)}}{\text{പ്രവേഗ സമീപനം (കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുൻപ്)}} = \frac{(v_2 - v_1)}{(u_1 - u_2)} \qquad (4.68)$$

ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലിൽ പ്രവേഗ വേർതിരിവും പ്രവേഗ സമീപനവും സമമായിരിക്കും. അതായത്

$$(u_1 - u_2) = (v_2 - v_1) \rightarrow e = \frac{(v_2 - v_1)}{(u_1 - u_2)} = 1$$

ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലിന് പുനഃസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം $e = 1$ എന്നു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഭൗതികമായി ഇതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം ഗതികോർജ്ജം നഷ്ടമാകുന്നില്ല. അതിനാൽ കണിക അതേ ഗതികോർജ്ജത്തോടുകൂടി തിരിച്ചു കുതിക്കുന്നു. ഇതിനെ സാധാരണയായി പൂർണ്ണമായും ഇലാസ്തികത എന്നു പറയുന്നു.

യഥാർത്ഥ കൂട്ടിയിടി പ്രശ്നങ്ങളിൽ, കൂട്ടിമുട്ടലിൽ ഗതികോർജ്ജത്തിൽ ചില നഷ്ടങ്ങൾ ഉണ്ടാകാം. അതായത് e എപ്പോഴും ഏകത അല്ല. പന്ത് പൂർണ്ണമായും പ്ലാസ്റ്റിക് ആണെങ്കിൽ ഒരിക്കലും തിരിച്ച് കുതിക്കുകയില്ല. അതുകൊണ്ട് കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷമുള്ള പ്രവേഗ വേർതിരിവ് പൂജ്യമായിരിക്കും. അതിനാൽ പുനഃസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം, $e = 0$.

പൊതുവായി, ഒരു പദാർത്ഥത്തിന്റെ പുനഃസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം $0 < e < 1$.

ഉദാഹരണം 4.22

ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലിൽ രണ്ടു സമ ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്ന് വിശ്രമത്തിലാണെങ്കിൽ അവയുടെ പ്രവേഗം തമ്മിലുള്ള അനുപാതം $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1-e}{1+e}$ എന്നു കാണിക്കുക.

നിഗ്മനരീതി

$$e = \frac{\text{പ്രവേഗ വേർതിരിവ് (കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം)}}{\text{പ്രവേഗ സമീപനം (കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുൻപ്)}}$$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 200 21-07-2022 19:06:20

$$= \frac{(v_2 - v_1)}{(u_1 - u_2)} = \frac{(v_2 - v_1)}{(u_1 - 0)} = \frac{(v_2 - v_1)}{u_1}$$

$$\Rightarrow v_2 - v_1 = e\,u_1 \qquad (1)$$

രേഖീയ ആക്ക സംരക്ഷണ നിയമമനുസരിച്ച്,

$$m\,u_1 = m\,v_1 + m\,v_2 \Rightarrow u_1 = v_1 + v_2 \; (2)$$

സമവാക്യം (2) u_1 നെ (1), ൽ പ്രസ്താവിച്ചാൽ നമുക്ക് കിട്ടുന്നത്

$$v_2 - v_1 = e\left(v_1 + v_2\right)$$

ലഘൂകരിക്കുമ്പോൾ

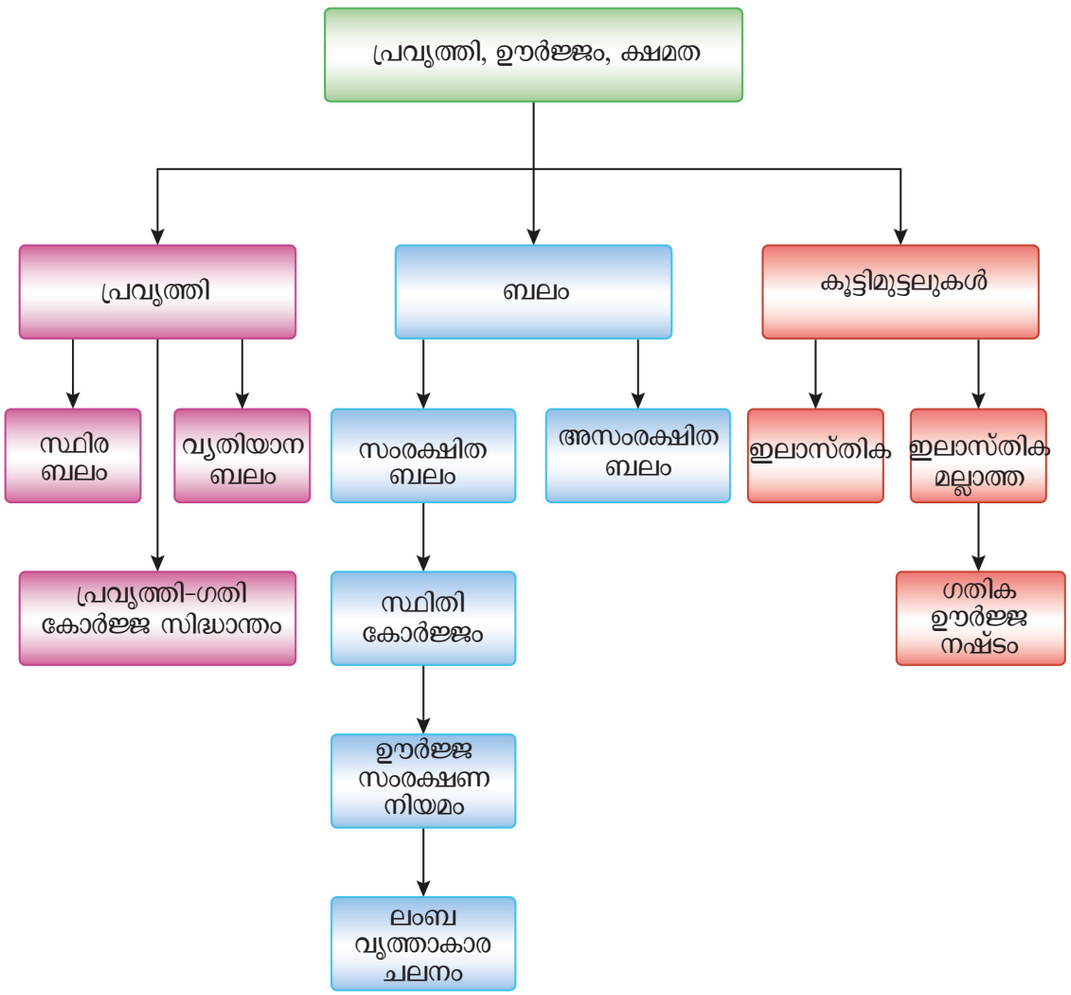
$\frac{v_1}{v_2} = \frac{1-e}{1+e}$ എന്ന് കിട്ടും

സംഗ്രഹം

- $\vec{F}$ ബലത്താൽ വസ്തു $d\vec{r}$ സ്ഥാനാന്തരം ഉണ്ടായാൽ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി $W = \vec{F}.d\vec{r} = Fdr\cos\theta$.
- വ്യതിയാന ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പവൃത്തിയെ ഇങ്ങനെ നിർവ്വചിക്കാം $\int_i^f \vec{F}.d\vec{r}$
- പ്രവൃത്തി-ഗതികോർജ്ജ സിദ്ധാന്തം വസ്തുവിൽ ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി ഗതികോർജ്ജ മാറ്റത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും.
- ഗതികോർജ്ജത്തെ ആക്കത്തിനു വിധേയമാക്കിയാൽ $K.E = \frac{p^2}{2m}$.
- ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിലുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജം എന്നത് വസ്തുവിനെ ഒരു റഫറൻസ് (O) ബിന്ദുവിൽ നിന്നും P എന്ന ബിന്ദുവിലേക്ക് ഒരു നിശ്ചിത പ്രവേഗത്തിൽ കൊണ്ടു ചെല്ലുന്നതിനാവശ്യമായ പ്രവൃത്തി എന്നു നിർവ്വചിക്കാം. ഇത് $U = \int_O^P \vec{F}_{\text{ബാഹ്യം}}.d\vec{r}$. റഫറൻസ് ബിന്ദു പൂജ്യം സ്ഥിതികോർജ്ജമാണെന്ന് എടുക്കാം.
- h ഉയരത്തിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജം $U = mgh$ x ചുരുങ്ങൽ അല്ലെങ്കിൽ നീട്ടലിൽ സംഭരിക്കപ്പെടുന്ന സ്ഥിതികോർജ്ജം $U = \frac{1}{2}kx^2$. k എന്നത് സ്പ്രിംഗ് സ്ഥിരാങ്കമാണ്.
- ഒരു മൂടിയ പാതയ്ക്ക് സംരക്ഷിത ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി പൂജ്യമാണ്. എന്നാൽ അസംരക്ഷിക ബലത്തിൽ ഇത് പൂജ്യമല്ല.
- ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം, സ്പ്രിംഗ് ബലം, കൂളുംബലം എന്നിവ സംരക്ഷിത ബലങ്ങളാണ്. എന്നാൽ ഘർഷണ ബലം ഒരു അസംരക്ഷിത ബലമാണ്.
- സംരക്ഷിത ബല മണ്ഡലത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ സഫല ഊർജ്ജം സംരക്ഷിതമാണ്.
- ലംബവൃത്താകാര ചലനത്തിൽ, കണികയ്ക്ക് വൃത്താകാര ചലനം പൂർത്തീകരിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ വേഗം $\sqrt{5gr}$. r , എന്ന വൃത്തത്തിന്റെ ആരമാണ്.
- പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്ന നിരക്ക് അഥവാ ഊർജ്ജം കൈമാറുന്ന നിരക്കിനെ ക്ഷമത എന്ന് നിർവ്വചിക്കാം $P = \frac{W}{t} = \vec{F}.\vec{v}$
- ഇലാസ്തിക, ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത സംരംഭത്തിൽ സഫല രേഖീയ ആക്കം സംരക്ഷിതമാണ്.
- ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലിൽ ഗതികോർജ്ജം സംരക്ഷിതമാണ്.
- പുനഃസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം = $\frac{\textit{പ്രവേഗ വേർതിരിവ് (കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം)}}{\textit{പ്രവേഗ സമീപനം (കൂട്ടിമുട്ടലിനു മുൻപ്)}}$

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 201 21-07-2022 19:06:23

ആശയ ഭൂപടം



XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 202 21-07-2022 19:06:24

മൂല്യ നിർണ്ണയം

I. ശരിയായ ഉത്തരം തിരഞ്ഞെടുക്കുക

1. കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു കണികയിൽ $(2\hat{i}+\hat{j})$ N എന്ന ഏകീകൃതമായ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കണിക $(3\hat{j}+\hat{k})$ m എന്ന സ്ഥാനത്തു നിന്നും $(5\hat{i}+3\hat{j})$ m എന്ന സ്ഥാനത്തോട്ട് സ്ഥാനാന്തരം ചെയ്യുന്ന ബലത്താൽ കണികയിൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി എന്താണ്.

(AIPMT മാതൃക 2013)

(a) 9 J (b) 6 J

(c) 10 J (d) 12 J

2. 80 മീറ്റർ ഉയരമുള്ള ഒരു കെട്ടിടത്തിൽ നിന്നും 1 കിലോഗ്രാം, 2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ട് വസ്തുക്കളിൽ താഴേയ്ക്ക് ഇടുന്നു. എറിഞ്ഞ ശേഷം വസ്തുക്കൾ 40 മീറ്ററിൽ എത്തുമ്പോൾ അവയുടെ ഗതികോർജ്ജങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം യഥാക്രമം

(AIPMT മാതൃക 2004)

(a) $\sqrt{2}:1$ (b) $1:\sqrt{2}$

(c) $2:1$ (d) $1:2$

3. 1 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ 20 $m\,s^{-1}$ പ്രവേഗത്തിൽ മുകളിലേയ്ക്ക് എറിയുന്നു. 18 മീറ്റർ ഉയരത്തിലെത്തുമ്പോൾ താൽക്കാലിക വിശ്രമത്തിലെത്തുന്നു. വായു പ്രതിരോധത്താൽ എത്ര ഊർജ്ജം നഷ്ടപ്പെട്ടിരിക്കും.

$(g=10 m s^{-2})$ എടുക്കുക(AIPMT 2009)

(a) 20 J (b) 30 J

(c) 40 J (d) 10 J

4. ഒരു യന്ത്രം നിരന്തരമായി ഒരു ഹോസ് വഴി ജലം പമ്പ് ചെയ്യുന്നു. ജലം ഹോസിൽ നിന്നും പുറത്ത് വരുന്ന പ്രവേഗം v ആണ്. m എന്നത് ഒരു യൂണിറ്റ് നീളത്തിനുള്ള ദ്രവ്യമാനമാണ്. ജലത്തിന് പകരുന്ന ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ നിരക്ക് എന്താണ്?.

(AIPMT 2009)

(a) $\frac{1}{2}mv^3$ (b) mv^3

(c) $\frac{3}{2}mv^2$ (d) $\frac{5}{2}mv^2$

5. 4 മീറ്റർ ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വസ്തു xy പ്രതലത്തിൽ വിശ്രമത്തിലാണ്. പെട്ടെന്ന് ആ വസ്തു മൂന്നായി പൊട്ടിത്തെറിച്ചു. m ദ്രവ്യമാനം വീതമുള്ള രണ്ടു കഷണങ്ങൾ ഒന്നിനൊന്ന് ലംബമായി v സമപ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. പൊട്ടിത്തെറിയിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ആകെ ഗതികോർജ്ജം

(AIPMT 2014)

(a) mv^2 (b) $\frac{3}{2}mv^2$

(c) $2mv^2$ (d) $4mv^2$

6. ഒരു ഘടനയുടെ സ്ഥിതികോർജ്ജം അധികമാകുന്നുവെങ്കിൽ പ്രവൃത്തി ചെയ്യപ്പെടുന്നത്

(a) ഘടനയാൽ സംരക്ഷിത ബലത്തിനെതിരായി

(b) ഘടനയാൽ അസംരക്ഷിത ബലത്തിനെതിരായി

(c) ഘടനയിൽ സംരക്ഷിത ബലത്താൽ

(d) ഘടനയിൽ അസംരക്ഷിത ബലത്താൽ

7. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു കണിക R ആരമുള്ള ഒരു ലംബ വൃത്താകാര ചലനം പൂർത്തിയാക്കണമെങ്കിൽ ആവശ്യമായ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ പ്രവേഗം എന്താണ്?

(a) $\sqrt{2gR}$ (b) $\sqrt{3gR}$

(c) $\sqrt{5gR}$ (d) $\sqrt{gR}$

8. ഒരു മൂടിയ പാതയ്ക്ക് സംരക്ഷിത ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി.

(a) എപ്പോഴും നെഗറ്റീവ്

(b) പൂജ്യം

(c) എപ്പോഴും പോസിറ്റീവ്

(d) നിർവ്വചിക്കാൻ കഴിയില്ല

D5PQK

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 203 21-07-2022 19:06:27

9. ഒരു വസ്തുവിന്റെ രേഖീയ ആക്കം 0.1% അധികരിക്കുകയാണെങ്കിൽ അധികരിക്കുന്ന ഗതികോർജ്ജം എന്നത്

(a) 0.1 %　　(b) 0.2%

(c) 0.4%　　(d) 0.01%

10. ഒരു കണികയുടെ സ്ഥിതികോർജ്ജം $\alpha - \frac{\beta}{2}x^2$, ആയാൽ കണികയിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം എന്നത്

(a) $F = \frac{\beta}{2}x^2$　　(b) $F = \beta x$

(c) $F = -\beta x$　　(d) $F = -\frac{\beta}{2}x^2$

11. കാറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ജനറേറ്റർ കാറ്റ് ഊർജ്ജത്തെ വൈദ്യുതോർജ്ജമാക്കി മാറ്റുന്നു. ജനറേറ്ററിന്റെ ബ്ലേഡുകൾക്കുള്ളിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന കാറ്റിന്റെ ഒരു നിശ്ചിത ഭാഗം കാറ്റ് ഉർജ്ജത്തെ മാത്രം വൈദ്യുതോർജ്ജമാക്കി മാറ്റുന്നതായി സങ്കൽപ്പിക്കുക. കാറ്റിന്റെ v പ്രവേഗത്തിന്, ഔട്ട് പുട്ടിലെ വൈദ്യുത ക്ഷമത നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കുന്നത്

(a) v　　(b) v^2

(c) v^3　　(d) v^4

12. m_1, m_2 എന്ന ഒരേ ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ടു കണികകൾ ഒരു നേർരേഖയിൽ യഥാക്രമം $5\,ms^{-1}$[$-9\,ms^{-1}$ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. കൂട്ടിമുട്ടൽ ഇലാസ്തികമാണെങ്കിൽ m_1, മറ്റും m_2, വിന്റെ കൂട്ടിമുട്ടലിനുശേഷമുള്ള പ്രവേഗം കണ്ടുപിടിക്കുക

(a) $-4\,ms^{-1}$ മറ്റും $10\ ms^{-1}$

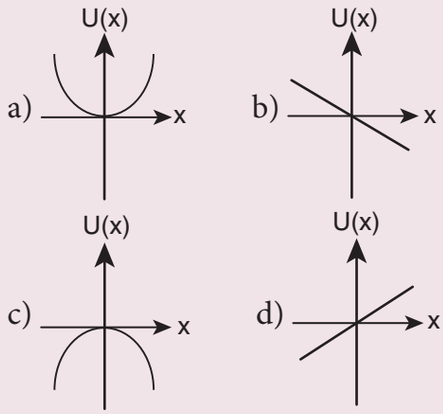
(b) $10ms^{-1}$ മറ്റും $0\ ms^{-1}$

(c) $-9\,ms^{-1}$ മറ്റും $5\ ms^{-1}$

(d) $5\ ms^{-1}$ മറ്റും $1\ ms^{-1}$

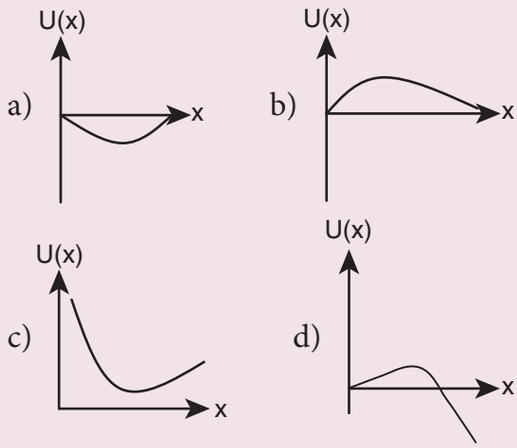
13. ഒരു കണികയെ ഒരു ആരംഭ ബിന്ദുവിൽ വച്ചിട്ടുണ്ട്. $F = kx$ എന്ന ബലം അതിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. (k എന്നത് ഒരു പോസിറ്റീവ് സ്ഥിരാംങ്കമാണ്). $U(0) = 0$ ആണെങ്കിൽ $U(x)$ നും x നും വരയ്ക്കുന്ന ഗ്രാഫ് (U എന്നത് സ്ഥിതികോർജ്ജം)

(IIT 2004)



14. x അക്ഷത്തിൽ മാത്രം ചലിക്കാൻ നിബന്ധനയുള്ള ഒരു കണികയിൽ അതേദിശയിൽ ഒരു വ്യതിയാന ബലം $F(x) = -kx + ax^3$ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇവിടെ k മറ്റും a എന്നത് പോസിറ്റീവ് സ്ഥിരാംങ്കങ്ങളാണ്. $x \geq 0$ ആണെങ്കിൽ

(IIT 2002)



15. k ബല സ്ഥിരാംങ്കമുള്ള ഒരു സ്പ്രിംഗിനെ രണ്ടായി വിഭജിക്കുന്നു. ഒരു കഷണത്തിന്റെ നീളം മറ്റേ കഷണത്തിന്റെ നീളത്തേക്കാൾ രണ്ടു മടങ്ങാണെങ്കിൽ, നീളമേറിയ സ്പ്രിംഗിന്റെ ബലസ്ഥിരാംങ്കം എന്തായിരിക്കും?

(a) $\frac{2}{3}k$　　(b) $\frac{3}{2}k$

(c) $3k$　　(d) $6k$

ഉത്തരങ്ങൾ

1) c	**2)** d	**3)** a	**4)** a	**5)** b
6) a	**7)** c	**8)** b	**9)** b	**10)** b
11) c	**12)** c	**13)** c	**14)** d	**15)** b

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 204　21-07-2022 19:06:32

II. ഹ്രസ്വ ഉത്തര ചോദ്യങ്ങൾ

1. പൊതുവായ ധാരണയിൽ നിന്നും ഭൗതിക മായി പ്രവൃത്തി എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെടു ന്നു. വിശദീകരിക്കുക.
2. വിവിധ തരത്തിലുള്ള സ്ഥിതികോർജ്ജത്തെ കുറിച്ച് എഴുതുക. സമവാക്യം വിശദീകരി ക്കുക.
3. രണ്ട് ഉദാഹരണങ്ങളോടുകൂടി സംരക്ഷിത ബലത്തിന്റെയും അസംരക്ഷിത ബലത്തിന്റെ യും വ്യത്യാസങ്ങൾ എഴുതുക.
4. ഇലാസ്തികതമറ്റുംഇലാസ്തികമല്ലാത്തകൂട്ടി മുട്ടലുകളുടെ സവിശേഷതകൾ വിവരിക്കുക.
5. താഴെപറയുന്നവ നിർവ്വചിക്കുക
   a) പുനഃസ്ഥാപനഗുണാങ്കം
   b) ക്ഷമത
   c) ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം
   d) ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലിൽ ഉണ്ടാ കുന്ന ഗതികോർജ്ജ നഷ്ടം.

III. ദൈർഘ്യമേറിയ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം എഴുതുക

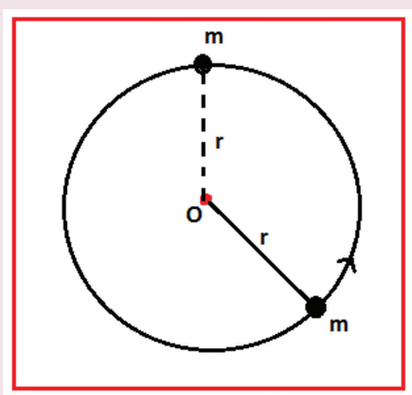
1. സ്ഥിര ബലത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവൃത്തിക്കും വ്യതിയാന ബലത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവൃ ത്തിക്കും ഉള്ള വ്യത്യാസം ഗ്രാഫ് മൂലം വ്യക്ത മാക്കുക.
2. പ്രവൃത്തി-ഊർജ്ജ സിദ്ധാന്തം നിർവ്വചിച്ച് വിവരിക്കുക. ഏതെങ്കിലും മൂന്ന് ഉദാഹരണ ങ്ങൾ നൽകുക.
3. ക്ഷമതയ്ക്കും പ്രവേഗത്തിനുമുള്ള ബലം പ്രസ്താവിക്കുക. ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ നൽകുക.
4. ഏകമാന ഇലാസ്തിക കൂട്ടിമുട്ടലിന്റെ ആവിഷ്കരണം കൊണ്ടുവരുക. വ്യത്യസ്ത സന്ദർഭങ്ങൾ വിശദീകരിക്കുക.
5. ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടൽ എന്നാൽ എന്ത്? ഇലാസ്തികത കൂട്ടിമുട്ടലിൽ നിന്നും ഇത് എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു? നിത്യേന ജീവിതത്തിൽ നടക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും രണ്ട് ഇലാസ്തികമല്ലാത്ത കൂട്ടിമുട്ടലുകൾക്ക് ഉദാഹരണം?.

IV. സംഖ്യാ പ്രശ്നങ്ങൾ

1. 2 കിലോഗ്രാം ഭാരത്തെ 10 മീറ്റർ ഉയർത്താൻ 30 N ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ, ബലത്താൽ ചെയ്യ പ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി കണ്ടുപിടിക്കുക ($g = 10\ m\ s^{-2}$) ഉത്തരം: 300J
2. $5\ ms^{-1}$ പ്രവേഗത്തിൽ ഒരു പന്ത് ലംബമായി 60° കോണിൽ മിനുസമുള്ള ഒരു തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽകൂട്ടിമുട്ടുന്നു. പുനഃസ്ഥാപനത്തി ന്റെ ഗുണാങ്കം 0.5 ആണെങ്കിൽ കൂട്ടിമു ട്ടലിനു ശേഷമുള്ള പ്രവേഗവും ദിശയും കണ്ടുപിടിക്കുക.

   ഉത്തരം: $v = 4.51\ m\ s^{-1}$
3. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു ബോബിനെ അവഗ ണിക്കാവുന്ന ദ്രവ്യമാനവും r നീളമുള്ള ഒരു ദണ്ഡിന്റെ ഒരഗ്രത്തിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. മറ്റേ അഗ്രം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ O എന്ന ഭ്രമണ കേന്ദ്രത്തിലാണ്. എത്ര പ്രാരംഭ പ്രവേഗം നൽകിയാൽ ബോബിന് വൃത്തത്തിന്റെ മുകളിൽ എത്താൻ സാധി ക്കും. (സൂചന ഊർജ്ജ സംരക്ഷണ നിയമം ഉപയോഗിക്കുക. വിഭാഗം 4.2.9 ൽ തന്നിട്ടുള്ള വേഗത്തേക്കാൾ ഇവിടെ കിട്ടുന്ന വേഗക്കുറ വാണോ അതോ കൂടുതലാണോ?

   ഉത്തരം: $v = \sqrt{4gr}\ m\ s^{-1}$



4. അജ്ഞാതമായ ദ്രവ്യമാനമുള്ള A, B എന്ന രണ്ടു വ്യത്യസ്ത കണികകൾ കൂട്ടിമുട്ടുന്നു. പ്രാരംഭത്തിൽ A വിശ്രമത്തിലുണ്ട്. B യുടെ വേഗം V കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം B v/2 വേഗ ത്തിൽ ആദ്യം ചലിച്ച ദിശയ്ക്ക് ലംബമായി

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 205 21-07-2022 19:06:32

ചലിക്കുന്നു. കൂട്ടിമുട്ടലിനു ശേഷം A ചലിക്കുന്ന ദിശ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം: $\theta = 26° 33'$

5. 20 ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു വെടിയുണ്ട 5 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു പെൻഡുലത്തിൽ പതിക്കുന്നു. പെൻഡുലത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ കേന്ദ്രം 10 cm ലംബമായി ഉയരുന്നു. വെടിയുണ്ട പെൻഡുലത്തിന്റെ ഉള്ളിൽ ആഴ്ത്തിയാൽ പ്രാരംഭ വേഗം കണക്കാക്കുക. ഉത്തരം: $v = 351.4 ms^{-1}$

പരാമർശ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ

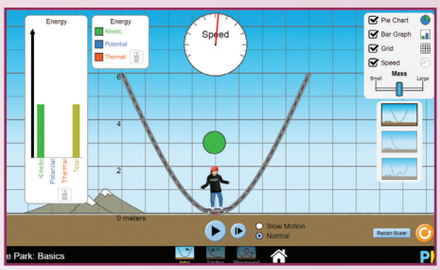
1. Charles Kittel, Walter Knight, Malvin Ruderman, Carl Helmholtz and Moyer, *Mechanics,* 2nd edition, Mc Graw Hill Pvt Ltd,
2. A.P.French, *Newtonian Mechanics,* Viva-Norton Student edition
3. Somnath Datta, *Mechanics,* Pearson Publication
4. H.C.Verma, *Concepts of physics* volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publishers
5. Serway and Jewett, *Physics for scientist and Engineers with modern physics*, Brook/Coole publishers, Eighth edition
6. Paul Tipler and Gene Mosca, *Physics for scientist and engineers with modern physics*, Sixth edition, W.H. freeman and Company.

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 206 21-07-2022 19:06:32

ICT കോർണർ

ഊർജ്ജ നിലകൾ

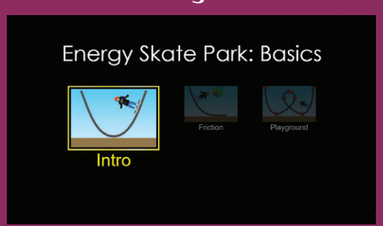
ഈ പ്രവർത്തിയിലൂടെ കുട്ടികൾക്ക് സ്ഥിതികോർജ്ജം ഇവയെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാവുന്നു



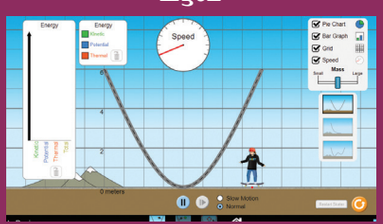
ചുവടുകൾ:

- ബ്രൗസർ തുറന്ന് URL ൽ PhET സിമുലേഷനിൽ പ്രവർത്തി, ഊർജ്ജം, ക്ഷമത എന്ന് ടൈപ്പ് ചെയ്യുക OK ക്ലിക്ക് ചെയ്ത് പ്ലേ ചെയ്യുക.
- ഗതികോർജ്ജം, സ്ഥിതികോർജ്ജം ഇവയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റത്തെ ഉയരത്തെ തിരഞ്ഞെടുത്തു നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്. ദ്രവ്യമാനം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റത്തെ നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്.
- നിങ്ങൾക്കുതന്നെകളിസ്ഥലമേ,തിരെഞ്ഞെടുക്കാവുന്നഘർഷണമോവ്യത്യാസപ്പെടുത്തിസ്ഥിതികോർജ്ജത്തിലും ഗതികോർജ്ജത്തിലും ഉണ്ടാവുന്ന വ്യത്യാസത്തെ നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്.

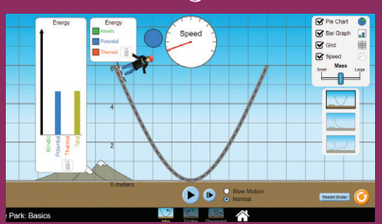
ഘട്ടം1



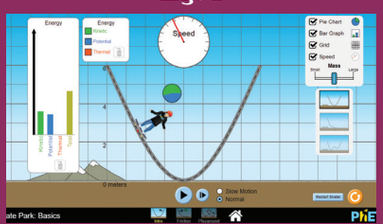
ഘട്ടം2



ഘട്ടം3



ഘട്ടം4



PhET സിമുലേഷന്റെ URL:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-skate-park

*ചിത്രങ്ങൾ സൂചനകൾ മാത്രം.

*ബ്രൗസർ അനുവദിച്ചാൽ ഫ്ളാഷ് പ്ലേയർ, ജാവ സ്ക്രിപ്റ്റ് ഇവ ഉപയോഗിച്ച് പേജ് ലോഡ് ചെയ്യാം.

TDSWA

XI Std Physics Chapter-4 Vol-1 Malayalam.indd 207 21-07-2022 19:06:33

അധ്യായം 5

ഒരു കണികാ സംഹിതയുടേയും ദൃഢവസ്തുക്കളുടേയും ചലനം

"പ്രപഞ്ചത്തിൽനമ്മൾ കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടത് പഞ്ചഭൂതാത്മകമായ വസ്തുതകളെ കുറിച്ചല്ല പകരം ഭൗതിക നിബന്ധക വസ്തുക്കളെ കുറിച്ചായിരിക്കണം ..." – മാക്സ് പ്ലാങ്

പഠന ലക്ഷ്യങ്ങൾ

പഠന ലക്ഷ്യങ്ങൾ

- ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിദ്യാർത്ഥികൾ മനസ്സിലാക്കാനിരിക്കുന്നത്
- പല വ്യവസ്ഥകളിൽ കണങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രങ്ങളുടെ പ്രസക്തി
- ടോർക്കും, കോണീയ ആക്കവും ഭ്രമണ ചലനത്തിൽ
- പലതരത്തിലുള്ള സന്തുലിതാവസ്ഥ ഉചിതമായ ഉദാഹരണങ്ങളോടു കൂടി
- വ്യത്യസ്ഥ ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ ജഡത്വ ആഘൂർണ്ണം
- ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ ഭ്രമണത്തിന്റെ ചലനാത്മകം
- രേഖീയ ചലനത്തിനും, ഭ്രമണ ചലനത്തിനുമുള്ള വ്യത്യാസം .

GDW7O

5.1 ആമുഖം

നിത്യേന നാം കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന കൂടുതൽ വസ്തുക്കളും കണങ്ങളെ ഉൾക്കൊണ്ടവയാണ്. മുൻ അദ്ധ്യായത്തിൽ വസ്തുക്കളുടെ അളവും, ആകൃതിയും കണക്കാക്കാതെ അതിന്റെ ചലനത്തെക്കുറിച്ച് നാം പഠിച്ചു. നാം ഇതുവരെ ഭീമാത്മകമായ വസ്തുക്കളെയും പോയിന്റ് വലിപ്പത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളായിട്ടാണ് കണക്കാക്കിയിരുന്നത്. ഈ വിഭാഗത്തിൽ നാം വസ്തുക്കളുടെ അളവിനും, ആകൃതിക്കും പ്രാധാന്യം നൽകുന്നു. ഈ വസ്തുക്കളെല്ലാം തന്നെ ധാരാളം കണങ്ങളാൽ ആയവയാണ്. അങ്ങനെയുള്ള ഒരു വസ്തു ചലിക്കുമ്പോൾ നാം അതിനെ മൊത്ത കണങ്ങളുടെയും ചലനത്തിന്റെ ശേഖരമായാണ് കണക്കാക്കുന്നത്.

ഭീമാത്മകമായ വസ്തുക്കളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തെ ആന്തരിക ബലമെന്നും, ബാഹ്യ ബലമെന്നും വകഭേദം ചെയ്യാം. ഒരു വസ്തുവിനെ ഉണ്ടാക്കുന്ന വ്യവസ്ഥക്കുള്ളിലെ കണങ്ങളുടെ ഇടയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തെ ആന്തരിക ബലമെന്നു പറയുന്നു. പുറത്തു നിന്നും ഒരു വ്യവസ്ഥയിലുള്ള കണങ്ങളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തെ ബാഹ്യബലമെന്നു പറയുന്നു. ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ നാം ഇങ്ങനെ വ്യത്യസ്ഥതയിലുള്ള കണങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കാം. ഒരു വസ്തു വിഭജൽ ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും അതിന്റെ ഉറപ്പും, സ്ഥിരതയുമായ ആകൃതിയെ നിലനിർത്തുകയാണെങ്കിൽ അതിനെ ദൃഢ വസ്തു എന്നു പറയുന്നു. ഇതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോഴും അണുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ദൂരം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നില്ല, എന്നതാണ്. ഇങ്ങനെയായിരുന്നാലും നമ്മുടെ യഥാർത്ഥ ജീവിത സാഹചര്യത്തിൽ പൂർണ്ണവും ദൃഢമായ വസ്തുക്കളെ കാണാൻ സാധിക്കില്ല. അതിനു കാരണം, വസ്തുക്കളിൽ ബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ആകൃതിയും, അളവും മാറുന്നു എന്നതാണ്. ഇവിടെ നാം പഠിക്കുന്ന ദൃഢ വസ്തുക്കൾക്കു ഇങ്ങനെയുള്ള രൂപഭേദങ്ങൾ കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതില്ല. ദൃഢതയില്ലാത്ത വസ്തുക്കളിലുണ്ടാകുന്ന രൂപഭേദത്തെക്കുറിച്ച് ഖരവസ്തുക്കളുടെ ഇലാസ്റ്റികത എന്ന 7-ാം അധ്യായത്തിൽ പഠിക്കാം.

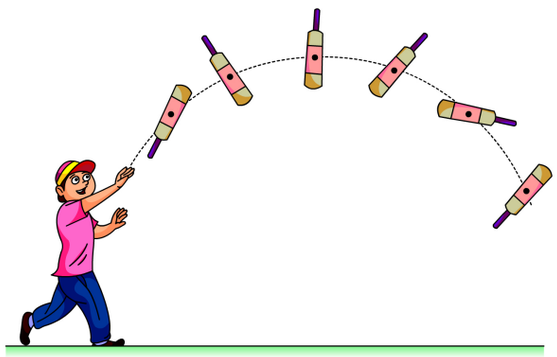
XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 208 21-07-2022 18:00:14

5.1.1 ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം

ഒരു ദൃഢവസ്തു സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ, ആ വസ്തുവിലുള്ള എല്ലാ കണങ്ങളും ഒരേ പാതയിൽ തന്നെ സഞ്ചരിക്കണമെന്നില്ല. ഏതു രീതിയിലുള്ള ചലനമാണെന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചു, അവ വെവ്വേറെ പാതകളിൽ സഞ്ചരിക്കും. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു പ്രതലത്തിൽ ഒരു ചക്രം ഉരുളുമ്പോൾ ചക്രത്തിന്റെ മധ്യ ബിന്ദുവിന്റെ പാതയും ചക്രത്തിന്റെ മറ്റു ബിന്ദുക്കളുടെ പാതയും വ്യത്യാസമാണ്. ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ രേഖീയ ചലനം, ഭ്രമണ ചലനം കൂടാതെ ഇവയുടെ സംയോജിത ചലനങ്ങൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ച് വിശദമായി പഠിക്കാം.

5.1.2 ഒരു ദൃഢവസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം

ഒരു വസ്തു (ക്രിക്കറ്റ് ബാറ്റ്) വിനെ കാറ്റിൽ ഒരു പ്രത്യേക കോണിൽ എറിയുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം ചെല്ലുന്ന പാത ചിത്രം 5.1 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ബാറ്റിന്റെ എല്ലാ പോയിന്റുകളും പാരബോളിക് പാതയിൽ പോകുന്നുവോ? യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒരേയൊരു ബിന്ദു മാത്രാണ് പാരബോളിക് പാതയേയും മറ്റു ബിന്ദു വേറെ വേറെ പാതയേയും കൈക്കൊള്ളുന്നു.

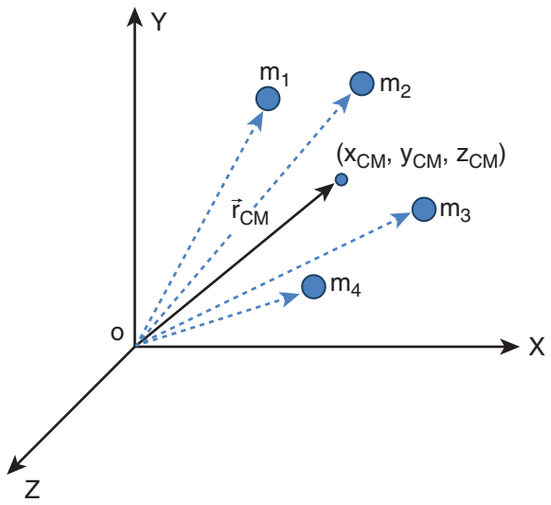


ചിത്രം 5.1 ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പാരബോളിക് പാത

പാരബോളിക് പാതയിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ആ ബിന്ദുവിനെ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ ചലനം എറിയപ്പെട്ട ഒരൊറ്റ ബിന്ദു വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെപോലെയായിരിക്കും. ഒരു വസ്തുവിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനം കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നതായിട്ട് തോന്നുന്ന പോയിന്റിനെ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം എന്ന് നിർവ്വചിക്കപ്പെടുന്നു. ആയതിനാൽ ഈ ബിന്ദു ആകെ വസ്തുവിനെയും പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നു. കൃത്യമായ രൂപം കൂടാതെ ക്രമമായ ദ്രവ്യമാനമുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം വസ്തുവിന്റെ ജ്യോമിതീയ കേന്ദ്രത്തിൽ ആയിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി വൃത്തം കൂടാതെ ഗോള വസ്തുക്കൾക്ക് ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലും, ചതുരം ദീർഘ ചതുര വസ്തുക്കൾ, ഘന ചതുരം കൂടാതെ ഘന ദീഘ ചതുര വസ്തുക്കൾക്ക് അവയുടെ വികർണ്ണങ്ങൾ കൂടി യോജിക്കുന്ന ബിന്ദുവിനും ദ്രവ്യമാനം കാണപ്പെടുന്നു. മറ്റു വസ്തുക്കൾക്ക് ചില പ്രത്യേക രീതികൾ ഉപയോഗിച്ച് അവയുടെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം കാണാം. ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം വസ്തുവിന്റെ ഉള്ളിലോ ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ പുറത്തോ ആയിരിക്കാം.

5.1.3 വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ദ്രവ്യമാന ബിന്ദുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം

ഒരു ബിന്ദുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം എന്നത് യാതൊരുവിധ രൂപവും അളവും ഇല്ലാത്ത പൂജ്യമല്ലാത്ത ദ്രവ്യമാനത്തെ കൊണ്ടവയായി അനുമാനിക്കപ്പെട്ട ഒരു ബിന്ദുവാകുന്നു. m_1, m_2, m_3 . . . m_n എന്ന n ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളെ കൊണ്ട ശേഖരണത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തെ കാണുവാനായി ആദ്യം നാം മൂല സ്ഥാനത്തേയും അനുയോജ്യമായ കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥയേയും തെരഞ്ഞെടുക്കണം. ചിത്രം (5.2)ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതനുസരിച്ച് $x_1, x_2, x_3 \ldots x_n$ എന്നിവ X അക്ഷരത്തിലുള്ള ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥിയായിട്ട് കണക്കാക്കാം.



ചിത്രം 5.2 വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ദ്രവ്യമാന ബിന്ദുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 209 21-07-2022 18:00:15

എന്നത് എല്ലാ ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെയും ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ x കോർഡിനേറ്റ് ആണെങ്കിൽ അതിന്റെ സമീകരണം,

$$x_{CM} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$$

ഇവിടെ, $\sum m_i$ എന്നത് എല്ലാ ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ആകെ ദ്രവ്യമാനം M എന്നത് എല്ലാ കണങ്ങളുടെയും ആകെ ദ്രവ്യമാനം ആകുന്നു $\left(\sum m_i = M\right)$.

$$x_{CM} = \frac{\sum m_i x_i}{M} \qquad (5.1)$$

ഇതുപോലെ (ചിത്രം 5.2) ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ y, z കോർഡിനേറ്റുകളെയും നാം കണക്കാക്കാം .

$$y_{CM} = \frac{\sum m_i y_i}{M} \qquad (5.2)$$

$$z_{CM} = \frac{\sum m_i z_i}{M} \qquad (5.3)$$

ആയതിനാൽ കാർട്ടിഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥയിൽ ഈ ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ നില (x_{CM}, y_{CM}, z_{CM}) ആകുന്നു. പൊതുവായിട്ട് ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ നിലയെ വെക്ടർ രൂപത്തിലാണ് എഴുതുന്നത്.,

$$\vec{r}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{M} \qquad (5.4)$$

ഇവിടെ, $\vec{r}_{CM} = x_{CM}\hat{i} + y_{CM}\hat{j} + z_{CM}\hat{k}$ ഒരു പ്രത്യേക ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ സ്ഥാന വെക്ടർ ആകുന്നു. $\vec{r}_i = x_i\hat{i} + y_i\hat{j} + z_i\hat{k}$ എന്നത് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ സ്ഥാനവെക്ടറുകളാണ് ഇവിടെ, $\hat{i}$, $\hat{j}$ കൂടാതെ $\hat{k}$ എന്നത് യഥാക്രമം X, Y കൂടാതെ Z-അക്ഷങ്ങളുടെ ദിശയിലുള്ള യൂണിറ്റ് വെക്ടറുകളാകുന്നു.

5.1.4 രണ്ട് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം

ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള സമീകരണം കൊണ്ട് X അക്ഷരത്തിൽ യഥാക്രമം x_1, x_2 ദൂരത്തിലുള്ള m_1, m_2 എന്ന രണ്ട് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങ ളുടെ ദ്രവ്യമാനത്തെ കണക്കാക്കാം. കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥി അനുസരിച്ച് ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ നിലയെ താഴെ തന്നിട്ടുള്ള മൂന്ന് വഴികളിൽ കാണക്കാക്കാം.

(i) ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ പോസിറ്റീവ് *X*-അക്ഷത്തിൽ ആയിരിക്കുമ്പോൾ:

ചിത്രം 5.3(a) ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ m_1, m_2 എന്ന ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ ഏകപക്ഷീയമായി എടുത്തിട്ടുള്ള മൂല സ്ഥാനത്തെ ആശ്രയിച്ച് പോസിറ്റീവ് X- അക്ഷരത്തിൽ യഥാക്രമം x_1, x_2 നിലകളിൽ ഉള്ളതായിട്ട് കണക്കാക്കാം. പോസിറ്റീവ് X-അക്ഷത്തിൽ x_{CM} എന്ന ദൂരത്തിൽ ഉള്ള ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ സമികരണം,

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

(ii) ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ഏതെങ്കിലും ഒന്ന് മൂല സ്ഥാനത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ:

ചിത്രം 5.3(b) യിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ദ്രവ്യമാനം കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥിതിയുടെ മൂല സ്ഥാനത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ കണക്കുകൂട്ടൽ ഇനിയും ലഘൂകരിക്കപ്പെടുന്നു. ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനം m_1 മൂല സ്ഥാനത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ അതിന്റെ നില x_1 പൂജ്യം ആകുന്നു. $(x_1 = 0)$ ആയതിനാൽ,

$$x_{CM} = \frac{m_1(0) + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

ഇതിനെ വീണ്ടും ലഘൂകരിക്കുമ്പോൾ,

$$x_{CM} = \frac{m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

(iii) ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം മൂല സ്ഥാനത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ:

കോർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥിയുടെ മൂല സ്ഥാനം ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ

x_1

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 210 21-07-2022 18:00:16

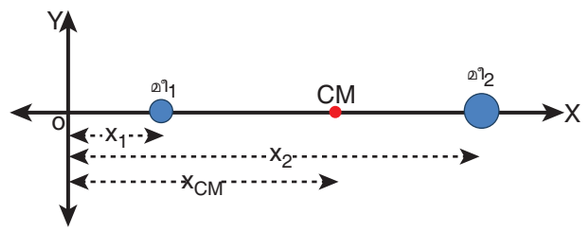
$x_{CM} = 0$ കൂടാതെ ചിത്രം 5.3(c) യിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ദ്രവ്യമാനം m_1 ന്റെ നില നെഗറ്റീവ് X-അക്ഷത്തിൽ ആയിരിക്കും. ആയതിനാൽ ഇതിന്റെ നില നെഗറ്റീവ് ($-x_1$)ആയിരിക്കും.

$$0 = \frac{m_1(-x_1) + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

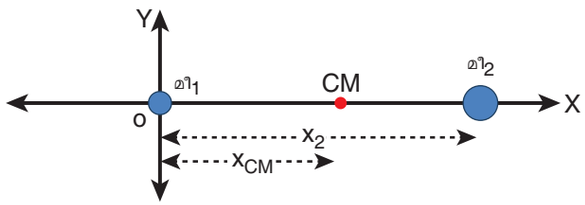
$$0 = m_1(-x_1) + m_2 x_2$$

$$m_1 x_1 = m_2 x_2$$

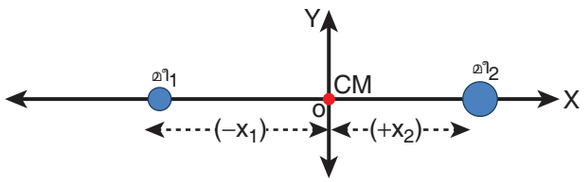
മുകളിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള സമീകരണം *മൊമന്റുകളുടെ തത്വം* എന്ന് പറയുന്നു. ഇതിനെക്കുറിച്ച് വിഭാഗം 5.3.3. വിശദമായി പഠിക്കാം.



(a) ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ പോസിറ്റീവ് X അക്ഷത്തിൽ ഉള്ളപ്പോൾ



(b) ദ്രവ്യമാനങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്ന് ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ



(c) ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തോട് യോജിച്ചിട്ടുള്ളപ്പോൾ

ചിത്രം 5.3. ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തെ ചലിപ്പിക്കുന്നത് കാരണം രണ്ടു ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു

ഉദാഹരണം 5.1

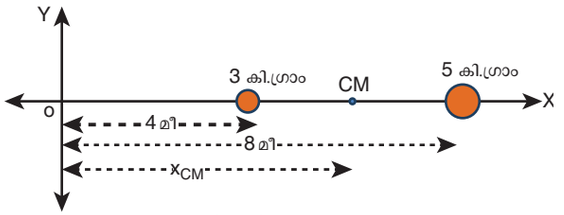
3 കി.ഗ്രാം, 5 കി.ഗ്രാം എന്ന രണ്ട് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ X-അക്ഷത്തിൽ മൂല സ്ഥാനത്ത് നിന്ന് യഥാക്രമം 4 മീറ്റർ, 8 മീറ്റർ എന്ന ദൂരത്തിലാണ് ഉള്ളത്. രണ്ട് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ നിലകളെ (i) മൂല സ്ഥാനത്ത് നിന്നും (ii) 3 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനത്തിൽ നിന്നും കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

$m_1 = 3$ കി.ഗ്രാം, $m_2 = 5$ കി.ഗ്രാം എന്നിരിക്കട്ടെ.

***(i)* മൂലസ്ഥാനത്തു നിന്ന് ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തെ കണക്കാക്കുന്നത്:**

ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ X അക്ഷത്തിൽ മൂല സ്ഥാനത്തു നിന്ന് $x_1 = 4$ മീ, $x_2 = 8$മീ എന്ന ദൂരത്തിലാണ് ഉള്ളത്. ആയതിനാൽ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം.



സമീകരണം (5.4) അനുസരിച്ച് ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം x_{CM} എന്നത്

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

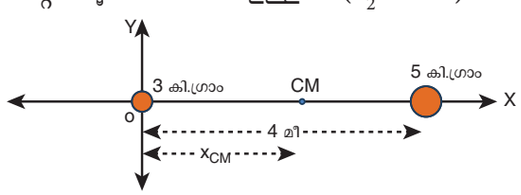
$$x_{CM} = \frac{(3\times 4) + (5\times 8)}{3+5}$$

$$x_{CM} = \frac{12+40}{8} = \frac{52}{8} = 6.5\,\text{m}$$

മൂലസ്ഥാനത്തു നിന്ന് X-അക്ഷത്തിൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം 6.5 മീറ്റർ ദൂരത്തിലാണുള്ളത്.

***(ii) 3* കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനത്തിൽ നിന്നും ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തെ കണ്ടറിയുന്നവിധം:**

3 കിലോഗാം ദ്രവ്യമാനത്തെ മൂലസ്ഥാനത്തു നിന്ന് X-അക്ഷത്തിൽ സ്ഥാനമാറ്റം ചെയ്യുന്നതായി കണക്കാക്കും. മൂലസ്ഥാനത്തു നിന്ന് X-അക്ഷത്തിൽ 3 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനം ഉള്ള സ്ഥാനത്തിൽ എടുക്കപ്പെടുന്നു. ആയതിനാൽ 3 കിലോഗ്രാം ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ നില 0 ആകുന്നു ($x_1 = 0$). മാറ്റപ്പെട്ട മൂലസ്ഥാനത്തു നിന്ന് 5 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനം 4 മീറ്റർ ദൂരത്തിലാണ് ഉള്ളത്. ($x_2 = 4$ m).



XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 211 21-07-2022 18:00:18

$$x_{CM} = \frac{(3\times 0)+(5\times 4)}{3+5}$$

$$x_{CM} = \frac{0+20}{8} = \frac{20}{8} = 2.5 \text{ മീ}$$

3 കി.ഗ്രാം ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനത്തിൽ നിന്ന് 2.5 മീ ദൂരത്തിൽ (5 കി.ഗ്രാം ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനത്തിൽ നിന്ന് 1.5 മീ ദൂരത്തിൽ) ആയിരിക്കും ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം.

- ഇത്, ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം അധിക ദ്രവ്യമാനത്തിന് അരികിലായിരിക്കും എന്നതിനെ കാണിക്കുന്നു.
- മൂലസ്ഥാനത്തെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിലോട്ട് സ്ഥാനമാറ്റംചെയ്യുകയാണെങ്കിൽമൊമെന്റുകളുടെ തത്വം ഇവിടെ സംയോജിക്കപ്പെടുന്നു.

$m_1x_1 = m_2x_2; 3\times 2.5 = 5\times 1.5;\ 7.5 = 7.5$

ഘട്ടം (i) നെ ഘട്ടം (ii) നോട് താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ 3 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ 6.5 മീറ്ററിൽ നിന്നും 4 മീറ്ററായി കുറയ്ക്കുമ്പോൾ $x_{CM} = 2.5$ മീറ്റർ എന്നതിനെ കണ്ടറിയാം. ഇത് ഘട്ടം (i) ന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ നിലയിലാണ് ഉള്ളത്.

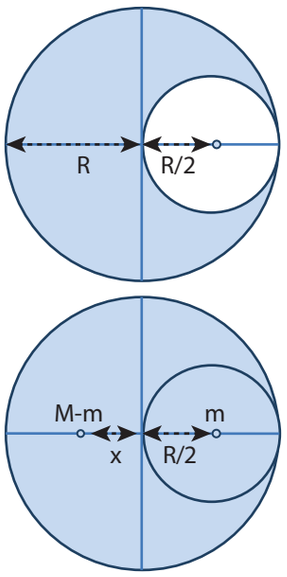
ഉദാഹരണം 5.2

R വ്യാസാർദ്ധ ക്രമമായ വട്ടത്തകിടിന്റെ നിന്നും $\frac{R}{2}$ വ്യാസാർദ്ധമുള്ള ഒരു ചെറിയ തട്ട് ഭാഗം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ വെട്ടിയെടുക്കപ്പെടുന്നു. ബാക്കിയുള്ള ഭാഗത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

വെട്ടപ്പെടാത്ത വട്ടത്തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനം M എന്നിരിക്കട്ടെ. ഇതിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം വട്ടത്തകിടിന്റെ ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രത്തിൽ ആയിരിക്കും. ഈ ബിന്ദുവിൽ തന്നെ മൂലസ്ഥാനവും സംയോജിക്കുന്നു.

വെട്ടിയെടുക്കപ്പെട്ട ചെറിയ വട്ടത്തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനം m എന്നിരിക്കട്ടെ. (അതിന്റെ ദ്രവ്യമാനം മൂലസ്ഥാനത്തിന്) വലതുവശത്തായിട്ട് $\frac{R}{2}$ എന്ന ദൂരത്തിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ആയിരിക്കും.



ആയതിനാൽ വട്ടത്തകിടിന്റെ ബാക്കിയുള്ള ഭാഗത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം മൂലസ്ഥാനത്തിന് ഇടതുവശത്തായിട്ട് x ദൂരത്തിൽ ഉള്ളതായി കണക്കാക്കാം. മൊമെന്റുകളുടെ തത്വം അനുസരിച്ച് അതിനെ താഴെ കാണുന്ന പ്രകാരം എഴുതാം

$$(M-m)x = (m)\frac{R}{2}$$

$$x = \left(\frac{m}{(M-m)}\right)\frac{R}{2}$$

പ്രതല ദ്രവ്യമാന സാന്ദ്രത $\sigma = \frac{M}{\pi R^2}$ (σ എന്നത് യൂണിറ്റ് പ്രതല വിസ്തീർണ്ണത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം എങ്കിൽ ചെറിയ വട്ടത്തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനം m എന്നത്,

$m = \text{പ്രതല ദ്രവ്യമാന സാന്ദ്രത} \times \text{പ്രതല വിസ്തീർണ്ണം}$

$$m = \sigma \times \pi\left(\frac{R}{2}\right)^2$$

$$m = \left(\frac{M}{\pi R^2}\right)\pi\left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{M}{\pi R^2}\pi\frac{R^2}{4} = \frac{M}{4}$$

x ന്റെ സമീകരണത്തിൽ m നെ പ്രസ്താവിക്കുകയാണെങ്കിൽ

$$x = \frac{\frac{M}{4}}{\left(M-\frac{M}{4}\right)}\times\frac{R}{2} = \frac{\frac{M}{4}}{\left(\frac{3M}{4}\right)}\times\frac{R}{2}$$

$$x = \frac{R}{6}$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 212 21-07-2022 18:00:20

ബാക്കിയുള്ള വട്ടത്തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം, വട്ടത്തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ ഇടതു വശം $\frac{R}{6}$ എന്ന ദൂരത്തിലായിരിക്കും.

- വലിയ വട്ടത്തകിടിൽ നിന്നും പൊതുവായ കേന്ദ്രത്തെ ആശ്രയിച്ച് ചെറിയ ഭാഗം വെട്ടിയെടുക്കുകയാണെങ്കിൽ ബാക്കിയുള്ള വട്ടത്തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം എവിടെയായിരിക്കും?

ഉദാഹരണം 5.3

10 കിലോഗ്രാം, 5 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള രണ്ട് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ സ്ഥാന സദിശങ്ങൾ യഥാക്രമം $(-3\hat{i}+2\hat{j}+4\hat{k})$ മീ, $(3\hat{i}+6\hat{j}+5\hat{k})$ മീ ആകുന്നു. ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ നിലയെ കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

$m_1 = 10$ കി.ഗ്രാം

$m_2 = 5$ കി.ഗ്രാം

$\vec{r}_1 = (-3\hat{i}+2\hat{j}+4\hat{k})$ മീ

$\vec{r}_2 = (3\hat{i}+6\hat{j}+5\hat{k})$ മീ

$$\vec{r} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2}{m_1+m_2}$$

$$\therefore \vec{r} = \frac{10(-3\hat{i}+2\hat{j}+4\hat{k})+5(3\hat{i}+6\hat{j}+5\hat{k})}{10+5}$$

$$= \frac{-30\hat{i}+20\hat{j}+40\hat{k}+15\hat{i}+30\hat{j}+25\hat{k}}{15}$$

$$= \frac{-15\hat{i}+50\hat{j}+65\hat{k}}{15}$$

$$\vec{r} = \left(-\hat{i}+\frac{10}{3}\hat{j}+\frac{13}{3}\hat{k}\right) \text{ മീ}$$

$\vec{r}$ എന്നത് ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ സ്ഥാന സദിശത്തിനെ കുറിക്കുന്നു.

5.1.5 ക്രമമായി വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ള ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം

ഒരു ഭീമാകാരമായ വസ്തുവിൽ ദ്രവ്യമാനം ക്രമമായി വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നു. എങ്കിൽ അതിൽ ഒരു ചെറിയ ദ്രവ്യമാനം (Δm) എന്നത് ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനയിട്ട് കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. കൂടാതെ ആ ചെറിയ കണങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാനങ്ങളുടെ ആകെ തുകയെ കൊണ്ട് ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ കോർഡിനേറ്റുകളുടെ സമീകരണം കണക്കാക്കാം.

$$x_{CM} = \frac{\sum(\Delta m_i)x_i}{\sum \Delta m_i}$$

$$y_{CM} = \frac{\sum(\Delta m_i)y_i}{\sum \Delta m_i} \qquad (5.5)$$

$$z_{CM} = \frac{\sum(\Delta m_i)z_i}{\sum \Delta m_i}$$

മറ്റൊരു രീതിയിൽ ആ ചെറിയ കണത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തെ അപരിമിതമായ ചെറിയ വിലയായിട്ട് കരുതുമ്പോൾ ആകെ തുകയെ താഴെ കാണുന്ന രീതിയിൽ ഇന്റഗ്രേഷനായിട്ട് എഴുതാം.

$$x_{cm} = \frac{\int x\,dm}{\int dm}$$

$$y_{cm} = \frac{\int y\,dm}{\int dm} \qquad (5.6)$$

$$z_{cm} = \frac{\int z\,dm}{\int dm}$$

ഉദാഹരണം 5.4

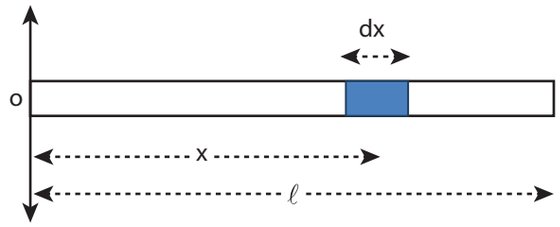
M ദ്രവ്യമാനവും ℓ നീളവും ഉള്ള ഒരു ക്രമമായ ദണ്ഡിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ കണക്കാക്കുക.

വ്യാഖ്യാനം

M ദ്രവ്യമാനവും ℓ നീളവും ഉള്ള ഒരു ക്രമമായ ദണ്ഡിനെ കണക്കാക്കുക. അതിന്റെ ഒരഗ്രം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ മൂലകേന്ദ്രവുമായി യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതായി കണക്കാക്കുക. ദണ്ഡ് x അക്ഷത്തിൽ ആണുള്ളത്. ദണ്ഡിന്റെ

* അപരിചിതമായ അളവെന്നത് വളരെ ചെറിയ അളവാണ്.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 213 21-07-2022 18:00:21



ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തെ കണക്കാക്കാൻ മൂലകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് x ദൂരത്തിൽ dx നീളവും dm എന്ന അപരിമിതമായ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനമുള്ള ചെറിയ ഭാഗം കണക്കാക്കാം.

λ ദണ്ഡിന്റെ രേഖീയ ദ്രവ്യമാന സാന്ദ്രത $\lambda = \frac{M}{\ell}$

ചെറിയ ഭാഗത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം (dm), $dm = \frac{M}{\ell} dx$

ദണ്ഡിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ സമീകരണത്തെ താഴെ പറയുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം,

$$x_{CM} = \frac{\int x dm}{\int dm}$$

$$x_{CM} = \frac{\int_0^{\ell} x\left(\frac{M}{\ell} dx\right)}{M} = \frac{1}{\ell}\int_0^{\ell} x dx$$

$$= \frac{1}{\ell}\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{l} = \frac{1}{\ell}\left(\frac{\ell^2}{2}\right)$$

$$x_{CM} = \frac{\ell}{2}$$

ഇതിലെ $\frac{\ell}{2}$ എന്നത് ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രമാകുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് ക്രമമായ ദണ്ഡിനെ കണക്കാക്കുകയാണെങ്കിൽ ജ്യോമിതീയ കേന്ദ്രത്തിൽ തന്നെയാണ് ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രവും ആയിരിക്കും എന്ന തീരുമാനത്തിലെത്താം.

5.1.6 ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ ചലനം

ഒരു വസ്തു ചലിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രവും വസ്തുവിനോട് ചേർന്ന് ചലിക്കുന്നു. ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം $\left(v_{CM}\right)$, ത്വരണം $\left(a_{CM}\right)$ എന്നീ ചലന അളവുകളെ കണക്കാക്കുന്നതിനു ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ നിലയെ തുടർച്ചയായി ഡിഫറൻഷ്യേറ്റ് ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ ലഭിക്കും. ലഘുവായി കണക്കാക്കുകയാണെങ്കിൽ വസ്തു X അക്ഷതത്തിൽ മാത്രം ചലിക്കുകയാണെന്ന് കണക്കാക്കാം.

$$\vec{v}_{CM} = \frac{d\vec{x}_{CM}}{dt} = \frac{\sum m_i\left(\frac{d\vec{x}_i}{dt}\right)}{\sum m_i}$$

$$\vec{v}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i} \qquad (5.7)$$

$$\vec{a}_{CM} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\vec{x}_{CM}}{dt}\right) = \left(\frac{d\vec{v}_{CM}}{dt}\right) = \frac{\sum m_i\left(\frac{d\vec{v}_i}{dt}\right)}{\sum m_i}$$

$$\vec{a}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{a}_i}{\sum m_i} \qquad (5.8)$$

ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ, $\vec{F}_{\text{ബാഹ്യം}} = 0$, ഒരു വ്യവസ്ഥയിലുള്ള ഓരോ ദൃഢ വസ്തുക്കളും ആന്തരിക ബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ചലിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ സ്ഥാനമാറ്റം ചെയ്യുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഇതു ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തെ ബാധിക്കുന്നില്ല. ഇതിന്റെയർത്ഥം ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം നിശ്ചലമായിരിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ ക്രമമായ ചലനത്തിലോ ആയിരിക്കും എന്നതാണ്, ആയതിനാൽ, $\vec{v}_{CM}$ എന്നതു വസ്തു നിശ്ചലമായിരിക്കുമ്പോൾ പൂജ്യവും ചലനത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ സ്ഥിര സംഖ്യയുമായിരിക്കും. $\left(\vec{v}_{CM} = 0 \text{ അഥവാ } \vec{v}_{CM} = \text{സ്ഥിരാങ്കം}\right)$ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം ത്വരിതപ്പെടുത്തപ്പെടുന്നില്ല, $\left(\vec{a}_{CM} = 0\right)$.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 214 21-07-2022 18:00:23

സമീകരണം 5.7 കൂടാതെ 5.8 -ൽ നിന്നും,

$$0 = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i} \text{ (അല്ലെങ്കിൽ) സ്ഥിരാങ്കം,}$$

$$\vec{v}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i}; \quad \vec{a}_{CM} = 0$$

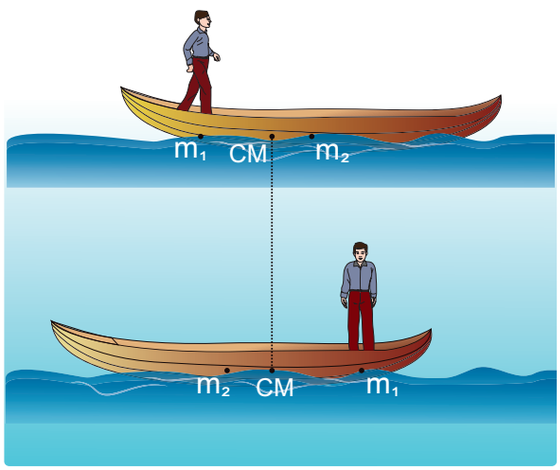
ഇവിടെ, ഓരോ കണങ്ങളും ആന്തരിക ബലം കാരണം അവയുടെ പ്രവേഗത്തോടെയും, ത്വരണത്തോടെയും സഞ്ചരിക്കുന്നു.

ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ($\vec{F}_{\text{ബാഹ്യം}} \neq 0$) വ്യവസ്ഥയുടെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം താഴെ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള സമീകരണം പ്രകാരം ത്വരിതപ്പെടുത്തപ്പെടുന്നു.

$$\vec{F}_{\text{ബാഹ്യം}} = \left(\sum m_i\right)\vec{a}_{CM}; \quad \vec{F}_{\text{ബാഹ്യം}} = M\vec{a}_{CM}; \quad \vec{a}_{CM} = \frac{\vec{F}_{\text{ബാഹ്യം}}}{M}$$

ഉദാഹരണം 5.5

നിശ്ചലമായ ജലത്തിലുള്ള 300 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു ബോട്ടിൽ ഒരറ്റത്ത് 50 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു മനുഷ്യൻ നിൽക്കുകയാണ്. കരയിൽ നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്ന ഒരു നിരീക്ഷകനെ ആശ്രയിച്ച് അയാൾ ബോട്ടിന്റെ മറ്റേ അറ്റത്തേക്ക് 2 m s^{-1} സ്ഥിരപ്രവേഗത്തോടെ നടക്കുകയാണ്. അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ബോട്ടിന്റെ പ്രവേഗം (എ). കരയിൽ നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്ന നിരീക്ഷകനെ ആശ്രയിച്ച്? (ബി). ബോട്ടിൽ നടക്കുന്ന മനുഷ്യനെ ആശ്രയിച്ച്?



(തന്നിട്ടുള്ള മനുഷ്യനും ബോട്ടിനും ഇടയ്ക്ക് ഘർഷണം ഉണ്ട് എന്നാൽ ബോട്ടിനും ജലത്തിനു മിടയിൽ ഘർഷണം ഇല്ല)

ഉത്തരം

മനുഷ്യന്റെ ദ്രവ്യമാനം (m_1), m_1= 50 കി.ഗ്രാം
ബോട്ടിന്റെ ദ്രവ്യമാനം (m_2), m_2 = 300 കി.ഗ്രാം
നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്ന നിരീക്ഷകനെ ആശ്രയിച്ച്:

മനുഷ്യൻ ചലിക്കുന്ന പ്രവേഗം, v_1 = 2 മീ. സെക്കന്റ്$^{-1}$ ബോട്ട് ചലിക്കുന്ന പ്രവേഗം v_2 (കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടത്)

***(i)* കരയിൽ നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്ന നിരീക്ഷകനെ ആശ്രയിച്ച് ബോട്ടിന്റെ പ്രവേഗം കണ്ടുപിടിക്കുന്ന വിധം:**

സംഹിതയിൽ ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ലായെങ്കിൽ ബോട്ട് മനുഷ്യൻ സംഹിതയുടെ ആന്തരിക ബലമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഘർഷണം കാരണം മനുഷ്യൻ ബോട്ട് സംഹിത ചലിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം ($v_{CM} = 0$) പൂജ്യമാകുന്നു.

സമീകരണം 5.7 പ്രകാരം,

$$0 = \frac{\sum m_i v_i}{\sum m_i} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$-m_2 v_2 = m_1 v_1$$

$$v_2 = -\frac{m_1}{m_2} v_1$$

$$v_2 = -\frac{50}{300}$$

$$v_2 = -0.33 \text{ m s}^{-1}$$

ഇവിടെ സ്ഥിരമായിട്ടിരിക്കുന്ന നിരീക്ഷകന് ബോട്ട് എതിർദിശയിൽ പോകുന്നതിനെ (-) ചിഹ്നം കാണിക്കുന്നു.

***(ii)* നടക്കുന്ന മനുഷ്യനെ ആശ്രയിച്ച് ബോട്ടിന്റെ പ്രവേഗം കണ്ടറിയുന്നത് :**

ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം,

$$v_{21} = v_2 - v_1$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 215 21-07-2022 18:00:25

ഇവിടെ, v_{21} എന്നത് നടക്കുന്ന മനുഷ്യനെ ആശ്രയിച്ച ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം.

$$v_{21} = (-0.33) - (2)$$
$$v_{21} = -2.33\,ms^{-1}$$

ഇവിടെ മനുഷ്യൻ വലതുവശം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ബോട്ട് അയാളുടെ ഇടതുവശത്തേക്ക് ചലിക്കുന്നതിനെ (-) ചിഹ്നം കാണിക്കുന്നു.

- നടക്കുന്ന മനുഷ്യനെ ആശ്രയിച്ച് ബോട്ടിന്റെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിന്റെ മൂല്യം നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് നിരീക്ഷിക്കുന്ന ആളെ അപേക്ഷിച്ച് ബോട്ടിന്റെ ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിന്റെ മൂല്യത്തെക്കാൾ കൂടുതലാണ്.
- നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് നിരീക്ഷിക്കുന്ന ആൾക്കും, ബോട്ടിൽ നടന്നുപോകുന്ന ആൾക്കും എതിർ ദിശയിൽ ബോട്ട് ചലിക്കുന്നതിനാൽ രണ്ട് ഉത്തരങ്ങളും നെഗറ്റീവാണ്.

സ്ഫോടനത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം:

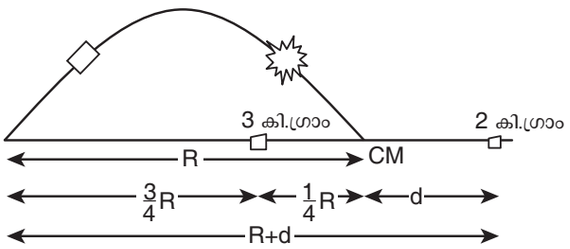
നിശ്ചലാവസ്ഥയിലോ അല്ലെങ്കിൽ ക്രമമായ ചലനത്തിലോ ഉള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ ആന്തരിക ബലത്തിനാൽ സ്ഫോടനം ഉണ്ടാകുന്നു, എന്നാൽ അതിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം ബാധിക്കപ്പെടുന്നില്ല. അത് അതേ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലോ അല്ലെങ്കിൽ ക്രമമായ പ്രവേഗത്തിലോ ആയിരിക്കും. എന്നാൽ സ്ഫോടനമായ ഭാഗങ്ങളുടെ ചലന അളവുകൾ ബാധിക്കപ്പെടും. സ്ഫോടനം ബാഹ്യ ബലം കാരണം സംഭവിക്കുന്നുവെങ്കിൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം, സ്ഫോടനമായ ഭാഗങ്ങളുടെ ചലന അളവുകൾ എന്നിവ ബാധിക്കപ്പെടും.

ഉദാഹരണം 5.6

5 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു ക്ഷേപണി അതു ചലനത്തിൽ ഉള്ളപ്പോൾ സ്വയമേ പൊട്ടിത്തെറിച്ച് അതു രണ്ട് വിഭാഗങ്ങളായി പിരിയുന്നു. അതിൽ 3 കിലോ ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു ഭാഗം പരിധിയുടെ നാലിൽ മൂന്ന് ഭാഗം ദൂരത്തേക്ക് വീഴുന്നു. മറ്റൊരു ഭാഗം എവിടെ വീഴും?

ഉത്തരം

ബാഹ്യബലങ്ങളുടെ സഹായമില്ലാതെ സ്വയമേ പൊട്ടിത്തെറിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ക്ഷേപണിയുടെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം ബാധിക്കപ്പെടുന്നില്ല. കൂടാതെ ദ്രവ്യമാനം തുടർന്നു പാരബോളിക്ക് പാതയിൽ തന്നെ പോകുന്നു. എന്നാൽ അതിന്റെ എല്ലാ ശകലങ്ങളും പാരബോളിക്ക് പാതയേ അനുകരിക്കില്ല. ശകലങ്ങൾ (തുണ്ടുകൾ) എല്ലാം തറയിൽ വീഴുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം എറിയപ്പെട്ട ബിന്ദുവിൽ നിന്നും ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ 'R' ദൂരത്തിൽ വീഴുന്നു.



ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ അവസാന നിലയെ ആരംഭ ബിന്ദുവായി എടുക്കുകയാണെങ്കിൽ, മൊമെന്റിന്റെ തത്വമനുസരിച്ച്

$$m_1 x_1 = m_2 x_2$$

ഇവിടെ, $m_1 = 3$ കി.ഗ്രാം, $m_2 = 2$ കി.ഗ്രാം, $x_1 = \frac{1}{4}R$. $x_2 = d$ എന്നു എടുക്കുക

$$3 \times \frac{1}{4}R = 2 \times d;$$
$$d = \frac{3}{8}R$$

എറിയുന്ന ബിന്ദുവിനും 2 കി.ഗ്രാം കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനം നില കൊള്ളുന്ന ബിന്ദുവിനും ഇടയിലുള്ള ദൂരം R+d.

$$R + d = R + \frac{3}{8}R = \frac{11}{8}R = 1.375R$$

ആയതിനാൽ 2 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനമുള്ള മറ്റൊരു ഭാഗം എറിയുന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്നും 1.375R എന്ന ദൂരത്തിൽ വീഴുന്നു (ഇവിടെ R എന്നതു ക്ഷേപണിയുടെ പരിധി ആകുന്നു)

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 216 21-07-2022 18:00:26

5.2 ആഘൂർണ്ണവും കോണിയ സംവേഗവും

ഒരു വസ്തുവിന്റെ മുകളിൽ ആകെ ബലം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ആ ബലം രേഖീയ ചലനത്തെ ബലത്തിന്റെ ദിശയിൽ ഉണ്ടാക്കും. വസ്തു ഒരു ബിന്ദുവിലോ അല്ലെങ്കിൽ അക്ഷത്തിലോ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ ആ ബലം വസ്തുവിനെ ചുഴറ്റുന്നു. ചുറ്റുന്ന ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബിന്ദുവിനെ ആശ്രയിച്ചായിരിക്കും. ഇങ്ങനെ ബലം ഉണ്ടാക്കുന്ന ചുറ്റുന്ന പ്രക്രിയയെ ബലത്തിന്റെ മൊമെന്റ് എന്ന് പറയുന്നു. ഇതിനെ ആഘൂർണ്ണം എന്നും പറയുന്നു. ഈ വക ചലനത്തിന് നിത്യജീവിതത്തിൽ ധാരാളം ഉദാഹരണങ്ങൾ ഉണ്ട്. അവയിൽ ചിലത് വിചാവരിൾ ഉപയോഗിച്ച് കതവുകളെ തുറക്കുകയും അടയ്ക്കുകയും കൂടാതെ റെഞ്ച് ഉപയോഗിച്ച് നട്ടിനെ തിരിക്കുന്നത്.



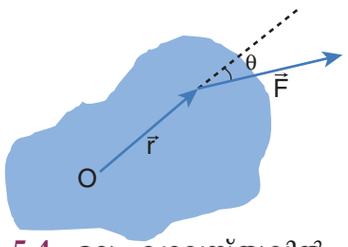
ചുഴറ്റലിന്റെ അളവ് ബലത്തിന്റെ മൂല്യം അതിന്റെ ദിശ, കൂടാതെ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബിന്ദുവിനും അക്ഷത്തിനും ഇടയ്ക്കുള്ള ദൂരം ഇവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ആഘൂർണ്ണം ഒരു വസ്തുവിൽ ചലനത്തെ ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ ആ വസ്തുവിന്റെ കോണീയ സംവേഗം സമയത്തിനനുസരിച്ച് മാറുന്നു. ഈ ഭാഗത്തിൽ ആഘൂർണ്ണം കൂടാതെ ഖരവസ്തുക്കളിൽ ആഘൂർണ്ണം ഉണ്ടാകുന്നു എന്നിവയെപ്പറ്റി പഠിക്കാം.

5.2.1 ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ നിർവ്വചനം

ഒരു ബിന്ദു അല്ലെങ്കിൽ അക്ഷത്തിനനുസരിച്ച് വസ്തുക്കളുടെ മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബാഹ്യ ബലത്തിന്റെ മൊമെന്റ് ആഘൂർണ്ണം എന്ന് നിർവ്വചിക്കപ്പെടുന്നു. ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ സമീകരണം,

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \qquad (5.9)$$

ഇവിടെ, $\vec{r}$ എന്നത് ചിത്രം (5.4) ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ കോ-ആർഡിനേറ്റ് പോയിന്റിൽ നിന്നും വസ്തുവിന്റെ മേൽ $\vec{F}$ എന്ന ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്ന പോയിന്റിന്റെ സ്ഥാന സദിശം ആകുന്നു.



ചിത്രം 5.4. ഒരു ഖരവസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആഘൂർണ്ണം

ഇവിടെ, $\vec{r}$ കൂടാതെ $\vec{F}$ ന്റെ ഗുണനഫലത്തെ വെക്ടർ ഗുണനം അല്ലെങ്കിൽ ക്രോസ് പ്രോടക്റ്റ് എന്ന് പറയാം. രണ്ടു വെക്ടറുകളെ വെക്ടർ ഗുണനം അല്ലെങ്കിൽ ക്രോസ് ഗുണനം ചെയ്യുമ്പോൾ വരുന്ന വെക്ടർ ആ രണ്ടു വെക്ടറുകൾക്കും ലംബമായ ദിശയിൽ ആയിരിക്കും. (ഭാഗം 2 വിഭാഗം 2.5.2) കാണുക. ആയതിനാൽ ആഘൂർണ്ണം $(\vec{\tau})$ എന്നത് വെക്ടർ അളവാകുന്നു.

ആഘൂർണ്ണം $rF\sin\theta$ എന്ന പരിമാണത്തേയും $\vec{r}$ മറ്റും $\vec{F}$ ന് ലംബമായ ദിശയേയും കൊണ്ടിരിക്കും. ഇതിന്റെ മാത്ര N m.

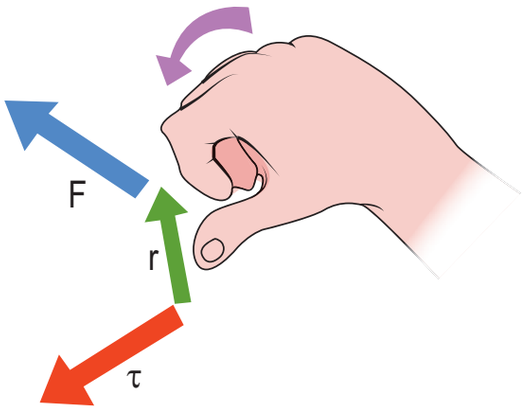
$$\vec{\tau} = (rF\sin\theta)\hat{n} \qquad (5.10)$$

ഇവിടെ, θ എന്നത് $\vec{r}$ മറ്റും $\vec{F}$, ന് ഇടയിലുള്ള കോൺ കൂടാതെ $\hat{n}$ എന്നത് $\vec{\tau}$. ന്റെ ദിശയിലുള്ള യൂണിറ്റ് വെക്ടർ. ആഘൂർണ്ണ $(\vec{\tau})$ എന്നത് $\vec{r}$ മറ്റും $\vec{F}$ എന്നീ രണ്ടു വെക്ടറുകളിൽ നിന്നും കിട്ടുന്നതാൽ ഇതിനെ കപട വെക്ടറുകൾ എന്നും വിളിക്കപ്പെടുന്നു.

ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശയെ വലതുകൈ നിയമം ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാം. ഈ നിയമപ്രകാരം വലതുകൈയുടെ വിരലുകൾ സ്ഥാന സദിശത്തിന്റെ ദിശയിലും, ഉള്ളംകൈ ബലത്തിന്റെ ദിശയെ നോക്കിയ പ്രകാരം വച്ചിട്ട് വിരലുകളെ മടക്കുമ്പോൾ നീട്ടിയിട്ടുള്ള പെരുവിരൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശയെ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യും. ഇത് ചിത്രം 5.5 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഒരു ഖരവസ്തുവിന്റെ മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശയെ ഉപയോഗിച്ച്, ആ ആഘൂർണ്ണം ഏത് രീതിയിലുള്ള ചുറ്റിലിനെ ഉണ്ടാ

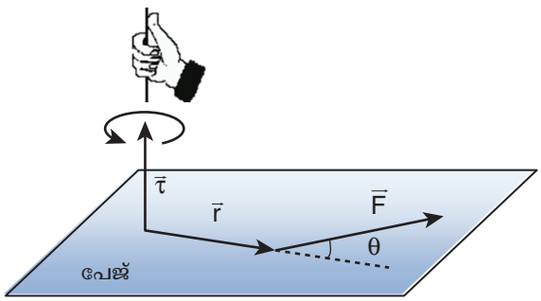
XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 217 21-07-2022 18:00:28



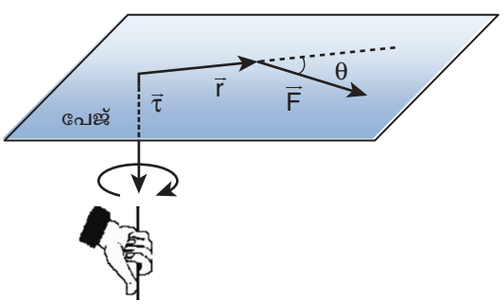
ചിത്രം 5.5. വലതുകൈ നിയമപ്രകാരം ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശ

ക്കുന്നു എന്ന് കണ്ടറിയാം. ഉദാഹരണമായിട്ട് ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശ ദളത്തിനു പുറത്ത് പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെങ്കിൽ ആഘൂർണ്ണത്തിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചുഴറ്റൽ ഘടികാര സൂചി ചുഴലുന്ന ദിശക്ക് എതിർ ദിശയിലും, മറിച്ച് ദളത്തിനെ നോക്കി ആഘൂർണ്ണം പ്രവർത്തിക്കുന്നു എങ്കിൽ ചുഴറ്റൽ ഘടികാര സൂചി ചുഴലുന്ന ദിശയിൽ തന്നെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇതിനെ ചിത്രം 5.6 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ സംഖ്യാ വിലയും, ദിശയും പല സംഭവങ്ങളിൽ തനിയായിട്ട് കിട്ടുന്നു. ആഘൂർ



(a) എതിർഘടികാര ഭ്രമണം



(b) ഘടികാര ഭ്രമണം

ചിത്രം 5.6. ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശ കൂടാതെ ചുറ്റുന്ന രീതികൾ

ണ്ണത്തിന്റെ ദിശയെ കണ്ടറിയാൻ വലതുകൈ നിയമം അല്ലെങ്കിൽ വെക്ടർ നിയമത്തെ ഉപയോഗിച്ചും, സംഖ്യാവിലയെ കണ്ടറിയാൻ സ്കേലാർ രൂപത്തെ ഉപയോഗിച്ചും, അതായത്,

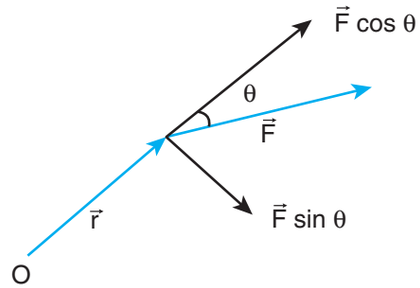
$$\tau = r\ F\ \sin\theta \qquad (5.11)$$

എന്ന സമീകരണത്താൽ ലഭിക്കും. ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ സംഖ്യാവില ലഭിക്കാനായി $\sin\theta$ യെ r അല്ലെങ്കിൽ F നോട് ചേർത്തു രണ്ടു രീതികളിൽ എഴുതാം.

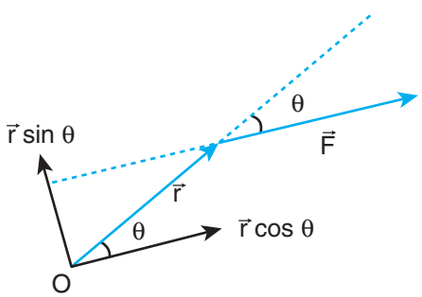
$$\tau = r\left(F\ \sin\theta\right) = r \times \left(F\perp\right) \qquad (5.12)$$

$$\tau = \left(r\ \sin\theta\right)F = \left(r\perp\right) \times F \qquad (5.13)$$

ഇവിടെ, $\left(F\ \sin\theta\right)$ എന്നത് $\vec{r}$ നു ലംബമായ $\vec{F}$ ന്റെ വിഭാഗം. ഇതുപോലെ, $\left(r\ \sin\theta\right)$ എന്നത് $\vec{F}$ ന് ലംബമായ $\vec{r}$ ന്റെ വിഭാഗം. ഈ രണ്ടു സംഭവങ്ങളെയും ചിത്രം 5.7 ൽ കാണാം.



(a) $\tau = r\ (F \sin\theta) = r(F\perp)$



(b) $\tau = (r \sin\theta)\ F = (r\perp)F$

ചിത്രം 5.7. ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ബലത്തെ കണക്കാക്കുന്ന രണ്ട് രീതികൾ.

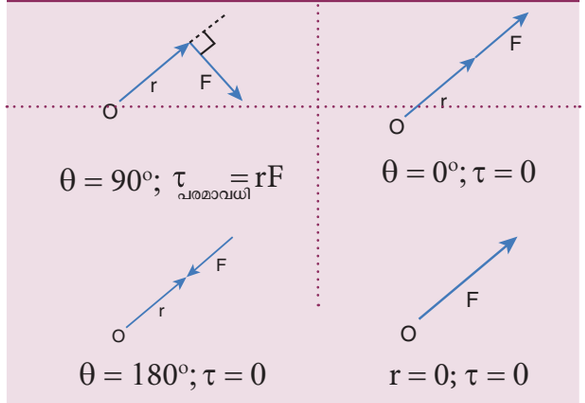
XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 218 21-07-2022 18:00:29

$\vec{r}$ കൂടാതെ $\vec{F}$നു ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ θ യെ അടിസ്ഥാനമാക്കികൊണ്ട് ആഘൂർണ്ണതിനു വ്യത്യസ്ത വിലകൾ ലഭിക്കുന്നു.

$\vec{r}$ കൂടാതെ $\vec{F}$ എന്നിവ ഒന്നിനൊന്ന് ലംബമായി ഉള്ളപ്പോൾ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില അധികതമമായിരിക്കും. അതായത് $\theta = 90^{\circ}$ എന്നായിരിക്കുമ്പോൾ $\sin 90^{\circ} = 1$ ആയിരുന്നാൽ, $\tau_{max} = rF$.

$\vec{r}$ കൂടാതെ $\vec{F}$ എന്നിവ സമാന്തരമായി ഒരേ ദിശയിലോ, എതിർ ദിശയിലോ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില പൂജ്യമാകുന്നു. രണ്ട് വെക്ടറുകളും സമാന്തരമാകുമ്പോൾ $0 = 0$ ഉം $\sin 0 = 0$ യും ആകുന്നു. എതിർ സമാന്തരമാണെങ്കിൽ $\theta = 180^{\circ}$ കൂടാതെ $\sin 180^{\circ} = 0$ ആകുന്നു. ആയതിനാൽ $\tau = 0$ അതായത് ബലം റെഫറൻസ് ബിന്ദുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ, ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില പൂജ്യമായിരുന്നു. ഇതിന്റെ വ്യത്യസ്ത വകഭേദങ്ങളെ താഴെ തന്നിട്ടുള്ള പട്ടിക (5.1) ൽ കാണാം.

പട്ടിക 5.1 വ്യത്യസ്ത പ്രതിഭാസങ്ങളിൽ τ ന്റെ വില



$\theta = 90^{\circ}$; $\tau_{\text{പരമാവധി}} = rF$

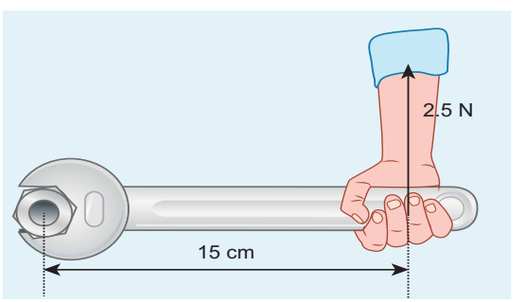
$\theta = 0^{\circ}; \tau = 0$

$\theta = 180^{\circ}; \tau = 0$

$r = 0; \tau = 0$

ഉദാഹരണം 5.7

സ്പേനറിന്റെ കൈപ്പിടിക്ക് ലംബമായി ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. (i) നട്ടിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണ്ണം. (ii) ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശ കൂടാതെ (iii) ആഘൂർണ്ണം ഉണ്ടാക്കുന്ന ചുറ്റലിന്റെ രീതി എന്നിവ കണക്കാക്കുക.

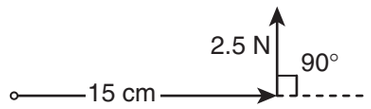


ഉത്തരം

കട്ടമുറുക്കിയുടെ കൈപ്പിടിയുടെ നീളം, $r = 15\,cm = 15\times10^{-2}m$

പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം, $F = 2.5\ N$

r നും F നും ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ, $\theta = 90^{\circ}$



(i) ആഘൂർണ്ണം, $\tau = rF\ \sin\theta$

$$\tau = 15\times10^{-2}\times2.5\times\sin(90^{\circ})$$

[ഇവിടെ, $\sin 90^{\circ} = 1$]

$$\tau = 37.5\times10^{-2}\ N\,m$$

(ii) വലം കൈ നിയമപ്രകാരം, ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശ പേപ്പറിന്റെ ദളത്തിൽ നിന്നും പുറത്തോട്ടാണുള്ളത്.

(iii) ആഘൂർണ്ണം ഉണ്ടാക്കിയ ചുറ്റൽ ഘടികാര ദിശക്ക് വിപരീതദിശയിലാണുള്ളത്.

ഉദാഹരണം 5.8

$\left(4\hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}\right)$ N ബലം $\left(7\hat{i}+4\hat{j}-2\hat{k}\right)$ m എന്ന പോയിന്റിൽ ഇരിക്കുന്ന സ്ഥിതി വെക്ടറിന് മുകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഉത്ഭവസ്ഥാനത്തെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം

$$\vec{r} = 7\hat{i}+4\hat{j}-2\hat{k}$$
$$\vec{F} = 4\hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}$$

ആഘൂർണ്ണം, $\vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F}$

$$\vec{\tau} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 7 & 4 & -2 \\ 4 & -3 & 5 \end{vmatrix}$$

$$\vec{\tau} = \hat{i}(20-6)-\hat{j}(35+8)+\hat{k}(-21-16)$$

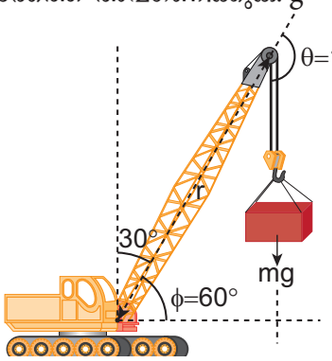
$$\vec{\tau} = \left(14\hat{i}-43\hat{j}-37\hat{k}\right)\ N\,m$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 219 21-07-2022 18:00:32

ഉദാഹരണം 5.9

ക്രെയിൻ ഒന്നിന്റെ കൈയുടെ നീളം 20 മീറ്റർ. ആ കൈ ലംബമായ അക്ഷത്തോട് 30° കോണിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. രണ്ട് ടൺ ഭാരം ഒരു പെട്ടിയിൽ അതിന്റെ മുകളിലത്തെ കരങ്ങളിൽ നിന്നും തൂക്കി നിർത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ക്രെയിനിനെ യോജിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള സ്ഥായിയായ ബിന്ദുവിനെ ആശ്രയിച്ച് ഗുരുത്വാകർഷണം ഉണ്ടാക്കിയ ആഘൂർണ്ണത്തിനെ കണക്കാക്കുക.

[തന്നിട്ടുള്ളവ: 1 ടൺ = 1000 കി.ഗ്രാം ഏതു ഭാഗത്തെ ഭാരത്തെ അവഗണിക്കുക. $g = 10\ m\ s^{-2}$]



വ്യാഖ്യാനം

കുറിപ്പ്

പല കണക്കുകളിലും $\vec{r}$ നും $\vec{F}$ നും ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ നേരിട്ട് കൊടുത്തിട്ടില്ല. ആയതിനാൽ വിദ്യാർത്ഥികൾ $\vec{r}$ നും $\vec{F}$ നും ഇടയിലുള്ള കോൺ θ എന്ന് എടുക്കാൻ പരിശീലിക്കണം. വ്യവസ്ഥയിലുള്ള ബാക്കി കോണുകളെ കുറിക്കുമ്പോൾ α, β, ϕ എന്നിങ്ങനെ എഴുതാം.

തൂക്കി വിട്ടിട്ടുള്ള ദ്രവ്യമാനത്തിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ബലം F.

$$F = mg = 2 \times 1000 \times 10 = 20000\ N;$$

കൈയുടെ നീളം, $r = 20$ മീ

ഈ പ്രശ്നത്തിൽ മൂന്ന് പ്രത്യേക രീതികളിൽ ഉത്തരം കാണാം.

രീതി – *I*

ബലം (F) നും ക്രെയിനിന്റെ കൈയുടെ നീളം (r) നും ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ (θ), $\theta = 150^\circ$

യോജിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള സ്ഥിത ബിന്ദുവിനെ ആശ്രയിച്ച് കൈയുടെ ആഘൂർണ്ണം (τ),

$$\tau = r F \sin\theta$$

$$\tau = 20 \times 20000 \times \sin\left(150^\circ\right)$$

$$= 400000 \times \sin\left(90^\circ + 60^\circ\right)$$

$$\left[\text{ഇവിടെ, } \sin\left(90^\circ + \theta\right) = \cos\theta\right]$$

$$= 400000 \times \cos\left(60^\circ\right)$$

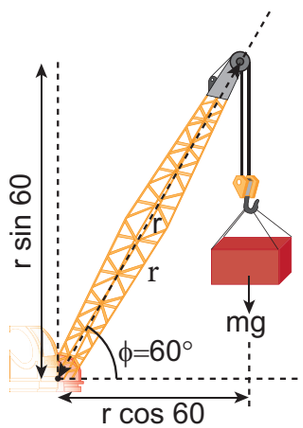
$$= 400000 \times \frac{1}{2} \quad \left[\cos 60^\circ = \frac{1}{2}\right]$$

$$= 200000\ N\,m$$

$$\tau = 2 \times 10^5\ N\,m$$

രീതി – *II*

ബലത്തേയും, ക്രെയിനിൽ കൈ ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ബിന്ദുവിൽ നിന്നും ലംബ ദൂരത്തേയും കണക്കാക്കാം.



$$\tau = \left(r \perp\right) F$$

$$\tau = r \cos\phi\ mg$$

$$\tau = 20 \times \cos 60^\circ \times 20000$$

$$= 20 \times \frac{1}{2} \times 20000$$

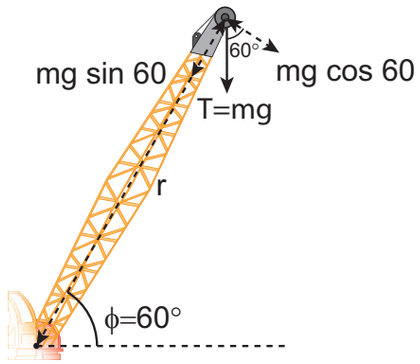
$$= 200000\ N\,m$$

$$\tau = 2 \times 10^5\ N\,m$$

രീതി – *III*

ക്രെയിനിന്റെ കൈ ബന്ധിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള ബിന്ദുവിനേയും ലംബമായ ബലത്തേയും കണക്കാക്കാം.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 220 21-07-2022 18:00:35



$$\tau = r(F\perp)$$

$$\tau = r\,mg\,\cos\phi$$

$$\tau = 20\times 20000\times\cos 60^{\circ}$$

$$= 20\times 20000\times\frac{1}{2}$$

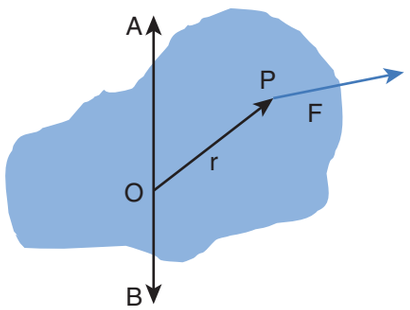
$$= 200000\ \text{Nm}$$

$$\tau = 2\times 10^{5}\ \text{Nm}$$

മൂന്ന് രീതികളും ഒരേ ഉത്തരമാണ് കിട്ടുന്നത്.

5.2.2 അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണം

ഇതുവരെ ഒരു പോയിന്റിനെ ആശ്രയിച്ച് ആഘൂർണ്ണത്തെപ്പറ്റി നാം പഠിച്ചു. ഈ വിഭാഗത്തിൽ അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണത്തിനെ കുറിച്ച് പഠിക്കാം. ഖര വസ്തു ഒന്ന് AB യെ ആസ്പദമാക്കി ചുറ്റുന്നത് ചിത്രം (5.8) ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഖര വസ്തുക്കളിൽ P എന്ന പോയിന്റിൽ F എന്ന ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്ന് കരുതുക. ബലം F എന്നത് തലം ABP-ൽ ഇല്ലാതെയും ഇരിക്കാം. അക്ഷം AB ൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു പോയിന്റിനെ ഉത്ഭവസ്ഥാനം O എന്ന് കണക്കാക്കുക.



ചിത്രം 5.8. ഒരു അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ആഘൂർണ്ണം



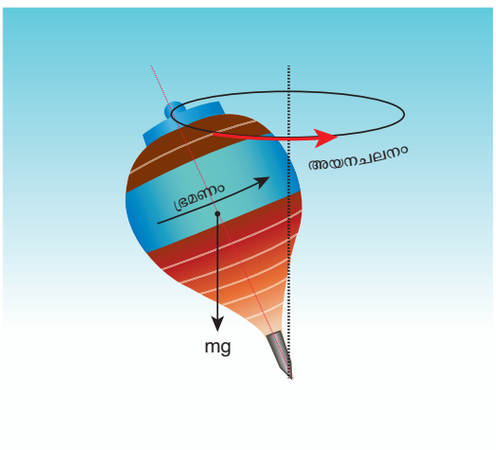
സൃഷ്ടിപരവും, പുതുമയുള്ളതുമായ പാരമ്പര്യകളികൾക്ക് തമിഴ്നാട് പ്രസിദ്ധിയാർജ്ജിച്ച സ്ഥലമാണ്. അതിൽ ഒരു പ്രസിദ്ധിയാർജ്ജിച്ച കളിയാണ് സില്ലുക്കോട്. ഒരു ദീർഘ ചതുര കട്ടത്തിനകത്ത് പല ദീർഘ ചതുര പിരിവുകൾ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ ഉണ്ട്. ദീർഘ ചതുര കട്ടങ്ങളിൽ ഒരു കാൽകൊണ്ട് ചാടി പോകണം.

കാരണം എന്തെന്നാൽ, ഒറ്റകാൽകൊണ്ട് ചാടുമ്പോൾ ഒരു വശം ചരിഞ്ഞ് പോകാൻ കാരണം, ചരിഞ്ഞ രീതിയിൽ പ്രകൃതിയിൽ ആകർഷണ ബലവും (mg), തറയിൽ ലംബമായ ബലവും (N) ഒന്നിനൊന്ന് തുലനം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യമാകുന്നു. ഇങ്ങനെ അല്ലായെങ്കിൽ ഈ രണ്ടു ബലങ്ങളും വെവ്വേറെ പോയിന്റുകളിലൂടെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന നിലയിൽ ആകെ ആഘൂർണ്ണം പ്രവർത്തിച്ച് കളിക്കുന്നവർ താഴെ വീഴുന്ന സ്ഥിതി ഉണ്ടാകാം.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 221 21-07-2022 18:00:36

പോയിന്റ് O യെ ആസ്പദമാക്കി $\vec{F}$ ന്റെ ആഘൂർണ്ണം, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ കൂടാതെ അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിൽ ഈ അക്ഷത്തിലൂടെയുള്ള ഈ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ഘടകങ്ങൾ ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണ്ണമാകുന്നു. ഇതിനെ കാണാൻ നാം ആദ്യം ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വെക്ടർ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ നും കൂടാതെ അക്ഷം AB ക്കും ഇടയിലുള്ള കോൺ ϕ യെയും കാണണം. (ബലത്തിന്റെ തലം ABP യിൽ $\vec{F}$ ഇല്ല എന്നതിനെ ഓർമ്മിക്കുക). അക്ഷം AB യെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ആഘൂർണ്ണം എന്നത് അക്ഷം AB വഴിയായിട്ട് പോകുന്ന ആഘൂർണ്ണം $|\vec{r} \times \vec{F}|$ ന്റെ തിരശ്ചീന ഘടകം $|\vec{r} \times \vec{F}| \cos \phi$ ആകുന്നു. അതുപോലെ അക്ഷം AB ക്ക് ലംബമായ ആഘൂർണ്ണം $|\vec{r} \times \vec{F}| \sin \phi$.

അക്ഷം വഴിയായിട്ട് ഒരു വസ്തുവിൻമേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആഘൂർണ്ണം, ആ വസ്തുവിന്റെ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുഴറ്റുകയോ തിരിയുകയോ ചെയ്യുന്നു. കൂടാതെ അക്ഷത്തിന് ലംബമായ ആഘൂർണ്ണം ചുഴലുന്ന അക്ഷത്തിനെ ചുഴറ്റുന്നു. ഈ രണ്ട് ഘടകങ്ങളും ഒരേ നേരത്തിൽ ദൃഢ വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിച്ചാൽ. വസ്തു അയന ചലനം കൈക്കൊള്ളും. ചുറ്റുന്ന പമ്പരം ഒന്ന് നിശ്ചലാവസ്ഥയോട് അടുക്കുമ്പോൾ അയന ചലന കൈക്കൊള്ളും എന്നതിനെ ചിത്രം 5.9 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 5.9. ചുഴലുന്ന പമ്പരത്തിന്റെ അയന ചലനം

അയനചലനത്തിനെ വിശദീകരിക്കുക എന്നത് നമ്മുടെ പാഠ്യ പദ്ധതിക്ക് അതീതമാണ്. ആയതിനാൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ലംബ ഘടകങ്ങളിൽ ഫലങ്ങളെ നീക്കാനായി അക്ഷത്തെ ഒരു നിശ്ചിത സ്ഥാനത്തു വയ്ക്കുക. ആയതിനാൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ലംബഘടകങ്ങളെ കണക്കാക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ബാക്കിയുള്ള പാഠഭാഗത്തിന് ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തെ ആധാരമാക്കിയുള്ള ചുറ്റൽ അഥവാ ഭ്രമണത്തെ പരിഗണിക്കുക, അതിനായി നമുക്ക്:

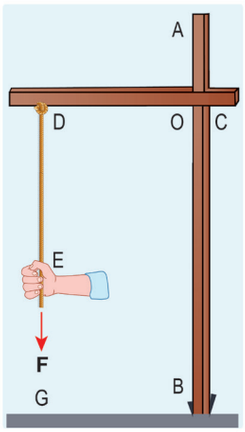
1. *അക്ഷത്തിനു ലംബമായ തലത്തിൽ ഉള്ള ബലങ്ങളെ മാത്രം കണക്കാക്കണം. (കൂടാതെ അക്ഷം പരസ്പരം ഛേദിക്കരുത്).*
2. *അക്ഷത്തിന് ലംബമായിട്ടുള്ള സ്ഥാന സദിശം മാത്രം കണക്കാക്കുക.*

കുറിപ്പ്

- അക്ഷത്തിന് സമാന്തരമായ ബലം, അക്ഷത്തിന് ലംബമായ ദിശയിൽ ആഘൂർണ്ണത്തെ കൊടുക്കുന്നു. കൂടാതെ ഇതിനെ കണക്കാക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല.
- അക്ഷത്തിനെ ഛേദിച്ചുപ്പോകുന്ന ബലങ്ങൾ, $r = 0$ കടന്നു പോകുന്ന ആഘൂർണ്ണത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല എന്തെന്നാൽ
- അക്ഷത്തിന്റെ അതേ ദിശയിലുള്ള സ്ഥാന സദിശം, അക്ഷത്തിനു ലംബമായി ആഘൂർണ്ണത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ഇതിനെ കണക്കാക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല.

ഉദാഹരണം 5.10

AB, CD എന്നീ രണ്ടു ദണ്ഡുകൾ പരസ്പരം ലംബമായി O എന്ന ബിന്ദുവിൽ യോജിക്കുന്ന വിധം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ നിലത്തുറപ്പിച്ചു വയ്ക്കുക. D എന്ന ബിന്ദുവിൽ ഒരു നൂലിനെ കെട്ടിയിട്ട് അതിന്റെ E എന്ന മറ്റേ അഗ്രത്തെ $\vec{F}$ എന്ന ബലത്താൽ വലിക്കുക. അപ്പോൾ ബലത്താലുണ്ടാകുന്ന ടോർക്കിന്റെ പരിമാണവും ദിശയും കാണുക.



(i) E,D, O കൂടാതെ B യെ ആസ്പദമാക്കി

(ii) DE, CD, AB കൂടാതെ BG അക്ഷങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 222 21-07-2022 18:00:37

ഉത്തരം

(i) E യെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം. (E വഴിയായി $\vec{F}$ പ്രവർത്തിക്കുന്നു).

D യെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം (D വഴിയായി $\vec{F}$ പ്രവർത്തിക്കുന്നു).

O എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ആഘൂർണ്ണം $(\overrightarrow{OE})\times\vec{F}$ എന്നത് AB, CD എന്നീ അക്ഷങ്ങൾക്ക് ലംബമായിരിക്കും.

B എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ടോർക്ക് ആഘൂർണ്ണം $(\overrightarrow{BE})\times\vec{F}$ എന്നത് AB, CD എന്നീ അക്ഷങ്ങൾക്ക് ലംബമായിരിക്കും

(ii) DE യെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം ($\vec{F}$ എന്നത് DE ക്ക് സമാന്തരം).

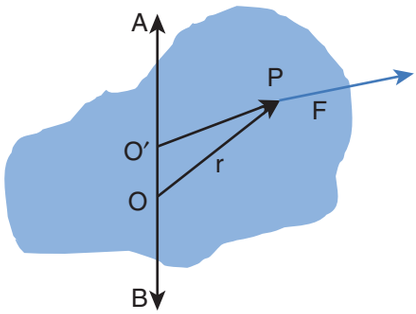
CD യെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം (CD യെ $\vec{F}$ വെട്ടി പോകുന്നു).

AB യെ ആസ്പദമാക്കി പൂജ്യം (AB ക്ക് $\vec{F}$ സമാന്തരമായി പോകുന്നു).

BG എന്ന അക്ഷത്തെ ആധാരമാക്കിയുള്ള ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യമാകുന്നു. ($\vec{F}$ എന്നത് BG യെ വിഭജിക്കുന്നതിനാൽ)

ഒരു അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കിയ ബല ത്തിന്റെ ആഘൂർണ്ണം ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തെ അക്ഷ ത്തെ തന്നെ തെരഞ്ഞെടുത്താൽ ആ അക്ഷത്തെ തന്നെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കാതെ ആയിരിക്കും എന്ന തിനെ താഴെ കാണുന്ന രീതിയിൽ കാണാം.

ദൃഢ വസ്തു ഒന്നിലുള്ള AB എന്ന ചുഴലുന്ന അക്ഷത്തിലുള്ള O എന്ന ഉത്ഭവസ്ഥാനത്തെ എടു ക്കാം. പോയിന്റ് P ൽ F എന്ന ബലം പ്രവർത്തി ക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ അക്ഷത്തിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു സ്ഥലത്തിൽ മറ്റൊരു പോയിന്റ് O^1 യെ ചിത്ര ത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളപോലെ തെരഞ്ഞെടുക്കാം.



ചിത്രം 5.10. ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തെ ആശ്രയി ക്കാത്ത ചുഴലുന്ന വസ്തുവിന്റെ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ ആഘൂർണ്ണം



ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള മരചെക്കിൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ദിശയെ കണ്ടുപിടിക്കുക

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 223 21-07-2022 18:00:38

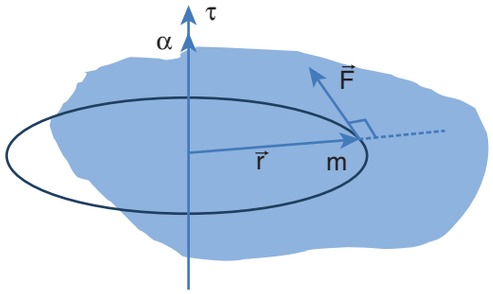
O'യെ ആസ്പദമാക്കി F ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണ്ണം,

$$\overrightarrow{O'P}\times\vec{F}=\left(\overrightarrow{O'O}+\overrightarrow{OP}\right)\times\vec{F}$$
$$=\left(\overrightarrow{O'O}\times\vec{F}\right)+\left(\overrightarrow{OP}\times\vec{F}\right)$$

$\overrightarrow{O'O}\times\vec{F}$ എന്നത് $\overrightarrow{O'O}$, ക്ക് ലംബമായി ഇരിക്കുന്നതാൽ ഈ പദത്തിന് AB. വഴിയായിട്ട് യാതൊരു ഘടകവും ഇല്ല. ആയതിനാൽ $\overrightarrow{O'P}\times\vec{F}$, എന്നത് $\overrightarrow{OP}\times\vec{F}$ ന് സമമാണ്.

5.2.3 ആഘൂർണ്ണവും കോണീയ ത്വരണവും

സ്ഥിരമായ ഒരു അക്ഷത്തിനെ ആശ്രയിച്ച് ചുഴലുന്ന ഒരു ദൃഢ വസ്തുവിനെ കണക്കാക്കുക. ഒരു പോയിന്റ് ദ്രവ്യമാനം m എന്നത് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിക്കുള്ള പോലെ സ്ഥിരമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി വർത്തുള ചലനത്തെ കൈക്കൊള്ളുന്നു. സ്പർശ ബലം $\vec{F}$ എന്നത് പോയിന്റ് ദ്രവ്യമാനത്തെ ചുഴറ്റാൻ ആവശ്യമായ ആഘൂർണ്ണത്തെ കൊടുക്കുന്നു. ഈ സ്പർശ ബലം $\vec{F}$ എന്നത് പോയിന്റ് മാസ്സിന്റെ സ്ഥാന സദിശം ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.



ചിത്രം 5.11. ആഘൂർണ്ണവും കോണീയ ത്വരണവും

അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി പോയിന്റ് മാസ്സ് m ൽ ബലത്തിനാൽ ഉണ്ടാക്കുന്ന ആഘൂർണ്ണം,

$$\tau=rF\sin 90^\circ=rF \quad \left[\because \sin 90^\circ=1\right]$$
$$\tau=rma \quad \left[\because \left(F=ma\right)\right]$$
$$\tau=rmr\alpha=mr^2\alpha \quad \left[\because \left(a=r\alpha\right)\right]$$

$$\tau=\left(mr^2\right)\alpha \qquad (5.14)$$

ഈ ബലത്തിനാലുണ്ടാകുന്ന ആഘൂർണ്ണം പോയിന്റ് മാസ്സിൽ വർത്തുള അക്ഷത്തെ കേന്ദ്രീകരിച്ച് പോയിന്റ് മാസ്സിൽ ഒരു കോണീയ ത്വരണത്തെ $\left(\alpha\right)$ ഉണ്ടാക്കുന്നു..

വെക്ടർ രൂപത്തിൽ,

$$\vec{\tau}=\left(mr^2\right)\vec{\alpha} \qquad (5.15)$$

τ കൂടാതെ α ഇവയുടെ ദിശ വർത്തുള അക്ഷത്തിലൂടെ ആയിരിക്കും. τ ന്റെ ദിശയിൽ α ഇരിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഇത് കോണീയ ത്വരണത്തെ ഉണ്ടാക്കും. നേരെമറിച്ച് τ ന്റെ ദിശ α ക്കു വിപരീതമായാൽ വിപരീത കോണീയ ത്വരണത്തെ ഉണ്ടാക്കും.

സമീകരണങ്ങൾ 5.14 കൂടാതെ 5.15 ൽ ഉള്ള പദം mr^2 പോയിന്റ് മാസ്സിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ദൃഢവസ്തുവിൽ പോയിന്റ് മാസ്സിനെ പോലെയുള്ള പല കണങ്ങൾ കൊണ്ട് ഉണ്ടായിട്ടുള്ളവയാണ്. ആയതിനാൽ ആ വസ്തുവിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ എന്നത് ആ വസ്തു ഉൾക്കൊണ്ടിട്ടുള്ള തനിത്തനിയായ എല്ലാ പോയിന്റ് മാസ്സുകളുടെയും മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യയുടെ ആകെതുക $\left(I=\sum m_i r_i^2\right)$ ആകുന്നു. ആയതിനാൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ സമീകരണം,

$$\vec{\tau}=\left(\sum m_i r_i^2\right)\vec{\alpha} \qquad (5.16)$$
$$\vec{\tau}=I\vec{\alpha} \qquad (5.17)$$

വ്യത്യസ്ത ആകൃതിയിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യാ കൂടാതെ അതിന്റെ പ്രാധാന്യത്തേയും വിഭാഗം 5.4ൽ പഠിക്കാം.

5.2.4 കോണീയ ആവേഗം

വർത്തുള ചലനത്തിൽ കോണീയ ആവേഗം എന്നതു രേഖീയ ചലനത്തിലുള്ള രേഖീയ ആവേഗത്തിനു സമമായ ഒരു ഭൗതിക അളവാകുന്നു. രേഖീയ ആവേഗത്തിന്റെ മൊമെന്റിനെ പോയിന്റ്

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 224 21-07-2022 18:00:41

മാസ്സിന്റെകോണീയസംവേഗംഎന്നറിയപ്പെടുന്നു. നേരെമറിച്ച്, ഒരു പോയിന്റ് അല്ലെങ്കിൽ അക്ഷത്തിൽ നിന്നും r നിലയിൽ ഉള്ള ഒരു പോയിന്റ് മാസ്സിന്റെ രേഖീയ സംവേഗം p എങ്കിൽ അതിന്റെ കോണീയ സംവേഗം L നെ ഗണിത ശാസ്ത്ര പ്രകാരം താഴെ കാണുന്ന വിധം എഴുതാം,

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \qquad (5.18)$$

കോണീയ സംവേഗത്തിന്റെ പരിമാണത്തെ ഇങ്ങനെ എഴുതാം.

$$L = r\,p\sin\theta \qquad (5.19)$$

ഇവിടെ, θ എന്നതു $\vec{r}$ നും $\vec{p}$ ക്കും ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ, കോണീയ ആവേഗം $\vec{L}$ എന്നതു $\vec{r}$ കൂടാതെ $\vec{p}$ ഇരിക്കുന്ന തലത്തിനു ലംബമായിരിക്കും. മൊമെന്റിനെ മുമ്പുള്ളതിൽ എഴുതിയതുപോലെ ഇവിടേയും $\sin\theta$ യെ $\vec{r}$ അല്ലെങ്കിൽ $\vec{p}$ യോട് ചേർന്നു എഴുതാം .

$$L = r\left(p\sin\theta\right) = r\left(p\perp\right) \qquad (5.20)$$

$$L = \left(r\sin\theta\right)p = \left(r\perp\right)p \qquad (5.21)$$

ഇവിടെ, $p\perp$ എന്നതു r നു ലംബമായ രേഖീയ സംവേഗത്തിന്റെ ഘടകമാണ്. അതുപോലെ $r\perp$ എന്നതു p ക്കു ലംബമായ സ്ഥിതി വെക്ടറിന്റെ ഘടകം.

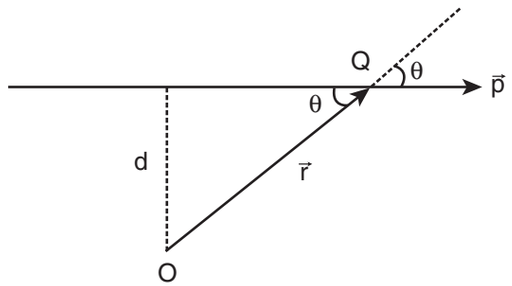
രേഖീയ ആവേഗം പൂജ്യമാകുമ്പോഴോ $(p = 0)$ അല്ലെങ്കിൽ കണം ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തിൽ $\left(\vec{r} = 0\right)$ ഉള്ളപ്പോഴോ അല്ലെങ്കിൽ $\vec{r}$ ഉം $\vec{p}$ യും സാമാന്തരമായ ദിശയിലോ എതിരായ ദിശയിലോ ആയിരിക്കുമ്പോൾ $(\theta = 0^0 \text{ or } 180^0)$ കോണീയ ആവേഗം പൂജ്യമാകുന്നു. $\left(L = 0\right)$ ആകുന്നു.

കോണിയ ആവേഗം വർത്തുള ചലനത്തിനു മാത്രം ബന്ധമുള്ളവയാണ് എന്ന് തെറ്റായ ഒരു ധാരണയുണ്ട്, ഇതു സത്യമല്ല. കോണീയ ആവേഗം രേഖീയ ചലനത്തിനും ബന്ധമുണ്ട്. ഇതിനെ താഴെപ്പറയുന്ന ഉദാഹരണത്തിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

ഉദാഹരണം 5.11

m ദ്രവ്യമാനമുള്ള കണം v എന്ന സ്ഥിര പ്രവേഗത്തോടെ ചലിക്കുന്നു. ഏതെങ്കിലും ഒരു പോയിന്റിനനുസരിച്ച് ചലനത്തിലുട നീളം ഇതിന്റെ കോണീയ ആവേഗം സ്ഥിരമാണ് എന്നു കാണിക്കുക.

വ്യാഖ്യാനം



m ദ്രവ്യമാനമുള്ള O എന്ന കണം സ്ഥിര പ്രവേഗം $\vec{v}$ യോടെ ചെല്ലുന്നതായി കണക്കാക്കാം. സ്ഥിര പ്രവേഗം എന്നാൽ കണത്തിന്റെ പാത രേഖീയ പാതയായിരിക്കും. അതിന്റെ ആവേഗവും $\left(\vec{p} = m\vec{v}\right)$ അതേ പാതയിൽ നേർ രേഖയായിരിക്കും. ആ പാതയിൽനിന്നും ലംബമായ ദൂരത്തിൽ (d) ഉത്ഭവ സ്ഥാനം O യെ കണക്കാക്കാം. ഒരു പ്രത്യേക സമയത്ത് Q എന്ന പോയിന്റിൽ ഉള്ള കണത്തിന്റെ സ്ഥിതി വെക്ടർ $\left(\vec{r} = \overrightarrow{OQ}\right)$ എന്നിരിക്കട്ടെ.

ഒരു പ്രത്യേക സമയത്ത് $\vec{r}$ നും $\vec{p}$ യ്ക്കും ഇടയ്ക്കുള്ള കോൺ θ എന്നിരിക്കട്ടെ. ആയതിനാൽ ആ സമയത്ത് കോണീയ ആവേഗത്തിന്റെ പരിമാണം,

$$L = OQ\,p\sin\theta = OQ\,mv\sin\theta = mv\left(OQ\sin\theta\right)$$

ഇവിടെ $\left(OQ\sin\theta\right)$ എന്നതു ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തിനും, വസ്തു ചെല്ലുന്ന ദിശയ്ക്കും ഉള്ള ലംബമായ ദൂരം (d) ആകുന്നു. ആയതിനാൽ കണം Q ന്റെ ഉത്ഭവത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ രേഖീയ ആവേഗം,

$$L = mvd$$

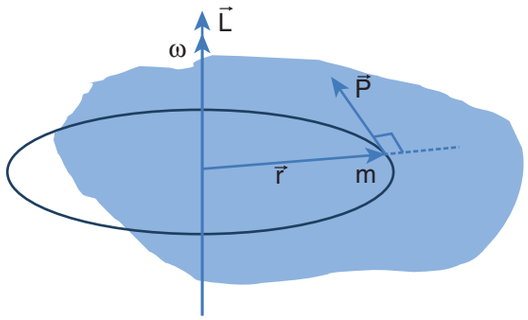
മുകളിൽപറഞ്ഞകോണീയആവേഗത്തിന്റെസമീകരണത്തിൽ കോൺ θ യെ ഉൾകൊണ്ടിട്ടില്ല. രേഖീയ ആവേഗം $(p = mv)$ കൂടാതെ ലംബ

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 225 21-07-2022 18:00:44

ദൂരം (d) രണ്ടും സ്ഥിരം ആയതിനാൽ, കണത്തിന്റെ കോണീയ ആവേഗവും മാറുന്നില്ല. ആയതിനാൽ കോണീയ ആവേഗം രേഖീയ ചലനത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളോടും ബന്ധമുള്ളവയാണ്. വസ്തു ചെല്ലുന്ന രേഖീയ ദിശ ഒരു പക്ഷേ ഉത്ഭവ സ്ഥാനത്തിലുള്ള പോയിന്റ് വഴി ചെല്ലുകയാണെങ്കിൽ കോണീയ ആവേഗം പൂജ്യമാകും, അതു മാറാതെയും ഇരിക്കും.

5.2.5 കോണീയ ആവേഗവും കോണീയ പ്രവേഗം

ദൃഢവസ്തു സ്ഥായിയായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുറ്റുന്നു എന്ന് സങ്കല്പിക്കുക. ഒരു പോയിന്റ് മാസ്സ് m എന്നതു ചിത്രം 5.12 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ഒരു വർത്തുള ചലനത്തെ കൈക്കൊള്ളുന്നു.



ചിത്രം 5.12. കോണീയ ആവേഗവും കോണീയ പ്രവേഗവും

കറങ്ങുന്ന അക്ഷത്തിൽ നിന്നും r ദൂരത്തിൽ പോയിന്റ് മാസ്സ് m ഇരിക്കുകയാണ്. ഏതൊരു ക്ഷണത്തിലുമുള്ള രേഖീയ ആവേഗം വൃത്താകാര പാതയോട് സ്പർശരേഖാ ദിശയിലായിരിക്കും. കോണീയ സംവേഗം $\vec{L}$ $\vec{r}$ നും $\vec{p}$ യ്ക്കും ലംബമായി ആയിരിക്കും. ആയതിനാൽ കോണീയ ആവേഗം വർത്തുള അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും. ഈ പ്രതിഭാസത്തിൽ θ എന്നതു $\vec{r}$ നും $\vec{p}$ ക്കും ഇടയ്ക്കുള്ള കോണാണ്. കോണീയ ആവേഗം (L) ന്റെ പരിമാണം $\theta = 90^\circ$ എന്നാകുമ്പോൾ,

$$L = r\,mv\sin 90^\circ = r\,mv$$

ഇവിടെ v എന്നതു രേഖീയ പ്രവേഗം, വർത്തുള ചലനത്തിൽ കോണീയ പ്രവേഗത്തിനും, ω രേഖീയ പ്രവേഗത്തിനും ഉള്ള ബന്ധം, $v = r\omega$,

ആയതിനാൽ $L = rmr\omega$

$$L = \left(mr^2\right)\omega \qquad (5.22)$$

L ന്റെയും ω യുടെയും ദിശ വർത്തുള അക്ഷത്തിന്റെ ദിശയിലായിരിക്കും. മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള സമീകരണത്തിന്റെ വെക്ടർ രൂപം,

$$\vec{L} = \left(mr^2\right)\vec{\omega} \qquad (5.23)$$

മുമ്പ് പ്രതിപാദിച്ചതുപോലെ, സമീകരണം 5.22 കൂടാതെ 5.23 ൽ പദം mr^2 എന്നതു പോയിന്റ് മാസ്സിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യാ ആകുന്നു. ദൃഢവസ്തു പോയിന്റ് മാസ്സുപോലുള്ള പല കണങ്ങളാലായവയാണ്. ആയതിനാൽ ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യാ (I) എന്നതു ആ പോയിന്റ് മാസ്സുകളുടെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യയുടെ ആകെതുക $\left(I = \sum m_i r_i^2\right)$ ആകുന്നു. ആയതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ കോണീയ ആവേഗം,,

$$\vec{L} = \left(\sum m_i r_i^2\right)\vec{\omega} \qquad (5.24)$$

$$\vec{L} = I\vec{\omega} \qquad (5.25)$$

വിഭാഗം 5.4 ൽ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യയെ (I) ക്കുറിച്ച് വിശദമായി പഠിക്കാം.

5.2.6 ആഘൂർണ്ണവും കോണീയ ആവേഗവും

ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ കോണിയ ആവേഗത്തിന്റെ പരിമാണ വില എന്നത് $L = I\omega$ ആകുന്നു. കൂടാതെ ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ ആഘൂർണ്ണം $\tau = I\alpha$ ആണ് ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ സമീകരണത്തെ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ എഴുതാം,

$$\tau = I\frac{d\omega}{dt} \quad \because \left(\alpha = \frac{d\omega}{dt}\right) \qquad (5.26)$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 226 21-07-2022 18:00:46

ഇവിടെ ω എന്നതു കോണീയ പ്രവേഗവും. α എന്നത് കോണീയ ത്വരണവുമാണ്. സമീകരണം 5.26 നെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം,

$$\tau = \frac{d(I\omega)}{dt}$$

$$\tau = \frac{dL}{dt} \qquad (5.27)$$

മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള സമീകരണം മുഖേന നാം കാണുന്നത് ബാഹ്യ ആഘൂർണ്ണം ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ പുറത്ത് സ്ഥായിയായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള കോണീയ ആവേഗം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതു ഭ്രമണത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമത്തിനെ കാണിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഈ സമീകരണം രേഖീയ ചലനത്തിന്റെ സമികരണമായ $F = \frac{dp}{dt}$ രൂപത്തെ അനുകരിക്കുന്നു.

കോണീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം:

സമീകരണം 5.27 ൽ നിന്നും, ബാഹ്യ ആഘൂർണ്ണം ദൃഢവസ്തുക്കളിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ കോണീയ ആവേഗ മാറ്റത്തിനെ ഉണ്ടാക്കും എന്ന് നമുക്കറിയാം.

$\tau = 0$ എങ്കിൽ, $\frac{dL}{dt} = 0$; L = സ്ഥിര സംഖ്യ

മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള സമീകരണം കോണീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമത്തെ കുറിക്കുന്നു. ഇതിനെക്കുറിച്ച് വിഭാഗം 5.5 ൽ കൂടുതലായി പഠിക്കാം.

5.3 ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ സന്തുലിതാവസ്ഥ

ഒരു വസ്തു മേശയുടെ മുകളിൽ ചലനമില്ലാതെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ഉള്ളപ്പോൾ വസ്തുവിൽ യാതൊരു ബലവും പ്രവർത്തതിക്കുന്നില്ല. സത്യത്തിൽ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം വസ്തുവിനു മുകളിൽ താഴോട്ടും, മേശ വസ്തുവിനു മുകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന വിപരീതബലം മുകളിലേക്കും ആയിരിക്കും. ഈ രണ്ട് ബലങ്ങൾ ഒന്നിനൊന്ന് നിർജീവമാക്കുന്നു. ആയതിനാൽ വസ്തുവിന്റെ മുകളിൽ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല. വസ്തുവിൻമേൽ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല എന്നതിനും, പരിണിത ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നില്ല എന്നതിനും ധാരാളം വ്യത്യാസം ഉണ്ട്. മുകളിൽ പറഞ്ഞ വിവാദം മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ അല്ലെങ്കിൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള വർത്തുള ചലനത്തിന് അനുയോജ്യമായിരിക്കും.

ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ രേഖീയ ആവേഗവും കോണീയ ആവേഗവും സ്ഥിരമായിരുന്നാൽ ആ വസ്തു യാന്ത്രിക സന്തുലനാവസ്ഥയിലാണെന്ന് പറയാം.

ഒരു വസ്തുവിന്റെ രേഖീയ ആവേഗം സ്ഥിരമാണെങ്കിൽ ആ വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന പരിണിത ബലം പൂജ്യമായിരിക്കുന്നു.

$$\vec{F}_{net} = 0 \qquad (5.28)$$

ഈ നിബന്ധന പ്രകാരം വസ്തു രേഖീയ സന്തുലനാവസ്ഥയിലായിരിക്കും. ഇതനുസരിച്ച് വസ്തുവിൽ വേറെ വേറെ ദിശകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \ldots$ എന്ന ബലങ്ങളുടെ വെക്ടർ സങ്കലനം പൂജ്യമാകുന്നു.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots + \vec{F}_n = 0 \qquad (5.29)$$

വസ്തുവിന്റെ മുകളിൽ $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \ldots$ എന്ന ബലത്താൽ വേറെ വേറെ ദിശകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എങ്കിൽ അവയുടെ ഫലത്തെ യഥാക്രമം തിരശ്ചീന കൂടാതെ ലംബ ഘടകങ്ങൾ മുഖേന പരിഹരിക്കാം. ഈ പ്രശ്നത്തിൽ തിരശ്ചീന സന്തുലനാവസ്ഥക്കൊ ലംബമായ സന്തുലനാവസ്ഥക്കോ സാദ്ധ്യതയുണ്ട്.

ഇതുപോലെ കോണീയ സംവേഗം സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആകെ ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യമാകുന്നു.

$$\vec{\tau}_{\text{ആകെ}} = 0 \qquad (5.30)$$

ഈ നിബന്ധനപ്രകാരം വസ്തു വർത്തുള സന്തുലനാവസ്ഥയിലായിരിക്കും. വർത്തുള സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ വേറെ വേറെ ഭ്രമണത്തെ ഉണ്ടാക്കും. വ്യത്യസ്ത ആഘൂർണ്ണം $\vec{\tau}_1, \vec{\tau}_2, \vec{\tau}_3 \ldots$ എന്നിവയുടെ വെക്ടർ തുക പൂജ്യമാകും.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 227 21-07-2022 18:00:47

$$\vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \vec{\tau}_3 + \cdots + \vec{\tau}_n = 0 \qquad (5.31)$$

കൂടാതെ ഒരു ദൃഢവസ്തുവിൻ മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആകെ ബലവും, ആഘൂർണ്ണങ്ങളും പൂജ്യമായിരുന്നാൽ ആ ദൃഢവസ്തു യാന്ത്രിക സന്തുലനാവസ്ഥയിലാണെന്ന് പറയാം.

$$\vec{F}_{\text{ആകെ}} = 0 \quad \text{കൂടാതെ} \quad \vec{\tau}_{\text{ആകെ}} = 0 \qquad (5.32)$$

ബലങ്ങളും, ആഘൂർണ്ണങ്ങളും വെക്ടർ അളവുകൾ ആയതിനാൽ ഇതിന്റെ ദിശകളെ അനുയോജ്യമായ അടയാളങ്ങളോടു കൂടി ഉപയോഗിക്കണം.

5.3.1 സന്തുലനാവസ്ഥയുടെ വകഭേദങ്ങൾ

മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള വിവാദമനുസരിച്ച് വേറെ വേറെ നിബന്ധനകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വേറെ വേറെ രിതിയിലുള്ള സന്തുലനാവസ്ഥകൾക്കു സാധ്യതയുണ്ട് എന്ന തീരുമാനത്തിലെത്താം. ഇവയെ പട്ടിക 5.2 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

പട്ടിക 5.2 വ്യത്യസ്ത തരം സംന്തുലനാവസ്ഥയും അവയുടെ നിബന്ധനകളും.

സംന്തുലനാവസ്ഥയുടെ തരങ്ങൾ	നിബന്ധനകൾ
സ്ഥാനാന്തര സംന്തുലനാവസ്ഥ	■ രേഖീയ ആവേഗം സ്ഥിരമായിരിക്കും. ■ സഫല ബലം പൂജ്യമായിരിക്കും.
വർത്തുള സംന്തുലനാവസ്ഥ	■ വർത്തുള ആവേഗം സ്ഥിരമായിരിക്കും. ■ സഫല ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യമായിരിക്കും.
നിശ്ചല സന്തുലനാവസ്ഥ	■ രേഖീയ ആവേഗവും വർത്തുള ആവേഗവും പൂജ്യമായിരിക്കും. ■ സഫല ബലവും സഫല ആഘൂർണ്ണവും പൂജ്യമായിരിക്കും.
ചലനാത്മക സംന്തുലനാവസ്ഥ	■ രേഖീയ ആവേഗവും വർത്തുള ആവേഗവും സ്ഥിരമായിരിക്കും. ■ സഫല ബലവും സഫല ആൂർണ്ണവും പൂജ്യമായിരിക്കും.
സുസ്ഥിര സംന്തുലനാവസ്ഥ	■ രേഖീയ ആവേഗവും വർത്തുള ആവേഗവും പൂജ്യമായിരിക്കും. ■ ഒരു വസ്തുവിനെ അതിന്റെ സ്ഥാനത്തിൽ നിന്നും തടസ്സപ്പെടുത്തി സ്വതന്ത്രമാക്കുമ്പോൾ സംന്തുലനാവസ്ഥയിലേക്ക് തിരിച്ചു വരുന്നു. ■ സംന്തുലനാവസ്ഥയിൽ നിന്നും മോചിതപ്പെടുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം മുകളിലേക്ക് വ്യതിചലിക്കുന്നു. ■ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥിതികോർജ്ജം കുറയുകയും തടസ്സപ്പെടുത്തുമ്പോൾ കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു.
അസ്ഥിര സംന്തുലനാവസ്ഥ	■ രേഖീയ ആവേഗവും വർത്തുള ആഗേവും പൂജ്യമായിരിക്കും. ■ വസ്തുവിനെ അതിന്റെ സ്ഥാനത്തിൽ നിന്നും തടസ്സപ്പെടുത്തി സ്വതന്ത്രമാക്കുമ്പോൾ സംന്തുലനാവസ്ഥയിലേക്ക് തിരിച്ചു വരുന്നില്ല. ■ സംതുലനാവസ്ഥയിൽ നിന്നും മോചിക്കപ്പെടുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം താഴേക്ക് വ്യതിചലിക്കുന്നു. ■ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥിതികോർജ്ജം കുറയുന്നില്ല, കൂടാതെ തടസ്സപ്പെടുത്തുമ്പോൾ കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു.
സമതുലിത സംന്തുലനാവസ്ഥ	■ രേഖീയ ആവേഗവും വർത്തുള ആവേഗവും പൂജ്യമായിരിക്കും. ■ വസ്തുവിനെ അതിന്റെ സ്ഥാനത്തിൽ നിന്നും തടസ്സപ്പെടുത്തി സ്വതന്ത്രമാകുമ്പോൾ വസ്തു അതേ സംന്തുലനാവസ്ഥയിൽ തുടരുന്നു. ■ സംന്തുലനാവസ്ഥയിൽ നിന്നും മോചിക്കപ്പെടുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം ഉയരുകയോ താഴുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല. ■ വസ്തുവിനെ തടസ്സപ്പെടുത്തുമ്പോൾ പോലും സ്ഥിതികോർജ്ജം സ്ഥിരമായി നിലനിർത്തുന്നു.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 228 21-07-2022 18:00:48

ഉദാഹരണം 5.12

28 കിലോഗ്രാം ദ്രവ്യമാനവും 10 മീറ്റർ നിളവുമുള്ള ക്രമമായ മരക്കഷണത്തെ അരുണും ബാബുവും ചുമന്നു കൊണ്ട് പോകുന്നു. മരക്കഷണത്തിന്റെ അഗ്രങ്ങളിൽ നിന്ന് ഇവർ യഥാക്രമം 1 മീറ്ററും 2 മീറ്ററും ദൂരത്തിൽ പിടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവയിൽ ആരാണ് മരക്കഷണത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തെ കൂടുതൽ താങ്ങുന്നത്? $[g = 10\ ms^{-2}]$

ഉത്തരം

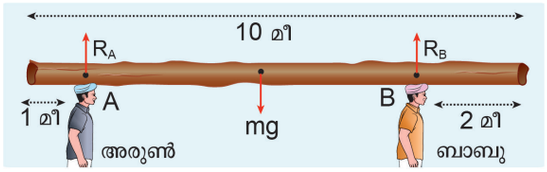
മരക്കഷണം യാന്ത്രിക സന്തുലനാവസ്ഥയിലാണുള്ളത്. അതനുസരിച്ച് മരക്കഷണത്തിനു മുകളിൽ ഉള്ള ആകെ ബലം കൂടാതെ ആകെ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില പൂജ്യമാകുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണം മരക്കഷണത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിൽ താഴേക്ക് പ്രവർത്തിക്കും. അരുണും ബാബുവും യഥാക്രമം R_A കൂടാതെ R_B പൊയിന്റുകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന A, B എന്ന ലംബ ഘടകങ്ങൾ താഴോട്ടുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തെ തുലനം ചെയ്യുന്നു.

മരക്കഷണത്തിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനം, $W = mg = 28 \times 10 = 280$ N, എന്നത് രണ്ടു പേരാലും താങ്ങപ്പെടുന്നു. പ്രതികരണ ബലത്തെ രണ്ടുപേരും തനിയായിട്ട് കൊടുക്കുന്നു. മരക്കഷണത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങളെയും ഒരു തനി വസ്തുവിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡൈഗ്രം മുഖേനെ കണ്ടുപിടിക്കാം.

സ്ഥാനാന്തരണ സന്തുലന അവസ്ഥയിൽ:

മരക്കഷണത്തിന് മുകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആകെ ബലം പൂജ്യമാകുന്നു.

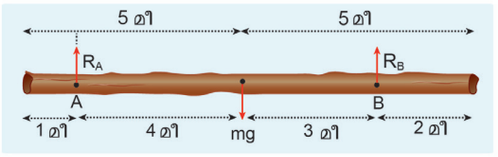
$$R_A + (-mg) + R_B = 0$$



ഇവിടെ R_A, R_B എന്നീ ബലങ്ങൾ മുകളിലോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ അവയെ പോസിറ്റീവായി കണക്കാക്കാം. ഭൂഗുരുത്വബലം താഴോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ അതിനെ നെഗറ്റീവ് എന്നു കണക്കാക്കാം.

$$R_A + R_B = mg$$

വർത്തുള സന്തുലനാവസ്ഥ :



മരക്കഷണത്തിനു മുകളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആകെ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില പൂജ്യം ആകുന്നു. ബലങ്ങൾ ദൂരത്തിന് ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ,

$$(0R_A) + (-4mg) + (7R_B) = 0.$$

ഇവിടെ പ്രതിരോധ ബലം R_A എന്നത് റഫറൻസ് പോയിന്റ് A യിൽ തന്നെ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ A ആസ്പദമാക്കി R_A യുടെ ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം ആകുന്നു. ആയതിനാൽ വെയ്റ്റ് mg എന്നത് A ആസ്പദമാക്കി ഘടികാര ദിശയിലും പ്രതിരോധ ബലം R_B എന്നത് A ആസ്പദമാക്കി വിപരീത ഘടികാര ദിശയിലും ആഘൂർണ്ണങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$7R_B = 4mg$$

$$R_B = \frac{4}{7}mg$$

$$R_B = \frac{4}{7} \times 28 \times 10 = 160\ N$$

R_B യുടെ വില പ്രസ്താപിക്കുമ്പോൾ,

$$R_A = mg - R_B$$

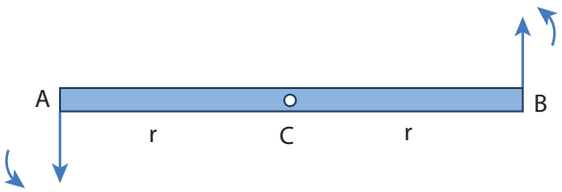
$$R_A = 28 \times 10 - 160 = 280 - 160 = 120\ N$$

R_B എന്നത് R_A ക്കാളും കൂടുതലായി ഇരിക്കുന്നതിനാൽ ബാബു അരുണിനെക്കാളും ഭാരം ചുമക്കുന്നു ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിന്റെ അടുത്തുള്ള മരക്കഷ്ണം കൂടുതൽ ഭാരം ഉള്ളതാകുന്നു.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 229 21-07-2022 18:00:49

5.3.2 കപ്പിൾ

AB എന്ന ഏകാത്മക ദണ്ഡിനെ കണക്കാക്കുക. ഇതിന്റെദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം C ആകുന്നു. കമ്പിയുടെ രണ്ട് അഗ്രങ്ങൾ A, B യിൽ സമമായ എതിരായ ബലങ്ങൾ യഥാക്രമം കമ്പിക്ക് ലംബമായി 2r ദൂരത്തിൽ 5.13 ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നപൊലെ വച്ചിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 5.13. കപ്പിൾ

രണ്ട് സമമായ ബലങ്ങൾ എതിർ ദിശയിൽ പ്രവർത്തിച്ച് ഒന്നിനൊന്ന് തുലനം ചെയ്യുന്നതിനാൽ കമ്പിയിൽ ഉള്ള ആകെ ബലം പൂജ്യം ആകുന്നു. ഇപ്പോൾ കമ്പിയുടെ സ്ഥാനമാറ്റം സന്തുലനാവസ്ഥയിലാണ് ഉള്ളത്. എന്നാൽ വർത്തുള സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ ഇല്ല. കമ്പിയുടെ അഗ്രം A യിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണ്ണം കേന്ദ്രബിന്ദു C യെ ആസ്പദമാക്കി വിപരിത ഘടികാര ദിശയിൽ ഭ്രമണത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇതുപോലെ കമ്പിയുടെ മറ്റെ അഗ്രം B ൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ബലത്തിന്റെ ആഘൂർണ്ണം വിപരിത ഘടികാര (C) ദിശയിൽ ചുറ്റുന്നു. ഈ രണ്ട് ബലങ്ങളുടെയും മൊമെന്റ് കമ്പിയുടെ മുകളിൽ ഒരേ രീതിയിൽ ഉള്ള ഭ്രമണത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ആയതിനാൽ കമ്പി സ്ഥന മാറ്റ സന്തുലന അവസ്ഥയിൽ ഉള്ളപ്പോഴും വർത്തുള ചലനത്തിനും അല്ലെങ്കിൽ ചുറ്റുന്ന ബലം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

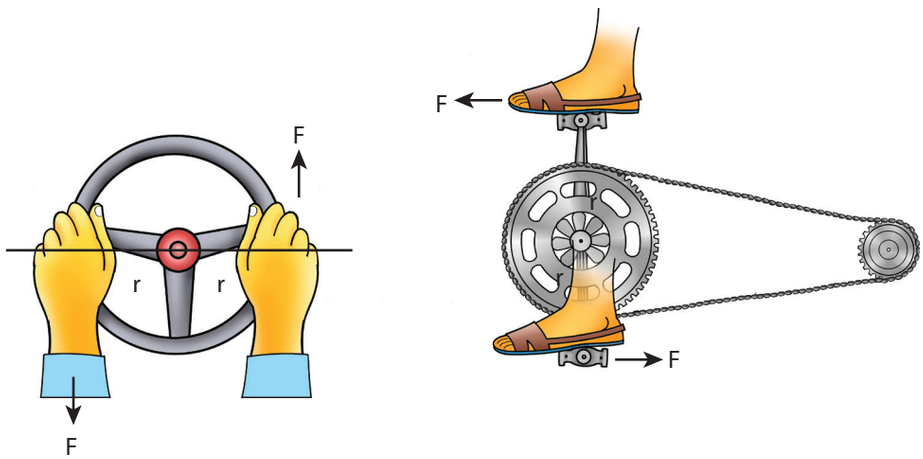
ഒരേ നേർരേഖയിൽ അല്ലാതെ ലംബമായ ദൂരത്തിൽ പിരിച്ചു വച്ചിട്ടുള്ള രണ്ട് സമമായ എതിർ ഫലങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന ചുഴറ്റൽ ബലം കപ്പിളിന്റെ മൂമെന്റ് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. നിത്യ ജീവിതത്തിൽ നാം കാണുന്ന പല പ്രവർത്തികെളിലും കപ്പിളിലെ മൂവ്മെന്റിനെ ചിത്രം 5.14 കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ കാണാൻ സാധിന്നുന്നു.

കുറിപ്പ്

ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഈ രണ്ട് ബലങ്ങളും ഒന്നിനൊന്ന് നിർവീര്യം ചെയ്യുന്നില്ല. രണ്ട് ബലങ്ങൾ തുല്യമല്ലാത്തതും അല്ലെങ്കിൽ ബലങ്ങളുടെ ദിശ എതിർ ഭാഗത്തേക്ക് അല്ലാതേയും ഇരുന്നാൽ വസ്തുവിന് സ്ഥാനാന്തര ചലനവും വർത്തുള ചലനവും ഉണ്ടാകും.

5.3.3 മൊമെന്റുകളുടെ തത്വം

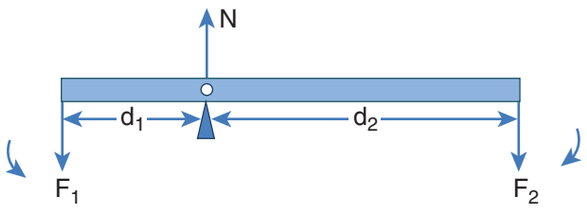
ലോലമായ അവഗണിക്കത്തക്ക ദ്രവ്യമാനമുള്ള കമ്പിയുടെ നീളത്തിലൂടെ ഭ്രമണ കേന്ദ്രത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. F_1 കൂടാതെ F_2 എന്ന രണ്ട് സമാന്തര ബലങ്ങൾ d_1 കൂടാതെ d_2 എന്നീ ദൂരത്തിൽ കമ്പിയുടെ അഗ്രത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ, ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ ലംബം ആയ വിപരീത ബലം N ഭ്രമണ കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കമ്പി തിരശ്ചീനമായ നിലയിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥ



ചിത്രം 5.14. കപ്പിളിന്റെ തിരിയുന്ന പ്രഭാവം

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 230 21-07-2022 18:00:50

യിൽ ഇരിക്കാൻ വേണ്ടി അത് നേർരേഖ കൂടാതെ വർത്തുള സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കണം. ആയതിനാൽ ആകെ ബലം കൂടാതെ ആകെ ആഘൂർണ്ണം ഇവ രണ്ടും പൂജ്യം ആകുന്നു. ഭ്രമണ കേന്ദ്രം ആസ്പദമാക്കി ആകെ ബലം പൂജ്യം ആയതിനാൽ.



ചിത്രം 5.15. ആഘൂർണ്ണങ്ങളുടെ തത്വം

ആകെ രേഖീയ സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കുമ്പോൾ പൂജ്യം ആകുന്നതിനാൽ, $-F_1 + N - F_2 = 0$

$$N = F_1 + F_2$$

വർത്തുള സന്തുലനാവസ്ഥലായിരിക്കുമ്പോൾ, ആകെ ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം ആകുന്നു, $d_1F_1 - d_2F_2 = 0$

$$d_1F_1 = d_2F_2 \qquad (5.33)$$

മുകളിലത്തെ സമവാക്യം മൊമെന്റുകളുടെ തത്വം പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. ഇതാണ് ചരക്കുകളുടെ ഭാരം അളക്കുന്ന ത്രാസുകളിലെ തത്വം ഇവിടെ $d_1 = d_2$; $F_1 = F_2$ എന്ന നിബന്ധനയാണ്,

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \qquad (5.34)$$

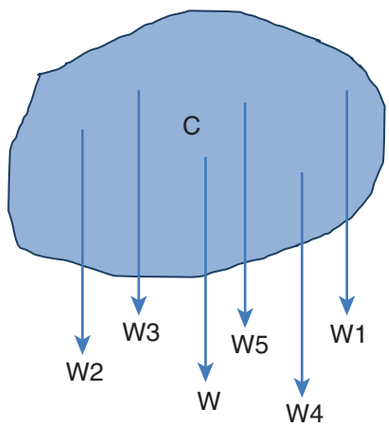
F_1 ലോഡ് എന്നും F_2 നെ നമ്മുടെ പ്രയത്നം എന്നും കരുതുകയാണെങ്കിൽ $d_1 < d_2$ എന്ന നിബന്ധനയിൽ നമുക്ക് അനുകൂലമായിരിക്കും. ഇത് $F_1 > F_2$ എന്നതിനെക്കുറിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ വലിയ ലോഡിനെപ്പോലും ചെറിയ പ്രയത്നം കാരണം ഉയർത്താൻ സാധിക്കും. അംശബന്ധം $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$ നെ ലഘു ഉത്തോലകത്തിന്റെ യാന്ത്രിക ലാഭം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. വർതതുള ചലനത്തിന്റെ കേന്ദ്ര ബിന്ദുവിനെ ആധാര ബിന്ദു എന്നും പറയാം.

$$\text{യാന്ത്രിക ലാഭം } (MA) = \frac{d_2}{d_1} \qquad (5.35)$$

മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള തത്വമനുസരിച്ച് പല ലഘു യന്ത്രങ്ങളും പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

5.3.4 ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം

ദൃഢ വസ്തുക്കൾ എല്ലാം പല പോയിന്റ് ദ്രവ്യ മാനങ്ങളാൽ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടവയാണ്. പോയിന്റ് മാസ്സിന്റെ എല്ലാം ഭൂമിയിൽ കേന്ദ്രത്തെ ആശ്രയിച്ച് ആകർഷണ ബലത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. നമ്മുടെ നിത്യ ജീവിതത്തിൽ ഏതൊരു ദൃഢവസ്തുവിന്റെ അളവിനെക്കാളും ഭൂമി വളരെ വലുതായിട്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ ഈ ബലങ്ങൾ എല്ലാം താഴോട്ട് സമാന്തരമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി നാം കണക്കാക്കാം. ഇത് ചിത്രം 5.16 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട്.



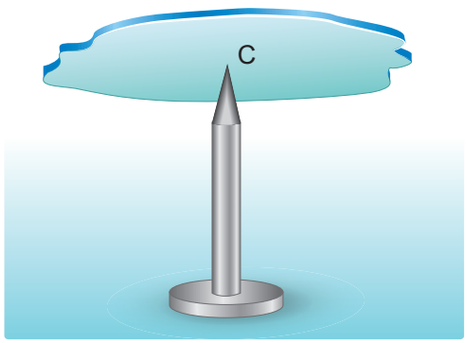
ചിത്രം 5.16. ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം

ഈ സമാന്തര ബലങ്ങളുടെ സഫല ബലം എപ്പോഴും ഒരു പോയിന്റിലൂടെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ആ പോയിന്റിനെയാണ് വസ്തുവിന്റെ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം എന്നു പറയുന്നത്. ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം എന്നു പറയുന്നത് ഒരു വസ്തുവിന്റെ നില കൂടാതെ ദിശയെ കണക്കാക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ, ആ വസ്തുവിന്റെ ആകെ ഭാരം പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി തോന്നുന്ന ബിന്ദുവിനെ ആ വസ്തുവിന്റെ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം എന്നു പറയുന്നു.

ചിത്രം 5.17. ഒരു ഖരവസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രവും, ഗുരുത്വ കേന്ദ്രവും ഒരേ ബിന്ദുവിൽ ആയിരിക്കും. ഭൂഗുരുത്വ ബലത്തെക്കുറിച്ച് വിഭാഗം 6-ൽ വിശദീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

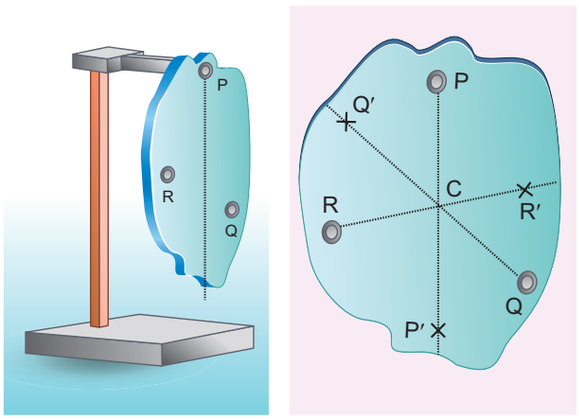
XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 231 21-07-2022 18:00:51

ഒരു നിശ്ചിത ആകൃതിയില്ലാത്ത നേർത്ത തകിടിന്റെ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രത്തെ പോലും വ്യത്യസ്ത വർത്തുള ചലന ബിന്ദുക്കൾ യോജിപ്പിച്ച് ശ്രമപരാജയ രീതിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കാം. നേർത്ത വസ്തു തിരശ്ചീനമായിരിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം ഭ്രമണ കേന്ദ്രത്തിൽ ആയിരിക്കുന്നതിനെ ചിത്രം 5.1ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ആകെ ഗുരുത്വ ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബിന്ദുവായ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രത്തിൽ നേർത്ത വസ്തുവിനെ നിർത്തുമ്പോൾ അത് തിരശ്ചീനമായിരിക്കുന്നു. എന്തെന്നാൽ ബിന്ദുക്കളിലുള്ള ആകെ ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യമാകുന്നു. മാത്രമല്ല വസ്തുവിന്റെ ഭാരം പികോട്ടിന്റെ ലംബ ബലത്താൽ തുലനം ചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരം വസ്തു സംതുലിതാവസ്ഥയിലെത്തുന്നു.



ചിത്രം 5.17. സമതലപാളിയെ ആധാരമാക്കിയുള്ള ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം കണ്ടുപിടിക്കൽ

ക്രമരഹിത ലോലമായ വസ്തുക്കളുടെ ഗുരുത്വ കേന്ദ്രത്തെ മറ്റൊരു രിതിയിലും നമുക്ക് കണക്കാക്കാം. വസ്തു P, Q, R എന്ന വ്യത്യസ്തമായ പോയിന്റുകളിൽ ചിത്രം 5.18 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ



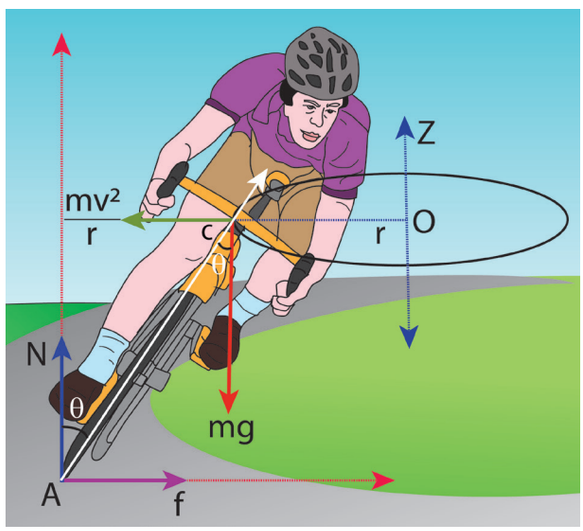
ചിത്രം 5.18. തൂക്കിയിട്ടിരിക്കുന്ന ലോലമായ തകിടിൽ ഗുരുത്വ കെന്ദ്രത്തെ കണ്ടുനിടിക്കുന്നത്

തൂക്കി ഇട്ടിരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ PP', QQ', RR' എന്നീ ലംബങ്ങൾ എല്ലാം ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം വഴിയായിട്ട് പോകുന്നു. ഇവിടെ വസ്തു തൂക്കിയിട്ടുള്ള പോയിന്റിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന വിപരിത ബലവും ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഭൂഗുരുത്വ ബലവും ഒന്നിനൊന്ന് ദ്വലനം ചെയ്യുന്നു. കൂടാതെ ഇവയാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ആഘൂർണ്ണങ്ങളും ലംബരേഖയുടെ മുകളിൽ വരുമ്പോൾ ഒന്നിനൊന്ന് തുലനം ചെയ്യുന്നു.

IEQAG

5.3.5 വൃത്താകാര പാതയിൽ സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്ന ആളിന്റെ ചലനം

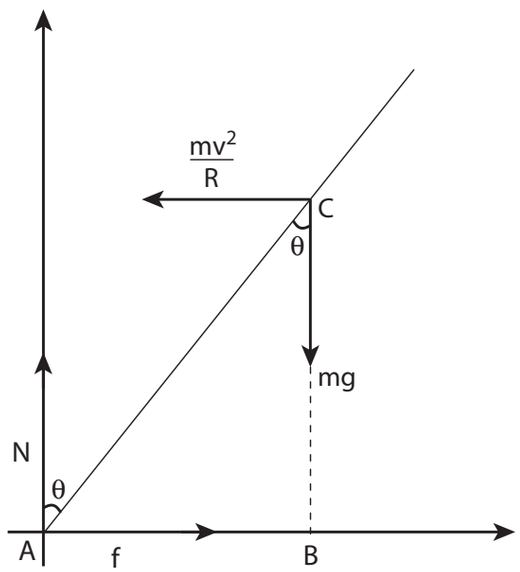
സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്ന ആൾ r ആരമുള്ള വൃത്താകാര പാതയിൽ (ഉയർത്തപ്പെടാത്ത പാത) സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ v വേഗതയോടെ പോകാൻ ശ്രമിക്കുന്നതായി കണക്കാക്കുക. സൈക്കിളും ഓടിക്കുന്ന ആളേയും ചേർത്ത് m ദ്രവ്യമാനമുള്ള വ്യൂഹമായിട്ട് കണക്കാക്കാം. ഈ ഘടനയുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം C, O കേന്ദ്രമാക്കി r ആരമുള്ള വൃത്താകാര പാതയിൽ പോകുന്നു. ചിത്രം 5.19 കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ OC യെ X-അക്ഷയം ആയും O വഴിയെ പോകുന്ന ലംബരേഖ OZ നെ Z അക്ഷമായും കണക്കാക്കാം.



ചിത്രം 5.19. വൃത്താകാര പാതയിൽ സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്ന ചലനം

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 232 21-07-2022 18:00:52

Z-അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കി ഈ വ്യൂഹം ചുഴലുന്നു. ഈ വ്യൂഹം ചുഴലുന്ന ഫ്രയിമിൽ നിശ്ച ലാവസ്ഥയിൽ ആയിരിക്കും. ചുഴലുന്ന ഫ്രയിമിനെ കൊണ്ട് നാം പ്രശ്നങ്ങളെ നിർദ്ധാരണം ചെയ്യുമ്പോൾ വ്യവസ്ഥയിൽ അപകേന്ദ്ര ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി കണക്കാക്കാം. ഈ ബലം ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം വഴിയായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ ബലത്തെ $\frac{mv^2}{r}$. എന്നെഴുതാം. ഈ വ്യൂഹത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലങ്ങൾ (i) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം (mg), (ii) ലംബബലം (N), (iii) ഘർഷണ ബലം (f) കൂടാതെ (iv) അപകേന്ദ്ര ബലം $\left(\frac{mv^2}{r}\right)$. ചുഴലുന്ന ഫ്രയിമിൽ ഈ വ്യവസ്ഥ സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ ഇരിക്കണമെങ്കിൽ അതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആകെ ബലം കൂടാതെ ആകെ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ വില പൂജ്യമായിരിക്കും. A എന്ന ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി എല്ലാ ആഘൂർണ്ണവും പ്രവർത്തിക്കുന്നതായി കണക്കാക്കാം. എല്ലാ ആഘൂർണ്ണങ്ങളും ചിത്രം 5.20 ൽ കാണിച്ചിട്ടുണ്ട് എന്നു കരുതുക.



ചിത്രം 5.20 സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്നയാൾ വളവു തിരിയുമ്പോൾ രേഖപ്പെടുത്തിയ ബലരേഖകൾ

വർത്തുള സംതുലിതാവസ്ഥയിൽ,

$$\vec{\tau}_{\text{ആകെ}} = 0$$

A എന്ന ബിന്ദു വിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ $(mg\,AB)$ ഉണ്ടാകുന്ന ആഘൂർണ്ണം ഘടികാര ദിശയിൽ വളയുന്നതും നെഗറ്റീവും ആകുന്നു. അപകേന്ദ്രബലത്തിനാലുണ്ടാകുന്ന ആഘൂർണ്ണം $\left(\frac{mv^2}{r}BC\right)$ യും എതിർ ഘടികാര ദിശയിലും പോസിറ്റീവിലും ആകുന്നു.

$$-mg\,AB + \frac{mv^2}{r}BC = 0$$

$$mg\,AB = \frac{mv^2}{r}BC$$

Δ ABC, യിൽ നിന്നും

$$AB = AC\sin\theta,\quad BC = AC\cos\theta$$

$$mg\,AC\,\sin\theta = \frac{mv^2}{r}AC\cos\theta$$

$$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right) \qquad (5.36)$$

r ആരമുള്ള വൃത്താകാര പാതയിൽ v പ്രവേഗത്തിൽ കടക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്ന ആൾ താഴെ വീഴാതിരിക്കാൻ മേൽപ്പറഞ്ഞ θ കോണത്തിൽ കടക്കണം

ഉദാഹരണം 5.13

ഒരു സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്ന ആൾ 20 m s^{-1} വേഗതയിൽ ഒരു വൃത്താകൃതിയിലുള്ള പാതയിൽ ലംബത്തിൽ നിന്നും 30° വളഞ്ഞ് സഞ്ചരിക്കുന്നു. വൃത്താകൃതിയിലുള്ള പാതയുടെ ആരം എത്രയാണ്? (തന്നിട്ടുള്ളത്, g = 10 m s^{-2})

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 233 21-07-2022 18:00:54

ഉത്തരം

സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്നയാളുടെ പ്രവേഗം, $v = 20\ m\ s^{-1}$

ലംബ അക്ഷത്തോടുള്ള കോൺ, $\theta = 30^{o}$

വൃത്താകാര പാതയെ കടക്കേണ്ട നിബന്ധന, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമീകരണത്തെ മാറ്റി എഴുതിയാൽ ആരം $r = \frac{v^2}{\tan\theta\, g}$

പുനഃസ്ഥാപിച്ചാൽ,

$$r = \frac{(20)^2}{(\tan 30^{\circ})\times 10} = \frac{20\times 20}{(\tan 30^{\circ})\times 10}$$

$$= \frac{400}{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\times 10}$$

$$r = (\sqrt{3})\times 40 = 1.732\times 40$$

$$r = 69.28 \text{ മീ}$$

5.4 മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

ഖരവസ്തുക്കളിൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെയും കോണീയ സംവേഗത്തിന്റെയും ആവിഷ്ക്കരണത്തിൽ നാം $\sum m_i r_i^2$ എന്ന പദത്തെ കാണാം. ഇതിനെയാണ് നാം മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ എന്നു പറയുന്നത്. സ്ഥിര അക്ഷത്തിൽ നിന്നും r ദൂരത്തിലിരിക്കുന്ന ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനം m_i ന് മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ $m_i r_i^2$ എന്നെഴുതാം.

ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ,

$$I = m_i r_i^2 \qquad (5.37)$$

കണികാ വ്യൂഹത്തിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ എന്നത്,

$$I = \sum m_i r_i^2 \qquad (5.38)$$

രേഖീയ ചലനത്തിൽ ദ്രവ്യമാനത്തെ ജഡത്വത്തിന്റെ അളവായും, അതുപോലെ വർത്തുള ചലനത്തിൽ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ ഭ്രമണ ജഡത്വമായും നാം കരുതാം മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ മാത്ര, $kg\ m^2$ ഇതിന്റെ ഡൈമൻഷണൽ സൂത്രം $M L^2$. സാധാരണയായി വസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനം സ്ഥിരമാണ്. (ഏകദേശം പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ ഒഴികെ) എന്നാൽ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ മൂല്യം സ്ഥിരമാണ്. ഇത് വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനത്തെ മാത്രമല്ല ചുഴറ്റുന്ന അക്ഷത്തിനെ ആശ്രയിച്ച് ഇരിക്കുന്നു.

ഒരു വസ്തുവിൽ ക്രമമായി വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ള ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ കണ്ടറിയാൻ ആദ്യം നാം വസ്തുവിലുള്ള വളരെ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനത്തെ (dm) ഒരു ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനം, അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി അതിന്റെ സ്ഥാനത്തെ (r) എന്നും കണക്കാക്കാം. ഒരു പോയിന്റ് ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ,

$$dI = (dm)r^2 \qquad (5.39)$$

സ്ഥൂലവസ്തുക്കളുടെ ആകെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ലഭിക്കുന്നതിനു മുകളിൽ പ്രസ്ഥാവിച്ചിട്ടുള്ള ആവിഷ്ക്കരണത്തിനെ ഇന്റഗ്രേഷൻ ചെയ്യുമ്പോൾ.

$$I = \int dI = \int (dm)r^2$$

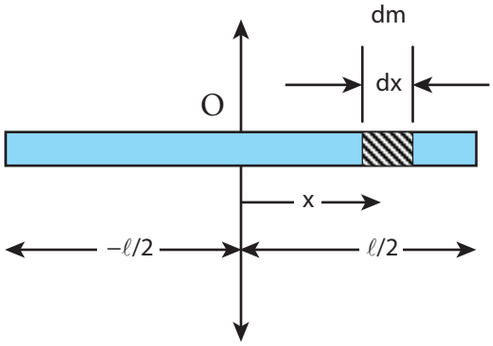
$$I = \int r^2 dm \qquad (5.40)$$

മുകളിൽ കാണുന്ന സമീകരണത്തെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തി പൊതുവായ രൂപങ്ങളായ ലോഹദണ്ഡ്, വളയം, വട്ടത്തകിട്, എന്നീ വസ്തുക്കളുടെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണക്കാക്കാം.

5.4.1 ഏകതമാന ദണ്ഡിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

(M) ദ്രവ്യമാനവും (ℓ) നീളവും ഉള്ള ഏകതമാന ദണ്ഡിനെ ചിത്രം 5.21.ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ ഏകതമാന ദണ്ഡിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം വഴിയും അതിന്റെ നീളത്തിനു ലംബമായും ചെല്ലുന്ന അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കി മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ സമീകരണത്തെ കണ്ടുപിടിക്കാം. ആദ്യം

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 234 21-07-2022 18:00:56



ചിത്രം 5.21 ഏകതമാന ദണ്ഡിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

കോ ആർഡിനേറ്റ് വ്യവസ്ഥയുടെ മൂലബിന്ദുവിനെ ദണ്ഡിന്റെ ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രത്തിൽ സ്ഥാപിക്കണം. ഇപ്പോൾ ദണ്ഡ്. x അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമാണ്. മൂലബിന്ദുവിൽ നിന്നും x തദൂരത്തിൽ ഒരു വളരെ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനം (dm) നെ കണക്കാക്കാം അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ഈ ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ (dm)മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (dI) എന്നത്,

$$dI = (dm)x^2$$

ദ്രവ്യമാനം ഏകസമാനമായി വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ, ഒരു യൂണിറ്റ് നീളമുള്ള ദണ്ഡിന്റെ ദ്രവ്യമാനം എന്നത്, $\lambda = \frac{M}{\ell}$ ആകുന്നു.

വളരെ ചെറിയ നീളത്തിലെ സൂക്ഷ്മ ദ്രവ്യമാനം (dm) എന്നതിനെ, $dm = \lambda\, dx = \frac{M}{\ell} dx$

ദണ്ഡിന്റെ ആകെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (I) കണ്ടുപിടിക്കാനായി dI നെ ഇന്റഗ്രേറ്റ് ചെയ്യുക,

$$I = \int dI = \int (dm)x^2 = \int \left(\frac{M}{\ell} dx\right) x^2$$

$$I = \frac{M}{\ell}\int x^2 dx$$

മൂലബിന്ദുവിന്റെ രണ്ടു വശവും ദ്രവ്യമാനം വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നതു കാരണം ഇന്റഗ്രേഷൻ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് അതിന്റെ പരിധിയെ $-\ell/2$ മുതൽ $\ell/2$ വരെ കണക്കാക്കാം.

$$I = \frac{M}{\ell}\int_{-\ell/2}^{\ell/2} x^2 dx = \frac{M}{\ell}\left[\frac{x^3}{3}\right]_{-\ell/2}^{\ell/2}$$

$$I = \frac{M}{\ell}\left[\frac{\ell^3}{24} - \left(-\frac{\ell^3}{24}\right)\right] = \frac{M}{\ell}\left[\frac{\ell^3}{24} + \frac{\ell^3}{24}\right]$$

$$I = \frac{M}{\ell}\left[2\left(\frac{\ell^3}{24}\right)\right]$$

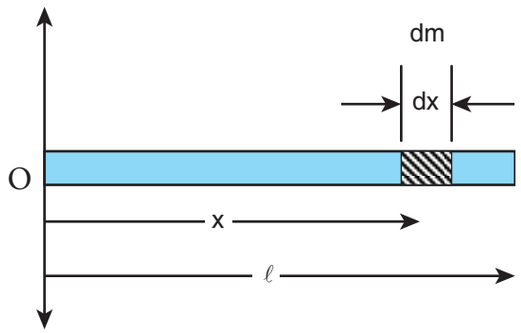
$$I = \frac{1}{12}M\ell^2 \qquad (5.41)$$

ഉദാഹരണം 5.14

ഏകസമാനമായ ദ്രവ്യമാന സാന്ദ്രതയുള്ള ഖര ദണ്ഡിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ അതിനു ലംബമായും, ഏതെങ്കിലും ഒരഗ്രം വഴി കടന്നു പോകുന്ന അക്ഷത്തിനനുസരിച്ച് കാണുക.

ഉത്തരം

മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ ആശയം മുൻപുള്ള അനുമാനം അനുസരിച്ച് ഇന്റഗ്രേഷൻ ചെയ്ത സമീകരണത്തിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ ദണ്ഡിന്റെ ഇടത്തെ അഗ്രത്തെ മൂലബിന്ദുവായി കൊണ്ട് ഇന്റഗ്രേഷൻ ചെയ്യാൻ പരിധി 0 മുതൽ ℓ എന്നും കണക്കാക്കുക.



$$I = \frac{M}{\ell}\int_0^{\ell} x^2 dx = \frac{M}{\ell}\left[\frac{x^3}{3}\right]_0^{\ell} = \frac{M}{\ell}\left[\frac{\ell^3}{3}\right]$$

$$I = \frac{1}{3}M\ell^2$$

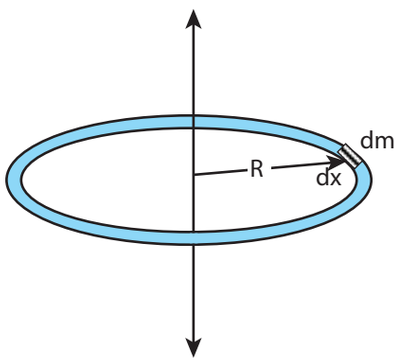
XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 235 21-07-2022 18:00:58

കുറിപ്പ്

ഓരോ അക്ഷങ്ങളുടെ നിലഅനുസരിച്ച് ഏകസമാനമായ ദ്രവ്യമാന സാധ്യതയുള്ള ദണ്ഡിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. വസ്തുവിന്റെ പുറം ഭാഗത്താണ് അക്ഷത്തിന്റെ സ്ഥാനം എന്നു കരുതുക. വ്യത്യസ്ത അക്ഷങ്ങളുടെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് നമുക്ക് രണ്ടു സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ഉണ്ട്. വിഭാഗം 5.4.5 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

5.4.2 ഏകസമാന ദ്രവ്യമാനമുള്ള വൃത്തവളയത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

M ദ്രവ്യമാനവും R ആരവുമുള്ള ഏകസമാനമായ വൃത്തവളയത്തെ കണക്കാക്കുക. വൃത്തവളയത്തിന്റെ തലത്തിനു ലംബമായും അതിന്റെ കേന്ദ്രം വഴി പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള വളയത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനു വേണ്ടി ആ വളയത്തിൽ നിന്നും വളരെ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനവും (dm) വളരെ ചെറിയ നീളവും (dx) എടുക്കുക. ഈ ദ്രവ്യമാനം (dm), R, ദൂരത്തിലുള്ളതായി കണക്കാക്കിയാൽ ആ ദൂരം ചിത്രം 5.22 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ അക്ഷത്തിൽ നിന്നും വളയത്തിന്റെ ആരത്തിനു തുല്യമാണ്.



ചിത്രം 5.22 ഏകസമാന വളത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

ണ്ടവളരെ ചെറിയ ദ്രവ്യമാനം (dI) ന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (dm) എന്നത്,

$$dI = (dm)R^2$$

വൃത്തവളയത്തിന്റെ നീളം അതിന്റെ ചുറ്റളവ് $(2\pi R)$ ആകുന്നു. ദ്രവ്യമാനം ഏകസമാനമായി വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ളതിനാൽ യൂണിറ്റ് നീളത്തിലുള്ള ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ വില,

$$\lambda = \frac{\text{ദ്രവ്യമാനം}}{\text{നീളം}} = \frac{M}{2\pi R}$$

വളരെ ചെറിയ നീളത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം,

$$dm = \lambda\, dx = \frac{M}{2\pi R} dx$$

വൃത്താകാരവളയത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ,

$$I = \int dI = \int (dm) R^2 = \int \left(\frac{M}{2\pi R} dx\right) R^2$$

$$I = \frac{MR}{2\pi} \int dx$$

വൃത്ത വളയത്തിന്റെ ആകെ നീളത്തെ ഉൾപ്പെടുത്താൻ ഇതിന്റെ ഇന്റഗ്രേഷൻ പരിധി 0 മുതൽ $2\pi R$ എു കണക്കാക്കാം.

$$I = \frac{MR}{2\pi} \int_0^{2\pi R} dx$$

$$I = \frac{MR}{2\pi} \left[x\right]_0^{2\pi R} = \frac{MR}{2\pi} \left[2\pi R - 0\right]$$

$$I = MR^2 \qquad (5.42)$$

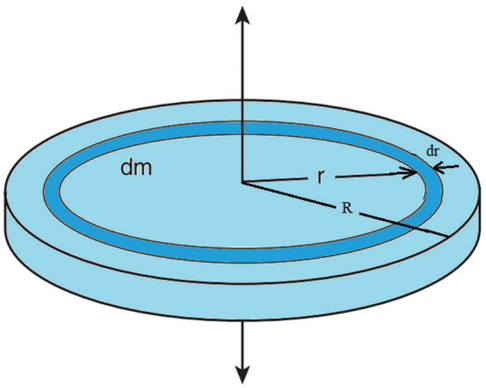
5.4.3 ഏകസമാനമായ വൃത്ത തകിടിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

M ദ്രവ്യമാനവും R ആരവും ഉള്ള വൃത്ത തകിടിനെ സങ്കൽപ്പിക്കുക. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള വൃത്ത തകിട് വളരെ ചെറിയ വളയങ്ങൾ കൊണ്ട് നിർമ്മിച്ചവയാണ്. ദ്രവ്യമാനം (dm) ഉം ആരം (r) ഉം കനം (dr) ഉം ഉള്ള ഒരു വളയത്തെ സങ്കൽപ്പിക്കുക. ഈ വൃത്തവളയത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഇംനേർഷ്യ എന്നത്,

$$dI = (dm) r^2$$

ദ്രവ്യമാനം ഏകസമാനമായി വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ യൂണിറ്റ് വിസ്തീർണ്ണത്തിലുള്ള ദ്രവ്യമാനം എന്നത് (σ), $\sigma = \frac{\text{ദ്രവ്യമാനം}}{\text{വിസ്തീർണ്ണം}} = \frac{M}{\pi R^2}$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 236 21-07-2022 18:01:00



ചിത്രം 5.23 ഏകസമാനമായ വൃത്തതകിടിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ

ചെറിയ വൃത്ത തകിടിന്റെ ദ്രവ്യമാനം എന്നത്,

$$dm = \sigma 2\pi r dr = \frac{M}{\pi R^2} 2\pi r dr$$

ഇവിടെ $(2\pi r\, dr)$ എന്നത് വളരെ ചെറിയ വളയത്തിന്റെ വിസ്തീർണ്ണം ($2\pi r$ എന്നത് അതിന്റെ നീളം, dr എന്നത് അതിന്റെ കനം എന്നാൽ).

$$dm = \frac{2M}{R^2} r dr$$

$$dI = \frac{2M}{R^2} r^3 dr$$

വൃത്ത തകിടിന്റെ ആകെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (I) എന്നത്,

$$I = \int dI$$

$$I = \int_0^R \frac{2M}{R^2} r^3 dr = \frac{2M}{R^2} \int_0^R r^3 dr$$

$$I = \frac{2M}{R^2} \left[\frac{r^4}{4} \right]_0^R = \frac{2M}{R^2} \left[\frac{R^4}{4} - 0 \right]$$

$$I = \frac{1}{2} MR^2 \qquad (5.43)$$

5.4.4 ആരമിക ഭ്രമണം

ക്യത്യമായരൂപഘടനയുള്ളസ്ഥൂലവസ്തുക്കളുടെ ദ്രവ്യമാനം ഏകസമാനമായി വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നു കണക്കാക്കിയാൽ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ സമീകരണം എന്നതു അതിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനവും കൂടാതെ ജ്യാമിതീയ അംശങ്ങളായ ആരം, നീളം, അകലം എന്നിവയെയും, വസ്തുവിന്റെ ആകൃതി, അളവ് എന്നിവയെയും ഉള്ളടക്കിയതാണ് എന്നത് ശ്രദ്ധിക്കണം എന്നാൽ നമുക്കാവശ്യമായ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ പദപ്രയോഗം എന്നതു വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം, ആകൃതി, അളവ് കൂടാതെ വർത്തുള അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി അതിന്റെ ക്രമീകരണം എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചായിരിക്കണം. ഇതുപോലുള്ള സമീകരണം ക്രമമല്ലാത്ത രൂപം കൂടാതെ ക്രമരഹിതമായ ദ്രവ്യമാന വ്യാപനം ഉള്ള വസ്തുക്കൾക്കും അനുയോജ്യമായ സമീകരണം ആയിരിക്കും. മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ പൊതുവായ സമീകരണം,

$$I = MK^2 \qquad (5.44)$$

ഇവിടെ, M എന്നത് വസ്തുവിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനം കൂടാതെ K എന്നത് ഗൈറേഷൻ ദൂരം എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഗൈറേഷൻ ദൂരം എന്നത് വർത്തുള അക്ഷത്തിൽ നിന്നും സമാനമായ ബിന്ദു ദ്രവ്യമാനം വസ്തുവിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനത്തെയും മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെയും പോലെയായിരിക്കും.

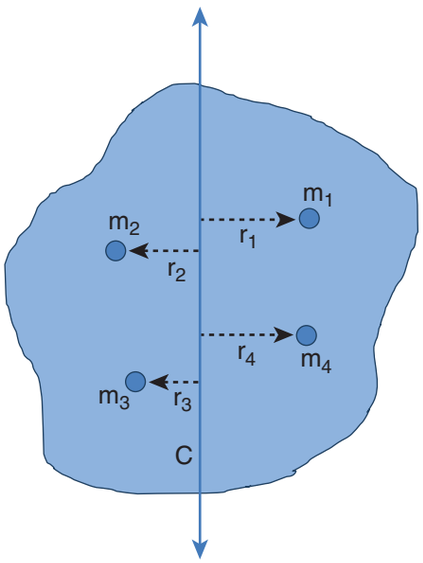
മമഗറേഷൻ ദൂരത്തിന്റെ മാത്ര ദൂരത്തെപ്പോലെ തന്നെ മീറ്റർ m ആകുന്നു. അതിന്റെ പരിമാണം L ആകുന്നു.

വർത്തുള ചലനത്തിലിക്കുന്ന ഖര വസ്തു m_1, m_2, m_3, . . .m_n എന്ന പോയിന്റ് മാസുകളാൽ കണക്കാക്കാം. ഈ ദ്രവ്യമാനങ്ങൾ ചുഴലുന്ന അക്ഷത്തിൽ നിന്നും യഥാക്രമം r_1, r_2, r_3 . . . r_n ദൂരത്തിൽ ഉള്ളതായി കണക്കാക്കാം. ചിത്രം 5.24 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ആ വസ്തുവിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ എന്നത്.

$$I = \sum_{n} m_n r_n^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \cdots + m_n r_n^2$$

n സംഖ്യയുള്ള എല്ലാ പോയിന്റ് മാസുകളുടെ ദ്രവ്യമാനം സമം എന്നു കണക്കാക്കിയാൽ,

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 237 21-07-2022 18:01:02



ചിത്രം 5.24 ഗൈറേഷൻ ദൂരം

$$m = m_1 = m_2 = m_3 = \ldots = m_n$$

എങ്കിൽ,

$$I = mr_1^2 + mr_2^2 + mr_3^2 + \cdots + mr_n^2$$

$$= m\left(r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \cdots + r_n^2\right)$$

$$= nm\left(\frac{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \cdots + r_n^2}{n}\right)$$

$$I = MK^2$$

ഇവിടെ, nm എന്നതു വസ്തുവിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനം M കൂടാതെ K എന്നതു ഗൈറേഷൻ ദൂരം ആകുന്നു.

$$K = \sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \cdots + r_n^2}{n}} \qquad (5.45)$$

മുകളിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള ഗൈറേഷൻ ദൂരം k എന്നതു കറങ്ങുന്ന അക്ഷത്തിനെ ആസ്പദമാക്കി പോയിന്റ് മാസിന്റെ ലംബ ദൂരത്തിന്റെ റൂട്ട് മീൻ സ്കയർ *rms* വിലയാകുന്നു.

ആയതിനാൽ ഏതൊരു വസ്തുവിന്റെയും മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ, $I = MK^2$ എന്ന സമീകരണ പ്രകാരം എഴുതാൻ സാധിക്കും.

ഉദാഹരണമായി M ദ്രവ്യമാനവും, കൂടാതെ ℓ നീളവുംഉള്ള ഒരുക്രമമായദ്രവ്യമാനസാന്ദ്രതയുള്ള ഖരദണ്ഡിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണക്കാക്കുക. ദ്രവ്യമാനത്തിനു ലംബമായി പോകുന്ന അക്ഷത്തിൽ നിന്നും മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, $I = \frac{1}{12}M\ell^2$

ഗൈറേഷൻ ദൂരമനുസരിച്ച്, $I = MK^2$ എന്നതാൽ

$$MK^2 = \frac{1}{12}M\ell^2$$

$$K^2 = \frac{1}{12}\ell^2$$

$$K = \frac{1}{\sqrt{12}}\ell\,,\ K = \frac{1}{2\sqrt{3}}\ell\,,\ K = (0.289)\ell$$

ഉദാഹരണം 5.15

M ദ്രവ്യമാനവും R ആരവുമുള്ള വൃത്തതകിട് ഒന്നിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം വഴി അതിന്റെ തലത്തിനു ലംബമായി പോകുന്ന അക്ഷത്തിനു ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ആരമിക ഭ്രമണത്തെ കണക്കാക്കാം.

ഉത്തരം

വൃത്തതകിടിനു ലംബമായും ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം വഴിയായിട്ടും പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, $I = \frac{1}{2}MR^2$

ഗൈറേഷൻ ദൂരത്തിറെ ബന്ധത്തിൽ, $I = MK^2$

എന്നതിനാൽ, $MK^2 = \frac{1}{2}MR^2;\quad K^2 = \frac{1}{2}R^2$

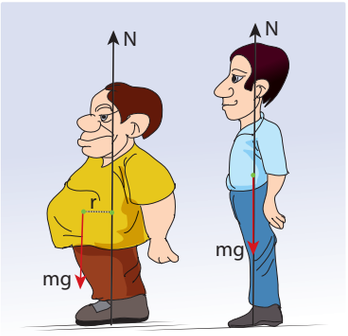
$$K = \frac{1}{\sqrt{2}}R\,,\ K = \frac{1}{1.414}R\,,\ K = (0.707)R$$

ഒരു ദണ്ഡിന്റെയും വൃത്തതകിടിന്റെയും പഠനത്തിൽനിന്നും നാം അനുമാനിക്കുന്നത്, ഗൈറേഷൻ ദൂരം എന്നത് ഖരവസ്തുവിന്റെ ജ്യാമിതീയ അംശങ്ങളായ നീളം, അകലം, ആരം ഇവയൊടു ഒത്തുചേർന്ന് ഒരു പോസിറ്റീവ് സംഖ്യയുടെയും ഗുണന ഫലമായിരിക്കും എന്നതാണ്.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 238 21-07-2022 18:01:06

നിങ്ങൾക്ക് അറിയാമോ

അമിതവണ്ണം, ടോർക്ക്, മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ!



അമിതവണ്ണം അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ബുദ്ധിമുട്ടുകളായ നടുവേദന, സന്ധിവേദന, എന്നിവ ശരീരത്തിന്റെദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിലുണ്ടാവുന്നമാറ്റത്താലാണ് ഉണ്ടാവുന്നത്. ഇപ്രകാരംദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം മാറുന്നതിനാൽ ഒരു അസന്തുലിതടോർക്ക് ശരീരത്തിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നതിനാലാണ് ശരീരത്തിന് ബുദ്ധിമുട്ടുകൾഅനുഭവപ്പെടുന്നത് ശരീരത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും ദ്രവ്യമാനം അകലെയായി വ്യാപിക്കുമ്പോൾ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യയുടെ മൂല്യം കൂടുന്നു തൽഫലമായി തിരിയൽ എന്ന പ്രക്രിയ ബുദ്ധിമുട്ടായി അനുഭവപ്പെടുന്നു

5.4.5 മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ

ഒരു വസ്തുവിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ വർത്തുള അക്ഷത്തെ ആശ്രയിച്ചു അക്ഷത്തിൽ നിന്നും കറങ്ങുന്ന ദിശയെ ആശ്രയിച്ചും, വ്യത്യസ്ത അക്ഷങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചും വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. കറങ്ങുന്ന അക്ഷങ്ങളെ സ്ഥാനമാറ്റം ചെയ്ത് മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ കണക്കാക്കുന്ന രണ്ടു പ്രധാന സിദ്ധാന്തങ്ങൾ നാം പഠിക്കും.

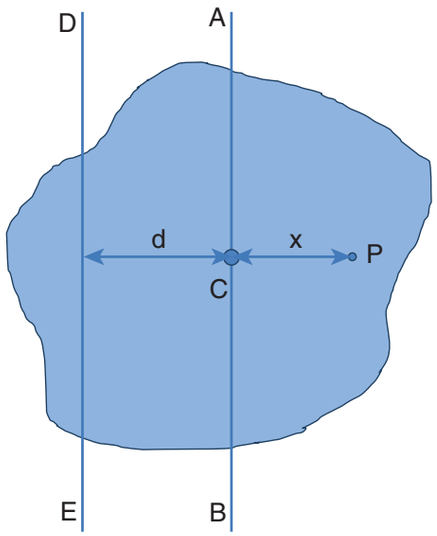
(i) സമാന്തര അക്ഷ സിദ്ധാന്തം:

വസ്തുവിന്റെ ഏതൊരു അക്ഷത്തിലുള്ള മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ എന്നത്, ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിലൂടെ പോകുന്ന സമാന്തര അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള മൊമന്റ് ഇനേർഷ്യയുടെയും വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം, രണ്ടു അക്ഷങ്ങൾക്കിടയ്ക്കുള്ള ദൂരം എന്നിവയുടെ ഗുണനഫലത്തിന്റെയും സങ്കലനത്തിനു സമമാകുന്നു.

M ഇദവ്യമാനമുള്ള വസ്തുവിന്റെ കേന്ദ്ര ബിന്ദുവിലൂടെ പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ I_C എങ്കിൽ d ദൂരത്തിൽ ഈ അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ,

$$I = I_C + Md^2 \qquad (5.46)$$

ഒരു ഖരവസ്തു ചിത്രം 5.25. ൽ ഉള്ളതു പോലെ കണക്കാക്കുക. ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം c ലൂടെ പോകുന്ന അക്ഷം AB യ്ക്ക് സമാന്തരവും AB യിൽ നിന്നും 'd' ലംബദൂരത്തിൽ മറ്റൊരക്ഷം DE യെ ആസ്പദമാക്കി വസ്തുവിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ I എന്നിരിക്കട്ടെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ I യുടെ സമീകരണത്തെ I_C യെ ലഭിക്കുന്നതിന് ശ്രമിക്കാം. ഇതിനായി വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും x ദൂരത്തിലുള്ള പോയിന്റ് മാസ് 'm' നെ കണക്കാക്കാം. 'DF' അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി പോയിന്റ് മാസിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ.



ചിത്രം 5.25 സമാന്തര അക്ഷസിദ്ധാന്തം

DE യെ ആസ്പദമാക്കി മുഴുവൻ വസ്തുവിന്റെയും മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ എന്നത് മുകളിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ആവിഷ്ക്കരണത്തിന്റെ ആകെതുകയാണ് $m(x+d)^2$.

$$I = \sum m(x+d)^2$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 239 21-07-2022 18:01:07

കൂടാതെ ഈ സമീകരണത്തെ താഴെ കാണിച്ചിട്ടുള്ള രീതിയിൽ എഴുതാം,

$$I = \sum m\left(x^2 + d^2 + 2xd\right)$$

$$I = \sum\left(mx^2 + md^2 + 2dmx\right)$$

$$I = \sum mx^2 + \sum md^2 + 2d\sum mx$$

ഇവിടെ, $\sum mx^2$ എന്നത് ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം വഴി പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ആകുന്നു, $I_C = \sum mx^2$

കൂടാതെ, $\sum mx = 0$ ഇതിൽ, x എന്നതു AB യെ ആസ്പദമാക്കി ധന, ഋണ മൂല്യങ്ങൾ ഉള്ളവയായിരിക്കും ഇവയുടെ തുക $\left(\sum mx\right)$ പൂജ്യമായിരിക്കും.

അതിനാൽ, $I = I_C + \sum md^2 = I_C + \left(\sum m\right)d^2$

ഇവിടെ, $\sum m$ എന്നത് വസ്തുവിന്റെ ആകെ ദ്രവ്യമാനത്തെ കുറിയ്ക്കുന്നു $\left(\sum m = M\right)$

$$I = I_C + Md^2$$

ഇങ്ങനെ സമാന്തര അക്ഷ സിദ്ധാന്തം തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.

(ii) ലംബ അക്ഷ സിദ്ധാന്തം:

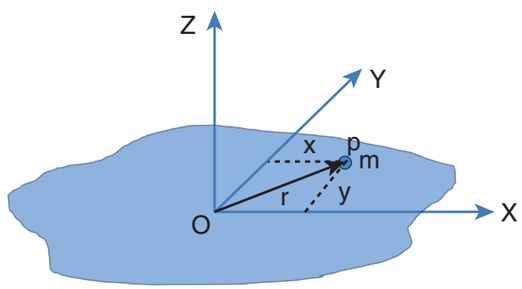
ലംബ അക്ഷസിദ്ധാന്തം നേർത്ത വസ്തുക്കൾക്ക് അനുയോജ്യമാണ്.

ഈ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം നേർത്ത സമതലപ്രതലത്തിനു ലംബമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ തലത്തിൽ തന്നെയുള്ള ഒന്നിനൊന്നു ലംബമായ രണ്ടു അക്ഷങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമെന്റ് ആഫ് ഇനർഷ്യയുടെ സങ്കലന ഫലത്തിനു സമം. ഈ മൂന്ന് അക്ഷങ്ങളും പരസ്പരം ലംബവും പൊതു ബിന്ദു ഉള്ളവയുമായിരിക്കും.

X കൂടാതെ Y-അക്ഷങ്ങൾ ഉള്ള പ്രതലത്തിൽ Z-അക്ഷത്തിനു ലംബമായ ലോലമായ വസ്തുവിന്റെ പ്രതലം എന്നതു Z അക്ഷത്തിനു ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നു കണക്കാക്കുക. X കൂടാതെ Y-അക്ഷങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ യഥാക്രമം I_X കൂടാതെ I_Y എങ്കിൽ Z അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ I_Z ആകുന്നു. അതിനാൽ ലംബ അക്ഷ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ സമീകരണം

$$I_Z = I_X + I_Y \qquad (5.47)$$

ഇതിനെ തെളിയിക്കാൻ, വളരെ കനം കുറഞ്ഞ ലോലമായ വസ്തുവിനു മുകളിൽ മൂല ബിന്ദു (O) യെ കണക്കാക്കുക. ചിത്രം 5.26 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ Z അക്ഷത്തിനു ലംബമായി X, Y അക്ഷങ്ങളാൽ ആയ പ്രതലം ഉണ്ട്. ഈ ലോല വസ്തു M ദ്രവ്യമാനമുള്ള പല കണങ്ങളാലായവയാണെന്ന് കണക്കാക്കുക O ൽ നിന്നും കോ ഓർഡിനേറ്റുകൾ (x,y) ഉള്ള P എന്ന പോയിന്റിനെ കണക്കാക്കുക.



ചിത്രം 5.26 ലംബ അക്ഷസിദ്ധാന്തം

Z-അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, mr^2

Z-അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ലോലമായ വസ്തു മുഴുവനുമായിട്ടുള്ള മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, $I_Z = \sum mr^2$

ഇവിടെ, $r^2 = x^2 + y^2$

ആയതിനാൽ, $I_Z = \sum m\left(x^2 + y^2\right)$

$$I_Z = \sum mx^2 + \sum my^2$$

ഇതിൽ $\sum mx^2$ എന്നതു Y-ആസ്പദമാക്കി മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയായും അതുപോലെ

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 240 21-07-2022 18:01:10

$\sum my^2$ എന്നതു X-അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയും ആകുന്നു,

$$I_X = \sum my^2 \quad , \quad I_Y = \sum mx^2$$

I_z സമീകരണത്തിൽ പ്രസ്ഥാവിക്കുകയാണെങ്കിൽ,

$$I_Z = I_X + I_Y$$

ഇങ്ങനെ ലംബ അക്ഷ സിദ്ധാന്തം പ്രസ്ഥാനിക്കപ്പെട്ടു.

TJ7QM

ഉദാഹരണം 5.16

3 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനവും 50 സെ.മീ ആരവും ഉള്ള ഡിസ്ക്കിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ താഴെ തന്നിട്ടുള്ള അക്ഷങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി കണ്ടുപിടിക്കുക.

(i) ഡിസ്കിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രതലത്തിനു ലംബമായി പോകുന്ന അക്ഷം,

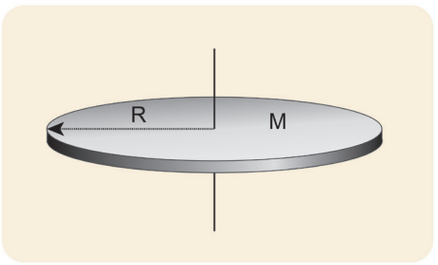
(ii) ഡിസ്കിന്റെ പരിധിയുടെ ഏതെങ്കിലും ഒരു പോയിന്റിലൂടെ പോകുന്ന പ്രതലത്തിനും ലംബമായ അക്ഷം

(iii) ഡിസ്കിന്റെ കേന്ദ്രം വഴിയായും അതേ പ്രതലത്തിൽ പോകുന്നതുമായ അക്ഷം.

ഉത്തരം

ദ്രവ്യമാനം, M = 3 kg, ആരം R = 50 cm = 50×10^{-2} m = 0.5 m

(i) ഡിസ്കിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ പ്രതലത്തിനും ലംബമായി പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (I) എന്നത്,

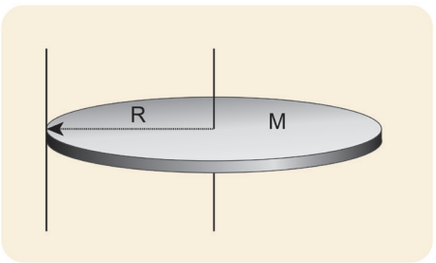


$$I = \frac{1}{2}MR^2$$

$$I = \frac{1}{2} \times 3 \times (0.5)^2 = 0.5 \times 3 \times 0.5 \times 0.5$$

$$I = 0.375\,\text{kg m}^2$$

(ii) സമാന്തര അക്ഷസിദ്ധാന്ത പ്രകാരം ഡിസ്കിന്റെ തലത്തിന് ലംബവും അഗ്രത്തെ സ്പർശിക്കുന്നതുമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ (I) എന്നത്,



$$I = I_C + M d^2$$

ഇവിടെ, $I_C = \frac{1}{2}MR^2$, $d = R$

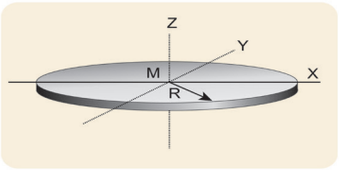
$$I = \frac{1}{2}MR^2 + MR^2 = \frac{3}{2}MR^2$$

$$I = \frac{3}{2} \times 3 \times (0.5)^2 = 1.5 \times 3 \times 0.5 \times 0.5$$

$$I = 1.125 \text{ കി.ഗ്രാം മീ}^2$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 241 21-07-2022 18:01:12

(iii) ഡിസ്കിന്റെ കേന്ദ്രം വഴിയായും, അതേ പ്രതലത്തിൽ തന്നെ പോകുന്നതുമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ,



$$I_Z = I_X + I_Y$$

ഇവിടെ, $I_X = I_Y = I$ കൂടാതെ $I_Z = \frac{1}{2}MR^2$

$$I_Z = 2I;\ I = \frac{1}{2}I_Z$$

$$I = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}MR^2 = \frac{1}{4}MR^2$$

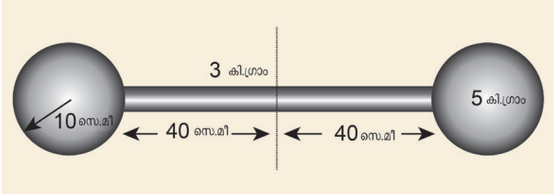
$$I = \frac{1}{4}\times 3\times(0.5)^2 = 0.25\times 3\times 0.5\times 0.5$$

$$I = 0.1875\,\text{kg m}^2$$

- മുകളിൽ പറഞ്ഞ അക്ഷങ്ങളിൽ ഡിസ്കിനെ ചുഴറ്റുന്നതിന് ഏതക്ഷമാണ് സുഗമം?
- മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യയുടെ മൂല്യം ഏതക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയാണോ വളരെ കുറവായിരിക്കുന്നത് അതേ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ഡിസ്ക്കിനെ ചുഴറ്റുന്നതാണ് വളരെ സുഗമം. അതിനാൽ (കേസ് (iii).

ഉദാഹരണം 5.17

താഴെ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള ലോലമായ ദണ്ഡു കൊണ്ട് യോജിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള രണ്ടു ഖര ഗോളങ്ങളുടെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയെ അതിന്റെ ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി കണ്ടുപിടിക്കുക.



ഉത്തരം

മുകളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ആകൃതി മൂന്ന് വസ്തുക്കളാൽ ഉള്ളവയാണ് (ഒരു ലോലമായ ദണ്ഡ് കൂടാതെ രണ്ട് ഖര ഗോളങ്ങൾ).

ദണ്ഡിന്റെ ദ്രവ്യമാനം, M=3കി.ഗ്രാം കൂടാതെ ദണ്ഡിന്റെ നീളം, $\ell = 80$ സെ.മീ $= 0.8$ മീ

കേന്ദ്രബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി ദണ്ഡിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, $I_{\text{ദണ്ഡ്}} = \frac{1}{12}M\ell^2$

$$I_{\text{ദണ്ഡ്}} = \frac{1}{12}\times 3\times(0.8)^2 = \frac{1}{4}\times 0.64$$

$$I_{\text{ദണ്ഡ്}} = 0.16 \text{ കി.ഗ്രാം.മീ}^2$$

ഗോളത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാനം, $M = 5$ കി.ഗ്രാം
ആരം, $R = 10$ സെ.മീ $= 0.1$ മീ

ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി ഗോളത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, $I_C = \frac{2}{5}MR^2$

ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി ഗോളത്തിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ എന്നത്, $I_{\text{ഗോളം}} = I_C + Md^2$

ഇവിടെ, $d = 40$ സെ.മീ $+ 10$ സെ.മീ $= 50$ സെ.മീ $= 0.5$ മീ

$$I_{\text{ഗോളം}} = \frac{2}{5}MR^2 + Md^2$$

$$I_{\text{ഗോളം}} = \frac{2}{5}\times 5\times(0.1)^2 + 5\times(0.5)^2$$

$$I_{\text{ഗോളം}} = (2\times 0.01) + (5\times 0.25) = 0.02 + 1.25$$

$$I_{\text{ഗോളം}} = 1.27 \text{ കി.ഗ്രാം മീ}^2$$

ഈ ആകൃതിയിൽ ഒരു പോലുള്ള രണ്ടു ഗോളങ്ങളും ദണ്ഡും അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതാൽ ഈ ജ്യാമിതീയ ആകൃതിയുടെ ആകെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (I) ഇപ്രകാരം എഴുതാം, $I = I_{\text{ദണ്ഡ്}} + (2\times I_{\text{ഗോളം}})$

$$I = (0.16) + (2\times 1.27) = 0.16 + 2.54$$

$$I = 2.7 \text{ കി.ഗ്രാം മീ}^2$$

5.4.6 വ്യത്യസ്ത ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ ആവേഗജഡത്വം

വ്യത്യസ്ത അക്ഷങ്ങളിലൂടെയുള്ള വ്യത്യസ്ത ദൃഢവസ്തുക്കളുടെ ആവേഗ ജഡത്വം അഥവാ മൊന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ തന്നിട്ടുള്ള പട്ടിക 5.3.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 242 21-07-2022 18:01:16

5.5 ഭ്രമണ ചലനത്തിന്റെ ഗതികം

ആഘൂർണ്ണം, കോണീയ ത്വരണം, കോണീയ സംവേഗം, കോണീയ പ്രവേഗം കൂടാതെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ഇവയ്ക്കിടയിലുള്ള ബന്ധങ്ങളെ വിഭാഗം 5.2. ൽ നാം പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതിന്റെ തുടർച്ചയായി ഈ വിഭാഗത്തിൽ ഒരു ഖരവസ്തുവിൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി, ഗതികോർജ്ജം എന്നീ ഗതിക അളവുകൾക്കിടയിലുള്ള ബന്ധങ്ങളെ കുറിച്ച് പഠിക്കാം. അവസാനമായി, സ്ഥാനമാറ്റ ചലനത്തിനും, ഭ്രമണ ചലനത്തിനും തമ്മിലുള്ള അളവുകളെ പട്ടിക മുഖേന താരതമ്യം ചെയ്യാം.

5.5.1 ഖരവസ്തുക്കളിൽ ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ഫലം

ഖരവസ്തു ഒന്നിൽ ചുറ്റുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി പൂജ്യമല്ലാത്ത ബാഹ്യ ആഘൂർണ്ണം പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ചുറ്റുന്ന വസ്തു അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി കോണീയ ത്വരണത്തിലാകുന്നു. ആഘൂർണ്ണത്തിനും (τ) കോണീയ ത്വരണത്തിനും (α) ഇടയ്ക്കുള്ള ബന്ധം

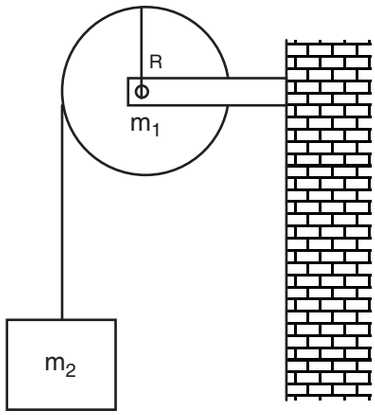
$$\tau = I\alpha \qquad (5.48)$$

ഇവിടെ, I എന്നത് ഖരവസ്തുവിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ആകുന്നു. ഭ്രമണ ചലനത്തിൽ, ആഘൂർണ്ണം എന്നത് നേർരേഖാ ചലനത്തിൽ ബലത്തിനു സമാനമാണ്.

ഉദാഹരണം 5.18

500 ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനവും 10 സെ.മീ ആരമുള്ള ഡിസ്ക് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ സ്വയം സ്ഥിരമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുറ്റുന്നു. ഭാരവും ഇലാസ്തികതയുമില്ലാത്ത കമ്പി ഡിസ്കിന്റെ അഗ്രത്തിൽ ചുറ്റി മറ്റേ അഗ്രം 100 ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനത്തോടൊപ്പം യോജിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട് 100 ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെ ത്വരണം കണക്കാക്കുക. [തന്നിട്ടുള്ളവ: കമ്പി വലയത്തിന്റെ അഗ്രം വഴുതുന്നില്ല. നേരേമറിച്ച് ഡിസ്കോടു കൂടി ചുറ്റുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ഗ്രാം = 10 m s^{-2}.]

ഉത്തരം



ഡിസ്കിന്റെ ദ്രവ്യമാനം m_1 എന്നും അതിന്റെ ആരം R എന്നും കണക്കാക്കുക തൂക്കിയിട്ടിട്ടുള്ള വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം m_2.

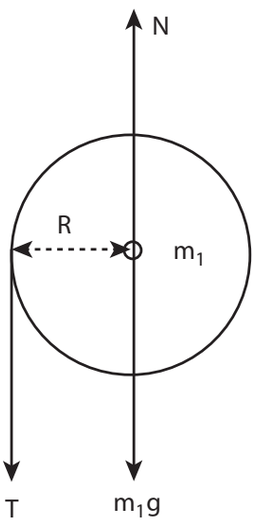
$m_1 = 500$ ഗ്രാം $= 500\times10^{-3}$ കി.ഗ്രാം $= 0.5$ കി.ഗ്രാം

$m_2 = 100$ ഗ്രാം $= 100\times10^{-3}$ കി.ഗ്രാം $= 0.1$ കി.ഗ്രാം

$R = 10$ സെമീ $= 10\times10^{-2}$ മീ $= 0.1$ മീ

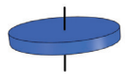
ഡിസ്കിന്റെ അഗ്രത്തിൽ പല പ്രാവശ്യം ചുറ്റപ്പെട്ട വളരെ കുറഞ്ഞ ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഇലാസ്തികതയില്ലാത്ത കമ്പി തെന്നാതെ ഡിസ്കിനോടൊപ്പം ചുറ്റുന്നു. ദ്രവ്യമാനം m_2 ന്റെ സ്പർശരേഖാ ത്വരണവും സമം m_1 നും m_2 നും പ്രത്യേകം പ്രത്യേകമായി ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രാം വരയ്ക്കാം.

ഡിസ്കിന്റെ ഫ്രീ ബോഡി ഡയഗ്രാം *FBD:*

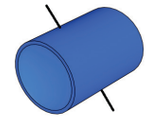
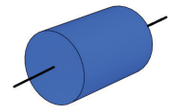
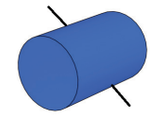
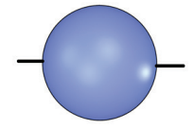
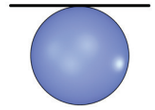
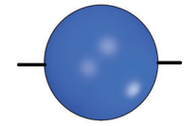
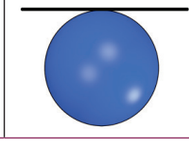


XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 243 21-07-2022 18:01:16

പട്ടിക 5.3 വ്യത്യസ്ത ഖരവസ്തുക്കളുടെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ

ക്രമ നമ്പർ	വസ്തു	അക്ഷം	ചിത്രം	മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ (I) kg m²	ആരമീക ഭ്രമണം (K)	അനുബന്ധം $\left(\frac{K^2}{R^2}\right)$
1.	**ലോലമായ ക്രമമായ ദണ്ഡ്** ദ്രവ്യമാനം = M നീളം = ℓ	നീളത്തിനു ലംബമായും കേന്ദ്രം വഴിയായും പോകുന്ന അക്ഷം		$\frac{1}{12}M\ell^2$	$\frac{\ell}{\sqrt{12}}$	--
		ദണ്ഡിന്റെ ഒരു അഗ്രം വഴിയായും നീളത്തിനു ലംബമായി പോകുന്ന അക്ഷം		$\frac{1}{3}M\ell^2$	$\frac{\ell}{\sqrt{3}}$	
2.	**ക്രമമായ കനം കുറഞ്ഞ ചതുര തകിട്** ദ്രവ്യമാനം = M; നീളം = ℓ; അകലം = b	പ്രതലത്തിനു ലംബമായും കേന്ദ്രത്തിലൂടെയും ചെല്ലുന്നു.		$\frac{1}{12}M(\ell^2+b^2)$	$\sqrt{\frac{(\ell^2+b^2)}{12}}$	--
3.	ക്രമമായ കനം കുറഞ്ഞ വൃത്ത വളയം, ദ്രവ്യമാനം = M ആരം = R	വൃത്ത കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നതും പ്രതലത്തിനു ലംബമായിട്ടുള്ളതും		MR^2	R	1
		പ്രതലത്തിനു ലംബമായും വിളിച്ച് വിളിച്ച് വഴിയും (ലംബസ്പർശ രേഖ)		$2MR^2$	$\left(\sqrt{2}\right)R$	2
		പ്രതലത്തിലുള്ള വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. (വ്യാസം വഴി)		$\frac{1}{2}MR^2$	$\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)R$	$\frac{1}{2}$
		പ്രതലത്തിനു സമാന്തരമായും വിളിച്ച് വഴിയായും (സമാന്തര സ്പർശ രേഖ)		$\frac{3}{2}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{3}{2}}\right)R$	$\frac{3}{2}$
4.	**കനം കുറഞ്ഞ വൃത്ത തകിട് (ഡിസ്ക്)** ദ്രവ്യമാനം = M ആരം = R	വൃത്ത തകിടിന്റെ പ്രതലത്തിനു ലംബമായും കേന്ദ്രം വഴിയും ചെല്ലുന്നു		$\frac{1}{2}MR^2$	$\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)R$	$\frac{1}{2}$
		വൃത്ത തകിടിനു ലംബമായും അഗ്രത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദു വഴി പോകുന്നു		$\frac{3}{2}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{3}{2}}\right)R$	$\frac{3}{2}$
		വൃത്ത തകിടിനു സമാന്തരമായും കേന്ദ്രം വഴിയും പോകുന്നു		$\frac{1}{4}MR^2$	$\left(\frac{1}{2}\right)R$	$\frac{1}{4}$
		വൃത്ത തകിടിനു പ്രതലത്തിനു സമാന്തരമായും അഗ്രത്തിലൂടെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദു വഴി പോകുന്നു.		$\frac{5}{4}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{5}{4}}\right)R$	$\frac{5}{4}$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 244 21-07-2022 18:01:20

5.	**ലോലമായ ക്രമമായ പൊള്ളയായ സിലിണ്ടറിന്റെ** ദ്രവ്യമാനം = M നീളം = ℓ; ആരം = R	സിലിണ്ടറിന്റെ കേന്ദ്രം വഴിയായി അതിന്റെ അക്ഷരേഖ വഴി ചെല്ലുന്നു		MR^2	R	1
		സിലിണ്ടറിന്റെ കേന്ദ്രം വഴിയും നീളത്തിന് ലംബമായും കടന്നു ചെല്ലുന്നു		$M\left(\frac{R^2}{2}+\frac{\ell^2}{12}\right)$	$\sqrt{\frac{R^2}{2}+\frac{\ell^2}{12}}$	- -
6.	ക്രമമായ ഖര സിലിണ്ടർ ദ്രവ്യമാനം = M നീളം = ℓ; ആരം = R	സിലി റിന്റെ കേന്ദ്രം വഴിയായിട്ട് അതിെ അക്ഷരേഖ വഴി പോകുന്നു		$\frac{1}{2}MR^2$	$\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)R$	$\frac{1}{2}$
		സിലിണ്ടറിന്റെ കേന്ദ്രം വഴി അതിന്റെ അക്ഷം ലംബമായി പോകുന്നു		$M\left(\frac{R^2}{4}+\frac{\ell^2}{12}\right)$	$\sqrt{\frac{R^2}{4}+\frac{\ell^2}{12}}$	- -
7.	ക്രമമായ ലോലമായ ഗോളം ദ്രവ്യമാനം = M ആരം = R	കേന്ദ്രം വഴിയായിട്ട്		$\frac{2}{3}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)R$	$\frac{2}{3}$
		ഗോളത്തിന്റെ വിളിച്ചിലൂടെ പോകുന്നു (സ്പർശരേഖ)		$\frac{5}{3}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{5}{3}}\right)R$	$\frac{5}{3}$
8.	ക്രമമായ ഖരഗോളം ദ്രവ്യമാനം = M ആരം = R	കേന്ദ്രം വഴിയായിട്ട് (വ്യാസരേഖ)		$\frac{2}{5}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{2}{5}}\right)R$	$\frac{2}{5}$
		ഗോളത്തിന്റെ വിളിച്ചിലൂടെ പോകുന്നു (സ്പർശരേഖ)		$\frac{7}{5}MR^2$	$\left(\sqrt{\frac{7}{5}}\right)R$	$\frac{7}{5}$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 245 21-07-2022 18:01:23

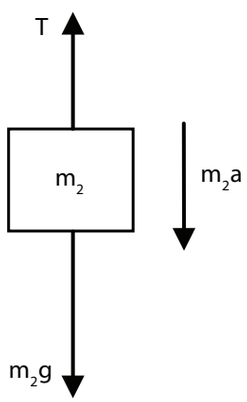
ഡിസ്ക് കേന്ദ്രത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള കേന്ദ്ര ബിന്ദു വഴി ലംബ ബലം N മുകളിലോട്ടും ഭൂഗുരുത്വ ബലം $(m_1 g)$ താഴോട്ടും ഇതിന്റെ അഗ്രം വഴി താഴോട്ട് ടെൻഷൻ T പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഭൂഗുരുത്വ ബലം $(m_1 g)$ യും ലംബ ബലം (N) ഉം പരസ്പരം റദ്ദാവുന്നു. $m_1 g = N$

ടെൻഷൻ T ആഘൂർണ്ണത്തെ (R T), ഉണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ ഡിസ്ക് കോണീയ ത്വരണം, $\left(\alpha = \frac{a}{R}\right)$. തുടർഭ്രമണ ചലനത്തിന് ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ a എന്നത് ഡിസ്കിന്റെ അഗ്രത്തിൽ ഉള്ള ബിന്ദുവിലെ നേർരേഖാ ത്വരണമാകുന്നു. ഈ ഡിസ്കിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ I യും ഇതിന്റെ ആരമീക ഭ്രമണം K, എങ്കിൽ

$$R\,T = I\alpha; \quad R\,T = \left(m_1 K^2\right)\frac{a}{R}$$

$$T = \left(m_1 K^2\right)\frac{a}{R^2}$$

വസ്തുവിന്റെ ഫ്രീബോഡി ഡയഗ്രാം :
ഇതിന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം $(m_2 g)$ താഴോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കൂടാതെ ടെൻഷൻ T മുകളിലോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇവയുടെ ആകെ ബലം $(m_2 a)$ താഴോട്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്നു $(T < m_2 g)$.



$$m_2 g - T = m_2 a$$

വട്ടത്തകിടിന്റെ സമീകരണത്തിൽ ടെൻഷൻ T യെ പ്രസ്ഥാപിക്കുകയാണെങ്കിൽ,

$$m_2 g - \left(m_1 K^2\right)\frac{a}{R^2} = m_2 a$$

$$m_2 g = \left(m_1 K^2\right)\frac{a}{R^2} + m_2 a$$

$$m_2 g = \left[\left(m_1 \frac{K^2}{R^2}\right) + m_2\right] a$$

$$a = \frac{m_2}{\left[\left(m_1 \frac{K^2}{R^2}\right) + m_2\right]} g$$

$\left(\frac{K^2}{R^2}\right)$ എന്ന സമീകരണം ഡിസ്കിന്റെ പ്രതലത്തിനു ലംബമായി കേന്ദ്രം വഴി ചെല്ലുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുറ്റുന്നതിനാൽ, $\frac{K^2}{R^2} = \frac{1}{2}$. (പട്ടിക 5.3 പരിശോധിക്കുക) ത്വരണത്തിനായുള്ള സമീകരണം താഴെ കാണുന്ന പ്രകാരം ചുരുക്കി എഴുതുമ്പോൾ,

$$a = \frac{m_2}{\left[\left(\frac{m_1}{2}\right) + m_2\right]} g \; ; \quad a = \frac{2m_2}{\left[m_1 + 2m_2\right]} g$$

മൂല്യം പുനഃസ്ഥാപിക്കുമ്പോൾ,

$$a = \frac{2 \times 0.1}{\left[0.5 + 0.2\right]} \times 10 = \frac{0.2}{0.7} \times 10$$

$$a = 2.857\ m\,s^{-2}$$

5.5.2 കോണീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം

ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കാത്തിടത്തോളം ചുറ്റുന്ന ഖര വസ്തുവിന്റെ ആകെ ആക്കം മാറുകയില്ല. ഇതാണ് കോണീയ ആക്ക സംരക്ഷണ നിയമം.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 246 21-07-2022 18:01:26

$$\tau = \frac{dL}{dt}$$

If $\tau = 0$ എങ്കിൽ, $L =$ സ്ഥിരാങ്കം (5.49)

കോണീയ ആവേഗം $L = I\omega$, എന്നിരിക്കട്ടെ, കോണീയ ആവേഗം സംരക്ഷണ നിയമ പ്രകാരം ആരംഭകോണീയആവേഗം=അവസാനകോണീയ ആവേഗം,

$$I_i\omega_i = I_f\omega_f \text{ (അഥവാ) } I\omega = \text{സ്ഥിരാങ്കം} \quad (5.50)$$

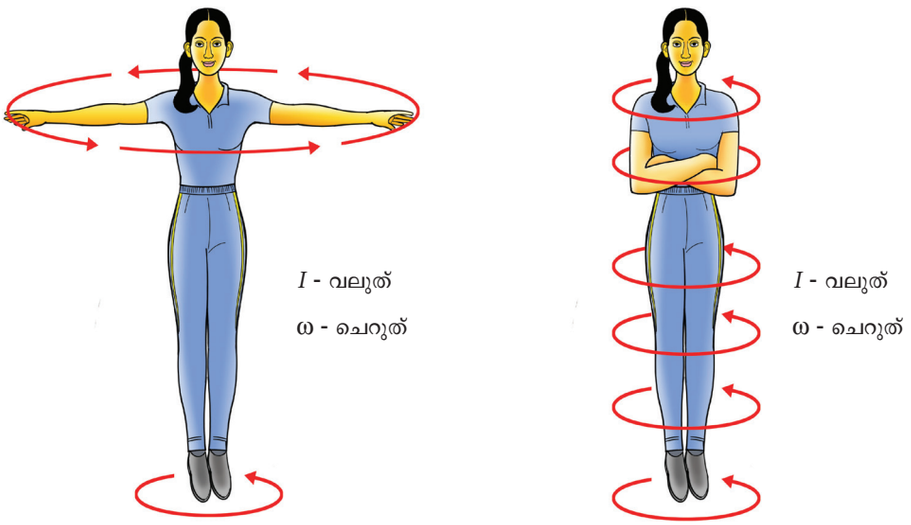
ഈസമീകരണംമുഖേന,കോണീയആവേഗംമാറാതിരിക്കാൻ,I കൂടുമ്പോൾ ω കുറയണം. അല്ലെങ്കിൽ ω കൂടുമ്പോൾ I കുറയുകയും ചെയ്യും എന്നറിയാം.

പല സാഹചര്യങ്ങളിലും ഉചിതമാണ്. ഒരു ഉത്തമ ഉദാഹരണം ഡാൻസ് വിദഗ്ദ്ധരുടെ കളിയാണ്, ചിത്രം 5.27 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളത് ഡാൻസ് വിദഗ്ദ്ധർ സ്വയം ചുറ്റുമ്പോൾ അവരുടെ കൈകളെ വെളിയിലോട്ട് നീട്ടുകയാണെങ്കിൽ ചുറ്റുന്ന വേഗം കുറയുകയും, കൈകളെ ദേഹത്തോട് ചേർക്കുകയാണെങ്കിൽ ചുറ്റുന്നവേഗംകൂടുതയും ചെയ്യുന്നു. കൈകളെ ദേഹത്തിനു പുറത്തേക്ക് നീട്ടുമ്പോൾ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കൂടുന്നതിനാൽ കോണീയ പ്രവേഗം കുറയുന്നതു കാരണം ചുറ്റുന്നവേഗവും കുറയുന്നു. കൈകളെ ശരീരത്തോട് ചേർക്കുമ്പോൾ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കുറയുന്നതിനാൽ കോണീയ പ്രവേഗം കൂടുകയും ചുറ്റുന്നവേഗം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു.

വെള്ളത്തിൽ ചാടുന്ന നീന്തൽ വിദഗ്ദ്ധർ തങ്ങളുടെ ശരീരത്തെ ഉൾവശത്തേക്ക് ചുരുക്കുന്നത് കാരണം മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കുറഞ്ഞ് ചുറ്റുന്ന വേഗത്തെ കൂട്ടാൻ സഹായിക്കുന്നതാൽ കാറ്റിൽ പറന്നു വരുമ്പോൾ പല തവണ കുട്ടിക്കരണം ഇടുന്നു.



ചിത്രം 5.28 കോണീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം നീന്തൽ വിദഗ്ദ്ധനിൽ



ചിത്രം 5.27 ഡാൻസ് വിദഗ്ദ്ധരുടെ കോണീയ ആവേഗ സംരക്ഷണ നിയമം

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 247 21-07-2022 18:01:28

ഉദാഹരണം 5.19

ω കോണീയ പ്രവേഗത്തത്തോടെ ചുറ്റുന്ന വൃത്താകൃതിയിലുള്ള മേശയുടെ മുകളിൽ സർക്കസ്സ് വിദഗ്ദ്ധർ കൈകളെ നീട്ടിയ നിലയിൽ നിൽക്കുന്നു. അയാൾ കൈകളെ ദേഹത്തോട് ചേർത്തു പിടിക്കുമ്പോൾ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ യഥാർത്ഥ മൂല്യത്തിൽ നിന്ന് മൂന്നിലൊന്ന് ആയി കുറയുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഇപ്പോഴത്തെ കോണീയ പ്രവേഗത്തെ കാണുക. [ബാഹ്യബലം പ്രവർത്തിക്കാതിരിക്കുമ്പോൾ.]

ഉത്തരം

കൈകൾ നീട്ടിയ സർക്കസ്സ് വിദഗ്ദ്ധരുടെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ I എന്നിരിക്കട്ടെ. സർക്കസ്സ് വിദഗ്ദ്ധനിലും ചുറ്റുന്ന മേശയിലും ബാഹ്യആഘൂർണ്ണം പ്രവർത്തിക്കാതിരുന്നാൽ നിലയിൽ കോണീയ ആവേഗം മാറുകയില്ല. ആയതിനാൽ കോണീയ ആവേഗത്തിന്റെ സമീകരണം,

$$I_i\omega_i = I_f\omega_f$$

$$I_i\,\omega_i = \frac{1}{3}I_i\,\omega_f \quad \therefore\left(\because I_f = \frac{1}{3}I_i\right)$$

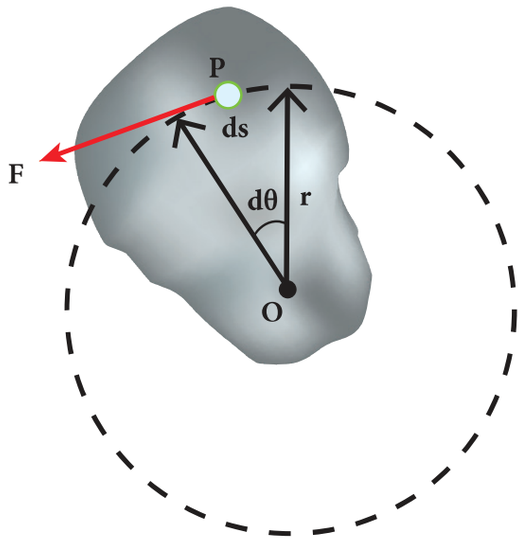
$$\omega_f = 3\omega_i$$

മുകളിൽ പറഞ്ഞ സമീകരണത്തിൽ നിന്നും അന്തിമകോണീയ പ്രവേഗം എന്നത് ആരംഭ കോണീയപ്രവേഗത്തിന്റെ മൂന്നു മടങ്ങായിരിക്കും എന്നതാണ്.

5.5.3 ടോർക്കിനാൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവർത്തി

ഒരു ദൃഢവസ്തു ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുറ്റുകയാണെന്നു കരുതുക. ചിത്രം5.29 ൽ P നന്ന ബിന്ദു ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി തലത്തിനു ലംബമായി ചുറ്റുന്നു. ഒരു സ്പർശന ബലം F ബിന്ദുവിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു.

അതിനാൽ ഒരു ചെറിയ സ്ഥാനാന്തരണം (dw) വസ്തുവിൽ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ബലത്താൻ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി,



ചിത്രം 5.29 ആഘൂർണ്ണത്താൽ ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തി

$$dw = F\,ds$$

സ്ഥാനാന്തരം ds, പരിശ്രമണ കോണം dθ ആരം r ഇവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം,

$$ds = r\,d\theta$$

ഇപ്പോൾ പ്രവൃത്തിയുടെ സമീകരണം എന്നത്,

$$dw = F\,ds; \quad dw = F\,r\,d\theta$$

ഇതിൽ (Fr) എന്ന ബലത്താൽ വസ്തുവിന്റെ മുകളിൽ ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ട ആഘൂർണ്ണം τ എങ്കിൽ.

$$dw = \tau\,d\theta \qquad (5.51)$$

ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുറ്റുന്ന വസ്തുവിൽ ബാഹ്യ ആഘൂർണ്ണത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി മുകളിൽ ഉള്ള സമീകരണത്തിനാൽ ലഭിക്കുന്നു.

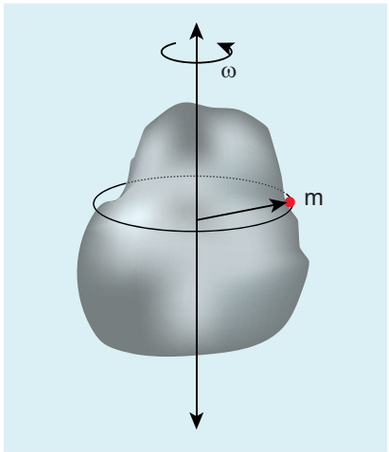
രേഖീയ ചലനത്തിന് ബലത്താൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തിയുടെ സമീകരണം,

$$dw = F\,ds$$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 248 21-07-2022 18:01:29

5.5.4 ഭ്രമണ ചലനത്തിന്റെ ഗതികോർജ്ജം

ഒരു ഖരവസ്തു ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ω കോണീയ പ്രവേഗത്തിൽ ചുറ്റുന്നതിനെ ചിത്രം 5.30 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. വസ്തുവിലുള്ള ഓരോ കണങ്ങളും ഭ്രമണ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി തുല്യ കോണീയ പ്രവേഗവും ω വ്യത്യസ്ഥ സ്പർശരേഖാ പ്രവേഗവും ഉള്ളവയായിരിക്കും.



ചിത്രം 5.30 ഭ്രമണ അക്ഷത്തിൽ നിന്നും

ദ്രവ്യമാനവും m_i ദ്രവ്യമാനവും r_i വ്യാസാർത്ഥമുള്ള ഒരു വസ്തുവിനെ പരിഗണിക്കുക. ഈ കണം താഴെ തന്നിട്ടുള്ള സമീകരണം $v_i = r_i\,\omega$ എന്ന സ്പർശരേഖ പ്രവേഗത്താലുള്ളതിനാൽ ആകണത്തിന്റെ ഗതികോർജ്ജം,

$$KE_i = \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

ഈ സമീകരണത്തെ കോണീയ പ്രവേഗം ഉപയോഗപ്പെടുത്തി എഴുതുകയാണെങ്കിൽ,

$$KE_i = \frac{1}{2} m_i \left(r_i\omega\right)^2 = \frac{1}{2}\left(m_i r_i^2\right)\omega^2$$

ഇതുപോലെ ഉള്ള കണങ്ങളുടെ ആകെ ഗതികോർജ്ജം,

$$KE = \frac{1}{2}\left(\sum m_i r_i^2\right)\omega^2$$

ഇവിടെ $\sum m_i r_i^2$ വസ്തുവിന്റെ ആവേഗം ജഡത്വം അഥവാ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ എന്നു പറയുന്നു. $I = \sum m_i r_i^2$

ഭ്രമണ ചലനത്തിലുള്ള ഒരു ദൃഢവസ്തുവിന്റെ ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ സമീകരണം,

$$KE = \frac{1}{2} I\omega^2 \qquad (5.52)$$

ഇത് രേഖീയ ചലനത്തിലുള്ള ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ സമവാക്യത്തിന് സദൃശമാണ്.

$$KE = \frac{1}{2} Mv^2$$

ഭ്രമണഗതികോർജ്ജവും കോണീയ ആവേഗവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം

ആവേഗജഡത്വം I ഉള്ള ഒരു വസ്തു കോണീയ പ്രവേഗം ω യിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നതായി കണക്കാക്കുക.

എങ്കിൽ വസ്തുവിന്റെ കോണീയ സംവേഗം, $L = I\omega$

ദൃഢ വസ്തുവിന്റെ ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജം, $KE = \frac{1}{2} I\omega^2$

ഈ സമീകരണത്തിന്റെ ഛേദത്തെയും അംശത്തെയും I, കൊണ്ട് ഗുണിച്ചാൽ നമുക്ക് L നും KE ക്കും ഇടയിലുള്ള ബന്ധം കിട്ടുന്നു,

$$KE = \frac{1}{2}\frac{I^2\omega^2}{I} = \frac{1}{2}\frac{\left(I\omega\right)^2}{I}$$

$$KE = \frac{L^2}{2I} \qquad (5.53)$$

ഉദാഹരണം 5.20

9 കി.ഗ്രാം ദ്രവ്യമാനവും 3 മീ ആരവും ഉള്ള വളയം അതിന്റെ തലത്തിനു ലംബമായും കേന്ദ്രം വഴി ചെല്ലുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി 240 rpm വേഗത്തിൽ ചുറ്റുമ്പോൾ വളയത്തിനു ലഭിക്കുന്ന ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജം കണക്കാക്കുക.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 249 21-07-2022 18:01:31

ഉത്തരം

വസ്തുവിന്റെ ഭ്രമണ ഗതികോർജം, $KE = \frac{1}{2} I\omega^2$

വളയത്തിന്റെ ആവേഗ ജഡത്വം (മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ), $I = MR^2$

$$I = 9 \times 3^2 = 9 \times 9 = 81 \text{ കി.ഗ്രാം മീ}^2$$

വളയത്തിന്റെ കോണീയ സംവേഗം,

$$\omega = 240 \text{ rpm} = \frac{240 \times 2\pi}{60} \text{ rad s}^{-1}$$

$$KE = \frac{1}{2} \times 81 \times \left(\frac{240 \times 2\pi}{60} \right)^2 = \frac{1}{2} \times 81 \times (8\pi)^2$$

$$KE = \frac{1}{2} \times 81 \times 64 \times (\pi)^2 = 2592 \times (\pi)^2$$

$$KE = 25920 \text{ J} \quad \because (\pi)^2 \approx 10$$

$$KE = 25.920 \text{ kJ}$$

5.5.5 ആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ ക്ഷമത

ക്ഷമത അഥവാ ശക്തി എന്നത് ഒരു മാത്രാ സമയത്തിൽ ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തിയാണ്. സമയത്തിനുസരിച്ച് പ്രവൃത്തിയെ അവകലനം ചെയ്യുമ്പോൾ നമുക്ക് തൽക്ഷണ ക്ഷമത (P) ലഭിക്കുന്നു.

$$P = \frac{dw}{dt} = \tau \frac{d\theta}{dt} \quad \because (dw = \tau d\theta)$$

$$P = \tau\omega \qquad (5.54)$$

സ്ഥാനാന്തര ചലനത്തിൽ ഇതിനു സദൃശമായ തൽക്ഷണ ക്ഷമതയെ ഇപ്രകാരം എഴുതാം,

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

5.5.6 രേഖീയ ഭ്രമണ അളവുകളുടെ താരതമ്യം

ഭ്രമണ ചലനത്തിലുള്ള ധാരാളം അളവുകളുടെ സമീകരണം രേഖീയ ചലനവുമായി സാദൃശ്യം ഉള്ളതായിരിക്കും. ഭ്രമണത്തിലുള്ള അളവുകൾ രേഖീയ ചലനത്തിലുള്ള അളവുകളോട് പട്ടിക 5.4 ൽ താരതമ്യം ചെയ്യുന്നു.

പട്ടിക 5.4 ഭ്രമണ രേഖീയ അളവുകളുടെ താരതമ്യം

ക്ര.ന	രേഖീയ ചലനം	ഒരു നിശ്ചിത അക്ഷത്തിലുള്ള ഭ്രമണചലനം
1	സ്ഥാനാന്തരം, x	കോണീയ സ്ഥാനാന്തരം, θ
2	സമയം, t	സമയം, t
3	പ്രവേഗം, $v = \frac{dx}{dt}$	കോണീയ പ്രവേഗം, $\omega = \frac{d\theta}{dt}$
4	ത്വരണം, $a = \frac{dv}{dt}$	കോണീയ ത്വരണം, $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$
5	ദ്രവ്യമാനം, m	ആവേഗ ജഡത്വം, I
6	ബലം, $F = ma$	ആഘൂർണ്ണം, $\tau = I\alpha$
7	രേഖീയ സംവേഗം, $p = mv$	കോണീയ സംവേഗം, $L = I\omega$
8	സംവേഗം, $F\Delta t = \Delta p$	കോണീയ സംവേഗം, $\tau\Delta t = \Delta L$
9	ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി, $w = F s$	ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി, $w = \tau\theta$
10	ഗതികോർജ്ജം, $KE = \frac{1}{2} m v^2$	ഗതികോർജ്ജം, $KE = \frac{1}{2} I\omega^2$
11	ശക്തി അഥവാ ക്ഷമത, $P = F v$	ശക്തി, $P = \tau\omega$

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 250 21-07-2022 18:01:34

5.6 ഉരുളൽ ചലനം

നമ്മുടെ ദൈനം ദിന ജീവിതത്തിൽ ഉരുളൽ ചലനം ധാരാളമായി കാണാൻ സാധിക്കുന്നു. ചക്രത്തിന്റെ ചലനം ഉരുളൻ ചലനത്തിനുദാഹരണമാണ് വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വസ്തുക്കളായ ഡിസ്ക്, വളയം, ഗോളം മുതലായവ ഉരുളലിന് അനുയോജ്യമായ വസ്തുക്കളാണ്.

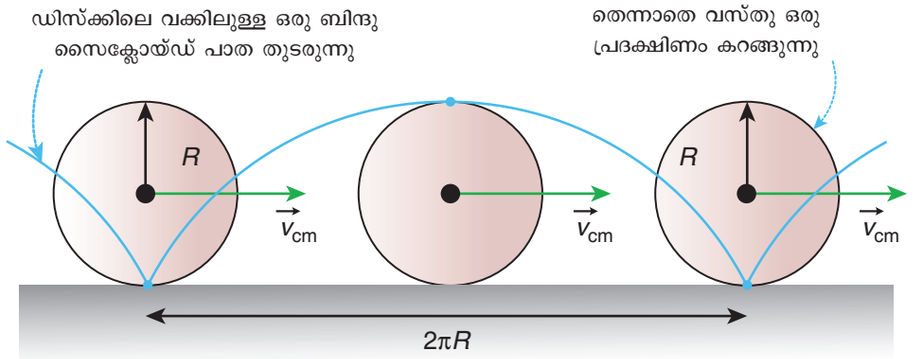
തിരശ്ചീനതലത്തിൽ ഉരുളുന്ന ഒരു ഡിസ്ക്കിന്റെ ചലനത്തെ കുറിച്ച് നമുക്ക് പഠിക്കാം. ഡിസ്ക്കിന്റെ അഗ്രത്തിൽ P എന്ന വസ്തുവിനെ കരുതുക ഉരുളുമ്പോൾ ആ ബിന്ദു ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിനൊപ്പം രേഖീയ ചലനത്തിനും ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന് അനുസ്യൂതമായി ഭ്രമണ ചലനത്തിനും വിധേയമാകുന്നു.

5.6.1 രേഖീയ ഭ്രമണ ചലന സമ്മിശ്രണം

ഉരുളലിൽ രേഖീയ ഭ്രമണ ചലനങ്ങൾ എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നു നോക്കാം. ഉരുളുന്ന വസ്തുവിന്റെ വ്യാസാർദ്ധം R, എങ്കിൽ ഒരു ഭ്രമണം പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിനുണ്ടാവുന്ന സ്ഥാനാന്തരം $2\pi R$ (ചുറ്റളവാകുന്നു) ഭ്രമണം പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം മാത്രമല്ല ഡിസ്കിലുള്ള എല്ലാ കണങ്ങൾക്കും അതേ അളവിലുള്ള 2π സ്ഥാനാന്തരം ഏർപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയിൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം രേഖീയ ചലനത്തിലും മറ്റു ബിന്ദുക്കളെല്ലാം രേഖീയ ചലനത്തിനോടൊപ്പം ഭ്രമണ ചലനത്തിനും വിധേയമാകുന്നു. ഡിസ്കിന്റെ അഗ്രത്തിലുള്ള ബിന്ദു പിൻതുടരുന്ന പാതയെ ചിത്രം 5.31 ൽ വ്യക്തമായി വിശദീകരിക്കുന്നു. ഇത് പിന്തുടരുന്ന പ്രത്യേക പാതയ്ക്ക് സൈക്ലോയിഡ് എന്നു പറയുന്നു.

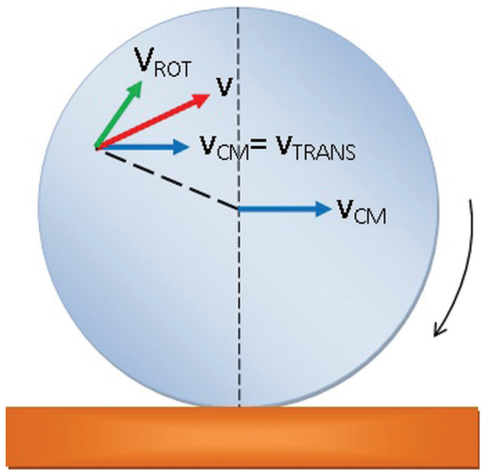


ഉരുളൽ എന്നത് രേഖീയ ഭ്രമണ ചലനങ്ങളുടെ സംയോജനമാണ്. ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം v_{CM} സ്ഥാനാന്തര പ്രവേഗം v_{TRANS} ന് തുല്യമാണ് ($v_{CM} = v_{TRANS}$) മറ്റെല്ലാ ബിന്ദുക്കൾക്കും രണ്ടു തരത്തിലുള്ള പ്രവേഗം ഉണ്ട്. ഒന്ന് സ്ഥാനാന്തര പ്രവേഗം v_{TRANS}, (ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം പോലെ) രണ്ടാമതായി ഭ്രമണ പ്രവേഗം v_{ROT} ($v_{ROT} = r\omega$) ഇവിടെ, r എന്നത് ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിലിരുന്ന് ബിന്ദുവിന്റെ ദൂരം കൂടാതെ ω എന്നത് കോണീയ പ്രവേഗം. ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നുമുള്ള തൽക്ഷണ സ്ഥാന സദിശം ഭ്രമണ പ്രവേഗത്തിന് ലംബമായിരിക്കുന്നത് 5.32 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ രണ്ടു പ്രവേഗങ്ങളുടെയും പരിണിതഫലം v. ആകുന്നു. ഈ പരിണിത പ്രവേഗം ഉരുളുന്ന വസ്തു ഉരുളുന്ന പ്രതലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ബിന്ദുവിലെ സ്ഥാന സദിശത്തിന്

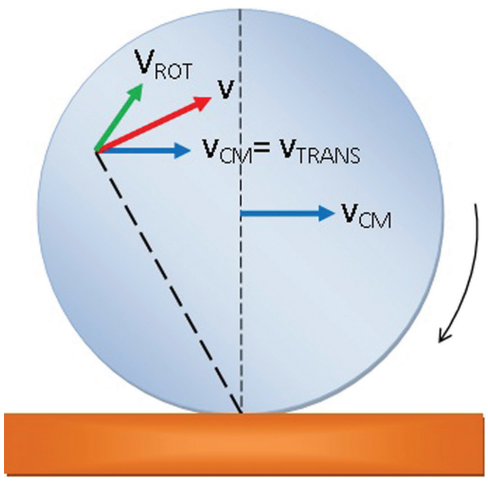


ചിത്രം 5.31 രേഖീയ ഭ്രമണചലനങ്ങളുടെ സമ്മിശ്രമാണ് ഉരുളൽ

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 251 21-07-2022 18:01:34



(a) ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി



(b) പ്രതലത്തിൽ തൊടുന്ന ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി

ചിത്രം 5.32 ഒരു ബിന്ദുവിലെ പരിണിത പ്രവേഗം

ലംബമായിരിക്കും. ഇത് ചിത്രം 5.32(b) യിൽ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉരുളുന്ന ചലനത്തിൽ സ്പർശന ബിന്ദുവിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെ മനസ്സിലാക്കാം. പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ ഉരുളുന്ന വസ്തു പ്രതലവുമായ സ്പർശിക്കുന്ന ക്ഷണത്തിൽ നിശ്ചലമായിരിക്കും. വസ്തുവിന്റെ അഗ്രങ്ങളിലെ എല്ലാ ബിന്ദുക്കളിലും ഇത് അനുയോജ്യമായിരിക്കും. ഉരുളൽ തുടരുമ്പോൾ അഗ്രത്തിലുള്ള എല്ലാ ബിന്ദുക്കളും ഒന്നിനുപിറകെ മറ്റൊന്നായി പ്രതലവുമായി സ്പർശിക്കുന്ന ബിന്ദുവിൽ സ്പർശിക്കുന്ന ക്ഷണത്തിൽ നിശ്ചലമാവുന്നതും സൈക്ലോയിഡ് പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതും മുൻപ് പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്.

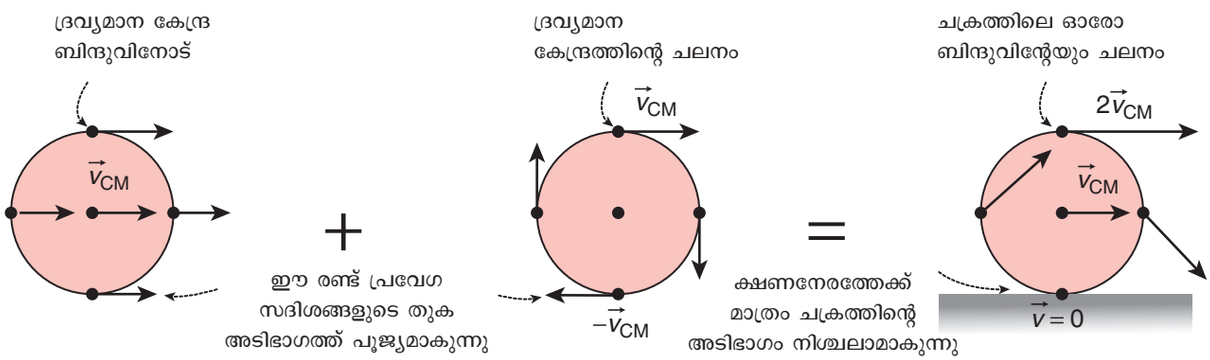
അതിനാൽ പൂർണ്ണ ഉരുളലിനെ രണ്ടു രീതികളിൽ കരുതാം.

(i) ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രത്തെആസ്പദമാക്കിയുള്ള രേഖീയ ഭ്രമണ ചലനങ്ങളുടെ സംയോജനം.

(അല്ലെങ്കിൽ)

(ii) സ്പർശ ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള തൽക്ഷണ ഭ്രമണ ചലനം.

പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ സ്പർശബിന്ദുവിൽ നിശ്ചലമാകുന്ന സമയത്ത് പരിണിത പ്രവേഗം പൂജ്യമാകുന്നു. ($v = 0$). ഉദാഹരണത്തിന് ചിത്രം 5.33, ൽ സ്പർശന ബിന്ദുവിൽ, $v_{\text{രേഖീയം}}$ വലതുവശത്ത് മുന്നോട്ടും $v_{\text{വർത്തുളം}}$ ഇടതു വശത്തായി പിന്നിലോട്ടും ആകുന്നു. അതായത്, $v_{\text{രേഖീയം}}$, $v_{\text{വർത്തുളം}}$ നും തുല്യപരിമാണവും വ്യത്യസ്ത ദിശയുമായിരിക്കും.



ചിത്രം 5.33 പൂർണ്ണ ഉരുളൽ ചലനത്തിൽ പ്രതല സ്പർശ ബിന്ദു നിശ്ചലാവസ്ഥയിലായിരിക്കും.

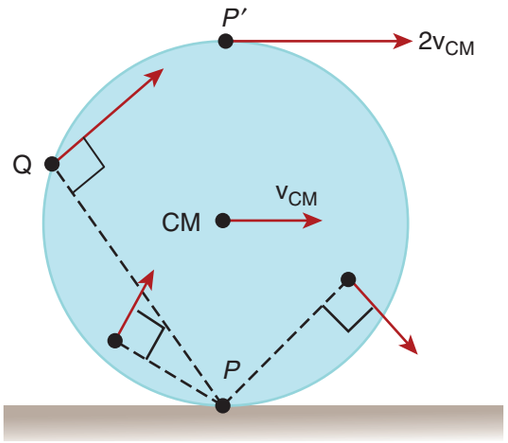
XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 252 21-07-2022 18:01:35

$(v = v_{\text{രേഖീയം}} - v_{\text{വർത്തുളം}} = 0)$ യെ കുറിക്കുന്നു. പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ സ്പർശന ബിന്ദു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ ആയതിനാൽ പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ അഗ്രങ്ങളിലെ എല്ലാ ബിന്ദുക്കൾക്കും $v_{\text{രേഖീയം}}$ ന്റെ പരിമാണം $v_{\text{വർത്തുളം}}$ന് തുല്യമാണെന്ന നിഗമനത്തിലെത്താം. അതായത് $(v_{\text{രേഖീയം}} = v_{\text{വർത്തുളം}})$. As $v_{\text{രേഖീയം}} = v_{\text{ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം}}$, $v_{\text{വർത്തുളം}} = R\omega$, യും ആയാൽ പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ നിന്ന്,

$$v_{CM} = R\,\omega \qquad (5.55)$$

സമീകരണം 5.55. ന്റെ സവിശേഷതകളെ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഭ്രമണ ചലനത്തിൽ $v = r\omega$, എന്ന ബന്ധം അനുസരിച്ച് ഡിസ്ക്കിന്റെ കേന്ദ്ര ബിന്ദുവിന് $r=0$ ആകുമ്പോൾ യാതൊരു വിധത്തിലുള്ള പ്രവേഗവും ഉണ്ടായിരിക്കില്ല. എന്നാൽ ഉരുളുന്ന സമയത്ത് സമീകരണം 5.55 അനുസരിച്ച് ഡിസ്ക്കിന്റെ കേന്ദ്രബിന്ദുവിന് v_{CM} എന്ന പ്രവേഗം നൽകിയിരിക്കുന്നു.

ഉച്ചസ്ഥായി ബിന്ദുവിൽ $v_{\text{രേഖീയം}}$ നും $v_{\text{വർത്തുളം}}$ നും തുല്യ പരിമാണവും തുല്യദിശയും (വലതു വശത്തോട്ട്) ആയിരിക്കും. അതിനാൽ പരിണിത പ്രവേഗം ഈ രണ്ടു പ്രവേഗങ്ങളുടെയും ആകെതുക ആകുന്നു. $v = v_{\text{രേഖീയം}} + v_{\text{വർത്തുളം}}$. മറ്റൊരു രീതിയിൽ ചിത്രം 5.34 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു പോലെ, $v = 2\,v_{\text{ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം}}$.



ചിത്രം 5.34 പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ വ്യത്യസ്ഥ ബിന്ദുക്കളിലെ പ്രവേഗം

5.6.2 തെന്നലും വഴുതലും

വ്യത്താകൃതിയിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ചലനത്തിൽഘർഷണ ഗുണാങ്കം പൂജ്യത്തെക്കാൾ കൂടുതലുള്ളഏതൊരു പ്രതലത്തിലും ഉരുളൽ പ്രവണത ഉണ്ടായിരിക്കും. ഭ്രമണ ചലനം സാദ്ധ്യമാകുന്ന ഘർഷണത്തെ ഭ്രമണ ഘർഷണം എന്നു പറയുന്നു. പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ പ്രതലവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സ്പർശന ബിന്ദുവിന്റെ ആപേക്ഷിക ചലനം സാധ്യമല്ല. ഉരുളുന്ന വസ്തുവിന്റെ വേഗത കൂടുകയോ അല്ലെങ്കിൽ കുറയുകയോ ചെയ്യുമ്പോൾ



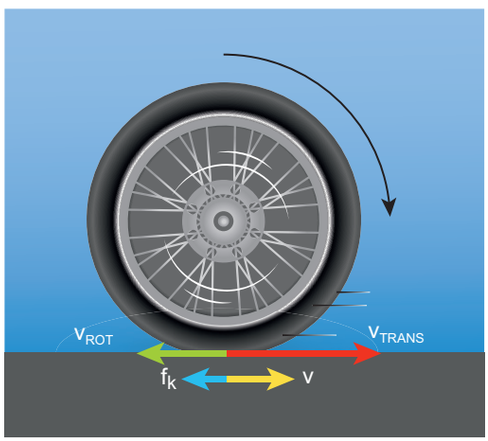
അത്യാധുനിക യന്ത്രങ്ങൾ നിലവിലില്ലാതിരുന്നപ്പോൾ പരമ്പരാഗത ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഉയർന്ന അയനചലനം പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന സമഗ്രചക്രങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയിരുന്നത്

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 253 21-07-2022 18:01:35

ത്വരണം ത്വരിതപ്പെടുകയോ, മന്ദീഭവിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഇത് വേഗത്തിൽ സംഭവിക്കുമ്പോൾ ഉരുളുന്ന വസ്തു തെന്നുകയോ വഴുതുകയോ ചെയ്യുന്നു.

തെന്നൽ ചലനം

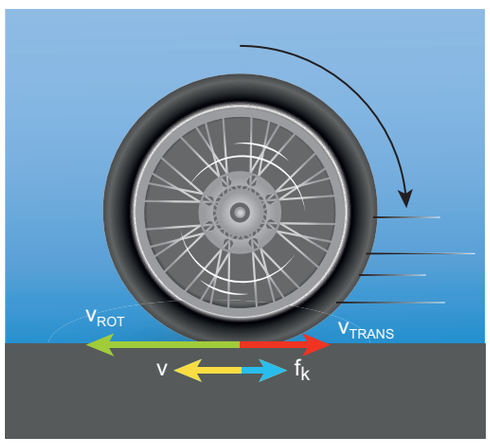
$v_{CM} > R\omega$ (അഥവാ $v_{രേഖീയം} > v_{വർത്തുളം}$) എന്നത് തെന്നുന്നതിനുള്ള നിബന്ധനയാകുന്നു. ഇവിടെ ഭ്രമണ ചലനത്തെക്കാൾ രേഖീയ ചലനം കൂടുതലാണ് ഇപ്രകാരം വാഹനം പെട്ടെന്ന് ബ്രേക്ക് പ്രയോഗിക്കുമ്പോഴോ അല്ലെങ്കിൽ ഒരു വഴുതുന്ന പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോഴോ ഇത്തരം തെന്നലുകൾ സാധ്യമാകുന്നു. ഈ സാഹചര്യത്തിൽ സ്പർശന ബിന്ദുവിൽ $v_{വർത്തുളം}$. നെക്കാൾ $v_{രേഖീയം}$ കൂടുതലായിരിക്കും. അതിനാൽ ഇതിന്റെ പരിണിത പ്രവേഗം മുന്നോട്ടുള്ള ദിശയിൽ ചിത്രം 5.35 ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ ആയിരിക്കും. ഗതിക ഘർഷണ ബലം (f_k) ആപേക്ഷിക ചലനത്തെ എതിർക്കുന്നു. ആയതിനാൽ ഈ ബലം ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിനു വിപരീതദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഈ ഘർഷണ ബലം രേഖീയ പ്രവേഗത്തെ കുറയ്ക്കുകയും തൻമൂലം വസ്തു പൂർണ്ണ ഉരുളലിനു സജ്ജമാകുന്നതുവരെ ഭ്രമണ പ്രവേഗത്തെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം തെന്നലിനെ മുന്നോട്ടുള്ള തെന്നൽ എന്നും പറയാം.



ചിത്രം 5.35 വഴുതൽ

വഴുതൽ ചലനം

വഴുതൽ എന്നത് $v_{ദ്രവ്യമാനകേന്ദ്രം} < R\omega$ (അല്ലെങ്കിൽ $v_{രേഖീയം} < v_{വർത്തുളം}$). എന്ന നിബന്ധന പ്രകാരം സംഭവിക്കുന്നു. ഇവിടെ രേഖീയ ചലനത്തെക്കാളും ഭ്രമണ ചലനം കൂടുതലായിരിക്കും. ഈ രീതിയിൽ ചലിക്കുന്ന വാഹനം നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്നും പെട്ടെന്ന് ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുമ്പോഴോ അല്ലെങ്കിൽ വാഹനം മണ്ണിൽ പുതയുമ്പോഴോ ഇത്തരം ചലനങ്ങൾ നടക്കുന്നു. ഇവിടെ $v_{രേഖീയം}$ നെക്കാൾ $v_{വർത്തുളം}$ കൂടുതലായിരിക്കും. അതിനാൽ പരിണിത പ്രവേഗം പിന്നിലോട്ടുള്ള ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു. ചിത്രം5.36. ൽകാണിച്ചിട്ടുണ്ട്. ചലനാത്മക ഘർഷണ ബലം (f_k) ആപേക്ഷിക ചലനത്തെ എതിർക്കുന്നു. അതിനാൽ ഇത് ആപേക്ഷിക പ്രവേഗത്തിനു വിപരീത ദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഈ ഘർഷണ ബലം ഭ്രമണ പ്രവേഗത്തെ വസ്തു പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ എത്തുതു വരെ രേഖീയ പ്രവേഗത്തെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. ഈ രീതിയിലുള്ള വഴുതലിനെ പിന്നിലോട്ടുള്ള വഴുതൽ എന്നു പറയാം.



ചിത്രം 5.36 വഴുതൽ

NGF7T

ഉദാഹരണം 5.21

ഒരു ഉരുളുന്ന ചക്രത്തിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം 5 $m\,s^{-1}$ പ്രവേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്നു. ആരം 1.5 m കോണീയ പ്രവേഗം 3 $rad\ s^{-1}$ എങ്കിൽ ഈ ചക്രത്തിൽ പൂർണ്ണ ഉരുളൽ നടക്കുന്നുണ്ടോ എന്നു പരിശോധിക്കുക.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 254 21-07-2022 18:01:35

ഉത്തരം

രേഖീയ പ്രവേഗം(v_{TRANS}) അല്ലെങ്കിൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം, $v_{CM} = 5\ m\ s^{-1}$

ആരം, $R = 1.5\ m$ കൂടാതെ കോണീയ പ്രവേഗം, $\omega = 3\ rad\ s^{-1}$

ഭ്രമണ പ്രവേഗം, $v_{ROT} = R\omega$

$$v_{ROT} = 1.5 \times 3$$

$$v_{ROT} = 4.5\ m\ s^{-1}$$

അതിനാൽ $v_{CM} > R\omega$ (അഥവാ) $v_{TRANS} > R\omega$, ഈ ചലനം പൂർണ്ണ ഉരുളൽ അല്ല പകരം തെന്നുന്നതിനാലുള്ള ചലനമാണ്.

5.6.3 പൂർണ്ണ ഉരുളലിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഗതികോർജ്ജം

വഴുക്കലില്ലാത്ത ഉരുളൽ ചലനം, സ്ഥാനമാറ്റം കൂടാതെ ഉള്ള ഭ്രമണ ചലനം എന്നിവ യോജിച്ച ചലന മാകുന്നതിനാൽ ആകെ ഗതികോർജ്ജത്തെ സ്ഥാനാന്തരണഗതികോർജ്ജം (KE_{TRANS}) ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജം (KE_{ROT}) എന്നിവയുടെ സങ്കലന മായി എഴുതാം.

$$KE = KE_{TRANS} + KE_{ROT} \qquad (5.56)$$

ഉരുളുന്ന വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം M, ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം v_{CM}, അതിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി I_{CM} ഉം കോണീയ പ്രവേഗം ω, യും ആയാൽ

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}I_{CM}\omega^2 \qquad (5.57)$$

ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആധാരമാക്കി:
ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി ഉരുളുന്ന വസ്തുവിന്റെ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ $I_{CM} = MK^2$ കൂടാതെ $v_{CM} = R\omega$ ഇവിടെ, K എന്നത് ഭ്രമണ വ്യാസാർത്ഥം (ആരമീക ഭ്രമണം).

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}\left(MK^2\right)\frac{v_{CM}^2}{R^2}$$

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(\frac{K^2}{R^2}\right) \qquad (5.58)$$

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(1 + \frac{K^2}{R^2}\right) \qquad (5.59)$$

തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിലെ സ്പർശ ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി:
ഉരുളുന്ന സമയത്ത് തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിലെ സ്പർശ ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി ഉണ്ടാകുന്ന തൽക്ഷണ ഭ്രമണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ സമീകരണം കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണ് സ്പർശ ബിന്ദുവിനെ O, എന്നു കുറിച്ചാൽ,

$$KE = \frac{1}{2}I_o\omega^2$$

ഇവിടെ, I_o എന്നത് സ്പർശബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ആകുന്നു. സമാന്തര അക്ഷ സിദ്ധാന്തം അനുസരിച്ച്, $I_o = I_{CM} + MR^2$. ഇവിടെ, $I_o = MK^2 + MR^2$.

എന്നും എഴുതാം $v_{CM} = R\omega$ കൂടാതെ $\omega = \frac{v_{CM}}{R}$

$$KE = \frac{1}{2}\left(MK^2 + MR^2\right)\frac{v_{CM}^2}{R^2}$$

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(1 + \frac{K^2}{R^2}\right) \qquad (5.60)$$

സമീകരണങ്ങൾ 5.59, 5.60 ഇവ രണ്ടും സമം അതിനാൽ വഴുതൽ ഇല്ലാത്ത ഉരുളലിന്റെ

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 255 21-07-2022 18:01:38

പ്രശ്നങ്ങളുടെ വ്യാഖ്യാനങ്ങളെ താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ഏതെങ്കിലും അവസ്ഥ മുഖേന തീരുമാനിക്കാം.

(i) ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി സ്ഥാനമാറ്റം കൂടാതെ ഭ്രമണ ചലനത്തോടൊപ്പമുള്ള അവസ്ഥ

(ii) സ്പർശബിന്ദുവിലെ തൽക്ഷണ ഭ്രമണത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ അവസ്ഥ.

ഉദാഹരണം 5.22

ഒരു ദൃഢഗോളം പൂർണ്ണമായി ഉരുളലിനു വിധേയമായാൽ അതിന്റെ രേഖീയ ഗതികോർജ്ജത്തിനും ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജത്തിനും ഇടയിലുള്ള അനുപാതം കാണുക?

ഉത്തരം

പൂർണ്ണമായ ഉരുളലിൽ ആകെ ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ സമീകരണം,

$$KE = KE_{TRANS} + KE_{ROT}$$

സമീകരണം 5.58, 5.59 ഇവയിൽ നിന്നും ആകെ ഗതികോർജ്ജത്തിന്റെ വില എന്നത്,

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(\frac{K^2}{R^2}\right)$$

$$KE = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)$$

അതിനാൽ,

$$\frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right) = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}Mv_{CM}^2\left(\frac{K^2}{R^2}\right)$$

മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള സമീകരണത്തിൽ നിന്നും പൂർണ്ണ ഉരുളലിന്റെ ആകെ ഗതികോർജ്ജം ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജത്തിനും രേഖീയ ഗതികോർജ്ജത്തിനും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം എന്നത്,

$$KE : KE_{TRANS} : KE_{ROT} :: \left(1+\frac{K^2}{R^2}\right) : 1 : \left(\frac{K^2}{R^2}\right)$$

ഇപ്പോൾ, $KE_{TRANS} : KE_{ROT} :: 1 : \left(\frac{K^2}{R^2}\right)$

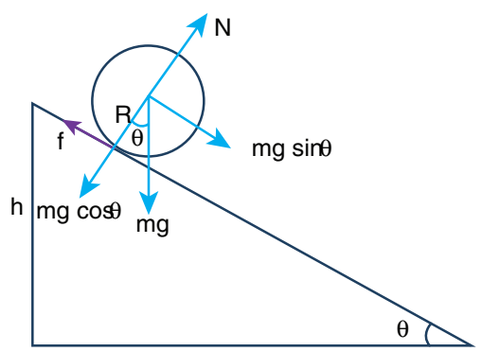
ഖരഗോളത്തിന്, $\frac{K^2}{R^2} = \frac{2}{5}$

അതിനാൽ, $KE_{TRANS} : KE_{ROT} :: 1 : \frac{2}{5}$ അഥവാ

$$KE_{TRANS} : KE_{ROT} :: 5 : 2$$

5.6.4 ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലുണ്ടാകുന്ന ഉരുളൽ ചലനം

ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ ദ്രവ്യമാനം m ആരം R ഉള്ള വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഒരു വസ്തു വഴുതാതെ താഴേക്കു ഉരുളുന്നതായി ചിത്രം 5.37. ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ കണക്കാക്കുക. ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ വസ്തുവിനു മുകളിൽ രണ്ടു ബലങ്ങൾ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അതിൽ ഒന്ന് ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന്റെ ഘടകം ($mg\sin\theta$) മറ്റൊന്ന് സ്ഥിതി ഘർഷണ ബലം (f) ആകുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന്റെ മറ്റൊരു ഘടകം ($mg\cos\theta$) എന്നത് പ്രതലത്തിന് ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ലംബ ബലത്താൽ നിഷ്ക്രിയമാക്കപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 5.37 ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിലുണ്ടാകുന്ന ഉരുളൽ ചലനം

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 256 21-07-2022 18:01:40

$mg\sin\theta$ എന്നത് രേഖീയ ചലനത്തിനു സഹായമാകുന്നു. f എന്നത് എതിർബലമായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു,

$$mg\sin\theta - f = ma \qquad (5.61)$$

ഭ്രമണ ചലനത്തിൽ വസ്തുവിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി ആഘൂർണ്ണം കാണുക. $mg\sin\theta$ യുടെ ഘടകം ആഘൂർണ്ണത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നില്ല. എന്നാൽ ഘർഷണ ബലം f ആഘൂർണ്ണം Rf നെ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

$$Rf = I\alpha$$

$a = r\alpha$, $I = mK^2$, എന്ന ബന്ധങ്ങൾ അനുസരിച്ച്,

$$Rf = mK^2\frac{a}{R}; \quad f = ma\left(\frac{K^2}{R^2}\right)$$

(5.59) സമീകരണം,

$$mg\sin\theta - ma\left(\frac{K^2}{R^2}\right) = ma$$

$$mg\sin\theta = ma + ma\left(\frac{K^2}{R^2}\right)$$

$$a\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right) = g\sin\theta$$

സമീകരണത്തിൽ നിന്നും ത്വരണം,

$$a = \frac{g\sin\theta}{\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)} \qquad (5.62)$$

ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ ഉരുളുന്ന വസ്തുവിന്റെ അന്ത്യപ്രവേഗം ചലന സമീകരണങ്ങളുടെ മൂന്നാമത്തെ സമീകരണങ്ങളായ. $v^2 = u^2 + 2as$. മുഖേന കാണാം. വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് ഉരുളാൻ ആരംഭിക്കുമ്പോൾ ആരംഭ പ്രവേഗം, $u = 0$. ആകുന്നു. ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ ലംബ ഉയരം h എന്നിരിക്കട്ടെ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ നീളം s എന്നത്, $s = \frac{h}{\sin\theta}$

$$v^2 = 2\frac{g\sin\theta}{\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}\left(\frac{h}{\sin\theta}\right) = \frac{2gh}{\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}$$

രണ്ടു വശവും വർഗ്ഗമൂലം കാണുകയാണെങ്കിൽ,

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}} \qquad (5.63)$$

ഉരുളുന്ന വസ്തു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ താഴോട്ട് ചലിക്കുകയാണെങ്കിൽ (അടിഭാഗത്തിൽ എത്താൻ) എടുക്കുന്ന സമയത്തെ ചലന സമീകരണത്തിൽ ആദ്യസമീകരണമായ, $v = u + at$. ഉപയോഗിച്ച് എഴുതാം. വസ്തു നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് ഉരുളാൻ തുടങ്ങുമ്പോൾ, $u = 0$. എങ്കിൽ,

$$t = \frac{v}{a}$$

$$t = \left(\sqrt{\frac{2gh}{\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}}\right)\left(\frac{\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}{g\sin\theta}\right)$$

$$t = \sqrt{\frac{2h\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}{g\sin^2\theta}} \qquad (5.64)$$

ഈ സമീകരണം മുഖേന നാം മനസ്സിലാക്കുന്നതെന്തെന്നാൽ തന്നിട്ടുള്ള ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ വളരെ കുറഞ്ഞ ഭ്രമണ വ്യാസാർത്ഥം (റേഡിയസ് ഓഫ് ഗൈറേഷൻ) ഉള്ള ഉരുളുന്ന വസ്തു ആദ്യം താഴെ എത്തിച്ചേരും എന്നതാണ്.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 257 21-07-2022 18:01:43

ഉദാഹരണം 5.23

നാല് വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വസ്തുക്കളായ വളയം, ഡിസ്ക്ക്, പൊള്ളയായ ഗോളം കൂടാതെ ഖര ഗോളം എന്നിവ R എന്ന തുല്യ വ്യാസാർദ്ധത്തിൽ ഒരേ സമയത്തിൽ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ ഉരുളാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഏതു വസ്തു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തിൽ ആദ്യം വന്നെത്തും എന്നതിനെ കാണുക.

ഉത്തരം

വളയം, ഡിസ്ക്, പൊള്ളയായ ഗോളം കൂടാതെ ഖരഗോളം എന്നീ നാലു വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെയും ഭ്രമണ ആരങ്ങൾ K എന്നത്

R, $\sqrt{\frac{1}{2}}$R, $\sqrt{\frac{2}{3}}$R, $\sqrt{\frac{2}{5}}$R (പട്ടിക (5.3) അനുസരിച്ച്). ഇതിന്റെ സംഖ്യവിലകൾ യഥാക്രമം 1R, 0.707R, 0.816R, 0.632R . ആകുന്നു.

$$t = \sqrt{\frac{2h\left(1+\frac{K^2}{R^2}\right)}{g\sin^2\theta}}$$

ഭ്രമണ വ്യാസാർദ്ധം കുറവായിട്ടുള്ള വസ്തുക്കൾ അടിഭാഗത്തിലെത്താൻ കുറച്ചു സമയമേ എടുക്കുകയുള്ളൂ. ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിൽ വസ്തുക്കൾ വന്നെത്തുന്ന ക്രമം ആദ്യം ഖരഗോളം രണ്ടാമത് ഡിസ്ക് മൂന്നാമത് പൊള്ളയായ ഗോളം നാലാമത് വളയം എന്നിങ്ങനെ ആകുന്നു.

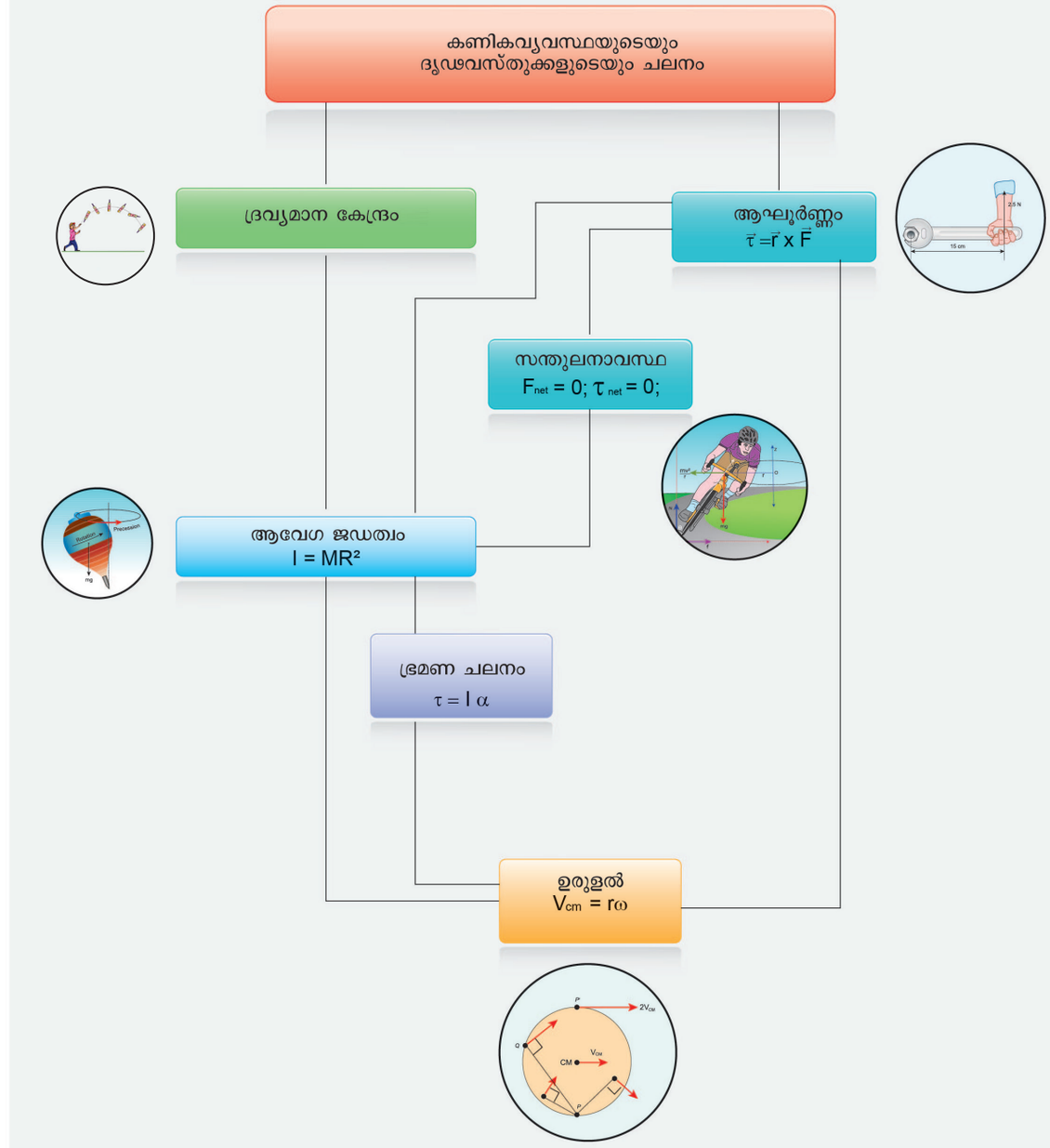


സംഗ്രഹം

- കണങ്ങൾക്ക് ഇടയിലുള്ള ദൂരം സ്ഥിരമായി ഇരിക്കുമ്പോൾ അത് ദൃഢവസ്തു എന്നു കരുതപ്പെടുന്നു.
- ക്രമമായ ആകൃതിയിലുള്ള വസ്തുക്കളിൽ ദ്രവ്യമാനം ക്രമമായി വ്യാപിച്ചിരുന്നാൽ ദ്രവ്യമുനകേന്ദ്രം ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രത്തിൽ തന്നെയായിരിക്കും.
- ആകെ ആഘൂർണ്ണം ഏതൊരു വസ്തുവിനെയും ഭ്രമണ ചലനത്തിലോട്ട് നയിക്കും.
- ഒരു ഖര വസ്തു സ്ഥാനമാറ്റ സന്തുലനാവസ്ഥയിൽ ആകണമെങ്കിൽ അതിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ആകെ.
- ബാഹ്യബലത്തിന്റെ വില പൂജ്യം ആയിരിക്കണം. അതുപോലെ ഭ്രമണസന്തുലനാവസ്ഥയിൽ കണമെങ്കിൽ അതിൽ ആകെ ആഘൂർണ്ണവും പൂജ്യമായിരിക്കണം.
- ഒരു വലിച്ചു നീട്ടപ്പെട്ട വസ്തുവിന്റെ ഗുരുത്വകേന്ദ്രം എന്നത് ഗുരുത്വആഘൂർണ്ണത്തിന്റെ മൂല്യം പൂജ്യം ആകുന്ന ബിന്ദുവിൽ ആയിരിക്കും.
- വസ്തുവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബാഹ്യ ആഘൂർണ്ണം പൂജ്യം ആണെങ്കിൽ ചുഴലുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയ കോണീയ സംവേഗത്തിന്റെ ഘടകം സ്ഥിരാംഗമായിരിക്കും.
- എല്ലാ സ്ഥാന ചലന അളവുകൾക്കും തുല്യമായ ഭ്രമണ ചലന അളവുകൾ ഉണ്ട്.
- ഉരുളൽ ചലനം എന്നത് സ്ഥാനമാറ്റം ഭ്രമണം ഇവ ചേർന്ന ചലനമാകുന്നു.
- ഉരുളൽ എന്നത് തിരശ്ചീന പ്രതലത്തെ തൊടുന്ന ബിന്ദുവിന്റെ തൽക്ഷണ ഭ്രമണമായി കരുതാം.
- പൂർണ്ണമായ ഉരുളലിൽ ആകെ ഗതികോർജ്ജം എന്നത് സ്ഥാനാന്തരഗതികോർജ്ജം കൂടാതെ ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജം എന്നിവയുടെ സങ്കലമാകുന്നു.
- വഴുതുമ്പോൾ ഭ്രമണ ചലനത്തെക്കാളും സ്ഥാനാന്തര ചലനം കൂടുതലായിരിക്കും
- വഴുതുമ്പോൾ ഭ്രമണ ചലനം സ്ഥാനാന്തര ചലനത്തേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 258 21-07-2022 18:01:44

ആശയ ഭൂപടം



XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 259 21-07-2022 18:01:44

മൂല്യനിർണ്ണയം

I. ശരിയായ ഉത്തരം തിരഞ്ഞെടുത്തെഴുതുക

1. കണങ്ങളുടെ വ്യവസ്ഥയിൽ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം ആശ്രയിക്കാതിരിക്കുന്നത്,

(a) കണങ്ങളുടെ നില

(b) കണങ്ങൾക്കിടയിലെ ദൂരം

(c) കണങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാനം

(d) കണങ്ങളിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ബലം

[AIPMT 1997, AIEEE 2004]

2. കപ്പിൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത്,

(a) പൂർണ്ണഭ്രമണം

(b) പൂർണ്ണ സ്ഥാനാന്തരം

(c) ഭ്രമണവും സ്ഥാനാന്തരവും

(d) നിശ്ചലാവസ്ഥ

[AIPMT 1997]

3. കണം സ്ഥിരപ്രവേഗത്തിൽ അക്ഷത്തിനു സമാനമായ നേർരേഖയിൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നാൽ മൂലബിന്ദുവിനെ ആശ്രയിച്ച് അതിനെ കോണീയ സംവേഗ അളവ് എന്നത്,

(a) പൂജ്യം

(b) x നെ ആസ്പദമാക്കി കൂടുന്നു

(c) x നെ ആസ്പദമാക്കി കുറയുന്നു

(d) സ്ഥിരസംഖ്യയായിരിക്കും

[IIT 2002]

4. 3 kg ദ്രവ്യമാനവും 40 cm ആരവും ഉള്ള അകം പൊള്ളയായ സിലിണ്ടറിനു മുകളിൽ ഒരു കയർ ചുറ്റിയിട്ടുണ്ട് കയറിനെ 30 N ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ സിലിണ്ടറിന്റെ കോണീയ ത്വരണം കാണുക?

(a) 0.25 റേഡിയൻ s^{-2} (b) 25 റേഡിയൻ s^{-2}

(c) 5 m s^{-2} (d) 25 m s^{-2}.

[NEET 2017]

5. ഒരു അടപ്പുള്ള സിലിണ്ടറാകൃതിയിലുള്ള പാത്രത്തിന്റെ പകുതി ഭാഗം ജലം നിറച്ചിട്ടുണ്ട് ബലത്തിനു ലംബമായി ഒരു ദ്വിസമഭാജി വഴി ചെല്ലുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി സിലിണ്ടർ തിരശ്ചീനമായി ചുറ്റുമ്പോൾ അതിന്റെ ആവേഗ ജഡത്വം,

(a) കൂടുന്നു (b) കുറയുന്നു

(c) മാറുന്നില്ല

(d) ചുറ്റുന്ന ദിശയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

[IIT 1998]

6. ഒരു ഖരവസ്തു L കോണീയ ആവേഗത്തിൽ ചുഴലുന്നു. ഇതിന്റെ ഗതികോർജ്ജം പാതിയായാൽ കോണീയ ആവേഗം,

(a) L (b) L/2

(c) **2L** (d) $L/\sqrt{2}$

[AFMC 1998, AIPMT 2015]

7. ഒരു കണം ക്രമമായ വൃത്താകാര ചലനത്തിനു വിധേയമാകുന്നു കണത്തിന്റെ കോണീയ ആവേഗം ഏതിനനുസരിച്ച് സംരക്ഷിക്കുന്നു,

(a) വൃത്തത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തെ.

(b) വൃത്ത പരിധിയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിൽ.

(c) വൃത്തത്തിനുള്ളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിൽ.

(d) വൃത്തത്തിനു വെളിയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒരു ബിന്ദുവിൽ.

[IIT 2003]

8. സ്ഥിരമായ ഒരു ബിന്ദുവിനെ ആസ്പദമാക്കി ഒരു ദ്രവ്യമാനം ഒരു പ്രതലത്തിൽ ചുഴലുമ്പോൾ അതിന്റെ കോണീയ ആവേഗത്തിന്റെ ദിശ,

(a) ചുഴലുന്ന പ്രതലത്തിന് ലംബമായ ദിശയിൽ പോകുന്ന രേഖയിലൂടെ ആയിരിക്കും

(b) ചുഴലുന്ന പ്രതലത്തിന് 45° കോണത്തിൽ പോകുന്ന രേഖയിലായിരിക്കും

(c) ആരത്തിലൂടെ ആയിരിക്കും

(d) പാതയുടെ സ്പർശരേഖ ദിശയിലൂടെ ആയിരിക്കും

[AIPMT 2012]

9. സമമായ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയിലുള്ള വട്ടത്തട്ടുകൾ കേന്ദ്രം വഴിയേ വട്ടത്തട്ടുകളുടെ പ്രതലത്തിന് ലംബമായി പോകുന്നു. അക്ഷത്തെ ആശ്രയിച്ച് ω_1 കൂടാതെ ω_2. എന്ന

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 260 21-07-2022 18:01:44

കോണീയ പ്രവേഗങ്ങളിലൂടെ ചുഴലുന്നു. ഈ രണ്ടു വട്ടത്തകിടുകളുടെ അക്ഷങ്ങളെ ഭ്രമണ അക്ഷത്തോട് യോജിക്കത്തക്ക രീതിയിൽ അവ ഒന്നിനോടൊന്ന് അഭിമുഖീകരിക്കാത്ത വിധത്തിൽ കൊണ്ടു വരുന്നു. ഇതിനാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജ നഷ്ടത്തിന്റെ സൂത്രം,

(a) $\frac{1}{4}I(\omega_1-\omega_2)^2$ (b) $I(\omega_1-\omega_2)^2$

(c) $\frac{1}{8}I(\omega_1-\omega_2)^2$ (d) $\frac{1}{2}I(\omega_1-\omega_2)^2$

[NEET 2017]

10. I_a മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ ഉള്ള ഒരു വട്ടത്തകിട് സ്ഥിര കോണീയ പ്രവേഗം ω യോടു കൂടി തിരശ്ചീനമായ തലത്തിൽ സമക്രമമായ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി ചുഴലുന്നു I_b മൊമന്റു ഓഫ് ഇനർഷ്യമുള്ള മറ്റൊരു വട്ടത്തകിടിനെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ നിന്നും ആദ്യത്തെ വട്ടത്തകിടിനു മുകളിൽ അതേ അക്ഷത്തിൽ ചുഴറ്റാൻ വിടുന്നു. എങ്കിൽ ഈ രണ്ടു വട്ടത്തകിടുകളും ഒരേ സ്ഥിരമായ കോണീയ പ്രവേഗം ω യോടു കൂടി ചുഴലും ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഘർഷണത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഗതികോർജ നഷ്ടം

(a) $\frac{1}{2}\frac{I_b^{\,2}}{(I_a+I_b)}\omega^2$

(b) $\frac{I_b^{\,2}}{(I_a+I_b)}\omega^2$

(c) $\frac{(I_b-I_a)^2}{(I_a+I_b)}\omega^2$

(d) $\frac{1}{2}\frac{I_bI_b}{(I_a+I_b)}\omega^2$ [AIPMT 2001]

11. m ദ്രവ്യമാനവും R ആരവും ഉള്ള ഒരു ഘനഗോളം θ കോണമുള്ള ഒരു ചരിവുതലത്തിൽ താഴോട്ട് പതിക്കുകയാണെങ്കിൽ തെന്നാതെ ചുരുളുമ്പോഴും ഉരുളാതെ തെന്നുമ്പോഴും ഉള്ള ത്വരണങ്ങളുടെ അനുപാതം എന്നത്,

(a) 5:7 (b)2:3 (c) 2:5 (d) 7:5

[AIPMT 2014]

12. R ആരവും M, ദ്രവ്യമാനവുമുള്ള ഒരു വട്ടത്തകിടിൽ നിന്നും R, വ്യാസമുള്ള ഒരു വട്ടത്തകിട് കേന്ദ്രത്തെ ആസ്പദമാക്കി വെട്ടിയെടുത്താൽ ബാക്കിഭാഗത്തിന്റെ പ്രതലത്തിന് ലംബമായ അക്ഷത്തിലുള്ള മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ എന്നത്

(a) $15MR^2/32$ (b) $13MR^2/32$

(c) $11MR^2/32$ (d) $9MR^2/32$

[NEET 2016]

13. ഒരു ഘനഗോളം h ലംബ ഉയരമുള്ള ഒരു ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തിന്റെ മുകളിൽ ഇരിക്കുന്നു. അത് തെന്നാതെ താഴോട്ട് ഉരുളുകയാണെങ്കിൽ ചരിഞ്ഞ പ്രതലത്തെ കടക്കുമ്പോഴുള്ള വേഗം എന്നത്,

(a) $\sqrt{\frac{4}{3}gh}$ (b) $\sqrt{\frac{10}{7}gh}$

(c) $\sqrt{2gh}$ (d) $\sqrt{\frac{1}{2}gh}$

14. തിരശ്ചീന തലത്തിൽ ഉരുളുന്ന ചക്രം ഒന്നിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലെ വേഗം v_o ചക്രത്തിന്റെ പരിധിയിൽ കേന്ദ്രബിന്ദുവിനു സമാന്തരമായി, ഉയരത്തിൽ ഉള്ള ബിന്ദു ഒന്നിന്റെ ചലന സമയത്തുള്ള വേഗം എന്നത്,

(a) പൂജ്യം (b) v_o

(c) $\sqrt{2}\,v_o$ (d) $2v_o$

[PMT 1992, PMT 2003, IIT 2004]

15. M ദ്രവ്യമാനവും R ആരവുമുള്ള ഒരു വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വസ്തു തെന്നാതെ ഒരു ചരിവു പ്രതലത്തിൽ താഴോട്ട് ഉരുളുന്നു. അത് ഉരുളുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഘർഷണ ബലം എന്നത്,

(a) ഗതികോർജ്ജത്തെ താപോർജ്ജമായി മാറ്റും.

(b)ഭ്രമണ ചലനത്തെ കുറയ്ക്കും.

(c) ഭ്രമണ ചലനത്തെ കുറയ്ക്കും

(d) സ്ഥാനാന്തര ഊർജ്ജത്തെ ഭ്രമണ ഊർജ്ജമായി മാറും [PMT 2005]

ഉത്തരങ്ങൾ:

1) d	2) a	3) d	4) b
5) a	6) d	7) a	8) a
9) a	10) d	11) a	12) b
13) a	14) c	15) d	

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 261 21-07-2022 18:01:47

II. ഹ്രസ്വ ചോദ്യ ഉത്തരങ്ങൾ

1. ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം നിർവ്വചിക്കുക.
2. താഴെ തന്നിട്ടുള്ള ജ്യാമിതീയ രൂപങ്ങളുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തെ കാണുക.
   a) സമഭുജ ത്രികോണം
   b) സിലിണ്ടർ c) ചതുരം
3. ആഘൂർണ്ണം നിർവ്വചിക്കുക അതിന്റെ മാത്ര യെന്ത്.
4. ആഘൂർണ്ണത്തിനെ ഉണ്ടാക്കാത്ത ബലങ്ങൾ ക്കായുള്ള നിബന്ധന എഴുതുക?
5. ദൈനംദിനജീവിതത്തിൽആഘൂർണ്ണംപ്രയോ ജനപ്പെടുത്തുന്ന ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ എഴു തുക.
6. ആഘൂർണ്ണത്തിനും കോണീയ സംവേഗത്തി നും ഇടയ്ക്കുള്ള ബന്ധം എഴുതുക?
7. സന്തുലനാവസ്ഥ എന്നാലെന്ത്?
8. ദൃഢ കൂടാതെ ദൃഢതയില്ലാത്ത സന്തുലനാവ സ്ഥയെ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെടുത്താം?
9. കപ്പിൾ നിർവ്വചിക്കുക.
10. മെമെന്റിന്റെ തത്വത്തെ എഴുതുക.
11. ഗുരുത്വകേന്ദ്രത്തെ നിർവ്വചിക്കുക.
12. മൊമെന്റ് ആഫ് ഇനർഷ്യയുടെ ഏതെങ്കിലും പ്രധാന അംഗങ്ങൾ രണ്ടെണ്ണം എഴുതുക
13. ഗൈറേഷൻ ദൂരം എന്നാലെന്ത്?
14. കോണീയ സംവേഗ സംരക്ഷണ നിയമത്തെ എഴുതുക.
15. (i) ദ്രവ്യമാനം (ii) ബലം എന്ന ഭൗതീക അളവുകൾക്കു സമാനമായ ഭ്രമണ ചലന അളവുകൾ ഏതെല്ലാം?
16. ശുദ്ധമായ റോളിത്തീനു ആവശ്യമായ നിബ ന്ധന എഴുതുക?
17. ചരുക്കലിനും, വഴുക്കലിനും ഉള്ള വ്യത്യാസ ങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?

III. വിശദ ഉത്തര ചോദ്യങ്ങൾ

1. സന്തുലനാവസ്ഥയുടെ വഗഭേദങ്ങളെ ഉചിത മായ ഉദാഹരണങ്ങളോടു കൂടി വിശദീകരി ക്കുക.
2. കൃത്യതയില്ലാത്ത രൂപമുള്ള വസ്തുക്കളെ ദ്രവ്യമാനം കാണുന്ന രീതിയെ വിശദീക രിക്കുക.
3. സൈക്കിൾ ഓടിക്കുന്ന വ്യക്തി വളഞ്ഞപാത യിൽകടക്കാൻശ്രമിക്കുമ്പോൾചായുന്നതിനാ യുള്ള കാരണമെന്ത്? തന്നിട്ടുള്ള പ്രവേഗ ത്തിനു സൈക്കിൾ ഓട്ടുന്നയാൾ ചായുന്ന കോണിന്റെ സമീകരണം കൊണ്ടു വരുക.
4. ഒരു ദണ്ഡിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലൂടെയും ദണ്ഡിനു ലംബമായും പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പ ദമാക്കി മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ അഥവാ ആവേഗ ജഡത്വത്തിനുള്ള സമീകരണം കണ്ടുപിടിക്കുക.
5. ഏകസമാന വളയത്തിന്റെ കേന്ദ്രം വഴി പോകു ന്നതും വളയത്തിനു ലംബമായും ഉള്ള അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ആവേഗ ജഡത്വ സമീകരണം കണ്ടുപിടിക്കുക.
6. ഏകസമാന ഡിസ്ക്കിന്റെ കേന്ദ്രം വഴി പോകു ന്നതും തലത്തിനു ലംബമായതുമായ അക്ഷ ത്തെ ആസ്പദമാക്കി ആവേഗ ജഡത്വം കണ്ടു പിടിക്കുക.
7. കോണീയ സംവേഗ സംരക്ഷണ നിയമത്തെ ഉചിതമായ ഉദാഹരണങ്ങളോടു കൂടി വിശദീ കരിക്കുക.
8. സമാന്തര അക്ഷ സിദ്ധാന്തത്തെ നിർവ്വചിച്ച് തെളിയിക്കുക.
9. ലംബ അക്ഷ സിദ്ധാന്തത്തെ നിർവ്വചിച്ച് തെളി യിക്കുക.
10. ചരിഞ്ഞ തലത്തിൽ ഉള്ള ഉരുളൽ ചലന ത്തെ വിവരിക്കുക കൂടാതെ അതിന്റെ ത്വരണ സമീകരണം കണ്ടുപിടിക്കുക.

IV. സംഖ്യാതര പ്രശ്നങ്ങൾ

1. 100ഗ്രാംദ്രവ്യമാനമുള്ള ഏകസമാന ഡിസ്കി ന്റെ വ്യാസം 10 സെ.മീ തിരശ്ചീന മേശയുടെ മുകളിൽ 20 cms^{-1} പ്രവേഗത്തോടെ ഉരുളു മ്പോൾ അതിന്റെ ആകെ ഊർജ്ജത്തെ കണ ക്കാക്കുക **ഉത്തരം:** 0.1028 J
2. 5 മാത്ര ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു കണം $v = 3\sqrt{2}$ മാത്രകൾ ഏകസമാന പ്രവേഗത്തോടെ XOY തലത്തിൽ $y = x + 4$ എന്ന സമീകരണമനു സരിച്ച് ചലിക്കുന്നു. ആ കണത്തിന്റെ കോണീയ സംവേഗത്തെ കാണുക.

ഉത്തരം: 60 മാത്രകൾ

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 262 21-07-2022 18:01:47

3. ഒരു ഫ്ളൈവീൽ ഏകസമാന കോണീയ ത്വരണത്തോടു കൂടി ചുഴലുന്നു. ഇതിന്റെ കോണീയ പ്രവേഗം 10 സെക്കന്റിൽ 20π rad/s ൽ നിന്നും 40π rad/s ആയിരുന്നു. എങ്കിൽ ചുറ്റലുകളുടെ എണ്ണം കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഉത്തരം: 150 ഭ്രമണങ്ങൾ

4. m ദ്രവ്യമാനവും ℓ നീളവും ഉള്ള ദണ്ഡ് അതിന്റെ ഒരു അഗ്രാം വഴി പോകുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി θ കോണത്തെ ഉാക്കുന്നു. ആ അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കി മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം: $\frac{1}{3}M\ell^2 \sin^2\theta$

5. പരസ്പരാകർഷണ ബലത്തിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലായിരിക്കുന്ന ദ്രവ്യമാനം യഥാക്രമം 1 കി.ഗ്രാം, 2 കി.ഗ്രാം ഉള്ള രണ്ട് കണികകളെ ഒരു പോലെ ചലിപ്പിക്കുന്നു. അവയുടെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രത്തിന്റെ പ്രവേഗം കണ്ടുപിടിക്കുക?

ഉത്തരം: പൂജ്യം

6. ഒരു ഹൈഡ്രജൻ സംയുക്തത്തിന്റെ ആവേഗ ജഡത്വം അതിന്റെ ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം വഴിയായും അണുക്കൾക്കിടയിലുള്ള അക്ഷത്തിനു ലംബമായും ചെല്ലുന്ന അക്ഷത്തെ ആസ്പദമാക്കികാണുക. ഹൈഡ്രജൻ അണുവിന്റെ ദ്രവ്യമാനം 1.7×10^{-27} kg അണുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ദൂരം 4×10^{-10}m എന്ന് കണക്കാക്കുക.

ഉത്തരം: 1.36×10^{-46} kg m^2

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 263 21-07-2022 18:01:47

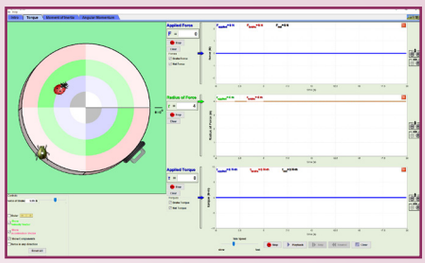
പരാമർശ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ

1. Michael Nelkon and Philip Parker, Advanced Level Physics, 7th Edition, CBS Publishers & Distributers Pvt. Ltd, (2006).
2. David Halliday, Robert Resnick and Jearl Walker,Fundamentals of Physics, 6th Edition, John Wiley & Sons Inc., (2004).
3. H.C. Verma,Concepts of Physics [Part 1], 1st Edition, BharathiBhawan Publishers & Distributers Pvt. Ltd., (2008).
4. Igor Irodov, Problems in General Physics, 3rd Edition, Mir Publishers, Mascow, (2006).
5. Roger A. Freedman, Hugh D. Young, Sears and Zemansky's University Physics: Mechanics, 12th Edition, Pearson, (2011).

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 264 21-07-2022 18:01:47

ICT കോർണർ
മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ

വൃത്താകാര വളയമാണോ അല്ലെങ്കിൽ വൃത്താകാര തകിടാണോ ചുറ്റുന്നതിനു പ്രയാസമുള്ളത്

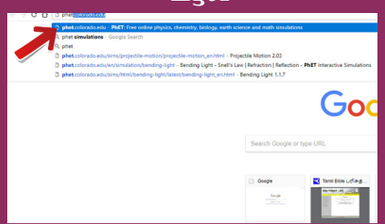


ഘട്ടങ്ങൾ:

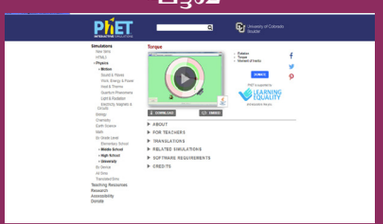
- കടക്കുക/താഴെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ലിങ്ക് അഥവാ URL കോഡിന്റെ സഹായത്തോടെ PhET അപ്ലിക്കേഷനിൽ പ്രവേശിക്കുക. ചിത്രത്തിൽ ക്ലിക്ക് ചെയ്യുക അല്ലെങ്കിൽ ഡൗൺലോഡ് ബട്ടൺ അമർത്തുക. ഒരു പ്രാവശ്യം ഡൗൺ ലോഡ് ചെയ്തതിനു ശേഷം ജാവാ അക്ലിക്കേഷനിൽ പ്രവേശിക്കുക.
- അടിസ്ഥാന ദ്രവ്യമാനം 0.1 kg ൽ ക്രമീകരിക്കുക ബാഹ്യ വ്യാസാർഥം 4 m. (ആന്തര വ്യാസർഥം = 0 ൽ സ്ഥാപിക്കുക). ഇപ്പോൾ വൃത്താകാര തകിട് കാണാൻ സാധിക്കും ഇപ്പോൾ 'GO' ബട്ടൺ അമർത്തിയാൽ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ ലഭിക്കുന്നു
- ദ്രവ്യമാനത്തിന്റെയും വ്യാസാർത്ഥത്തിന്റെയും മൂല്യം ക്രമീകരിച്ച് ഗ്രാഫിന്റെ മധ്യഭാഗത്തിൽ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ മാറുന്നതിനെ നിരീക്ഷിക്കുക.
- ആന്തരികവും ബാഹ്യവുമായ വ്യാസാർത്ഥത്തെ ഒരു പോലെ വയ്ക്കുക (R = r = 4 m എന്നിരിക്കട്ടെ.) കൂടാതെ ദ്രവ്യമാനം 0.1 kg. ഇപ്പോൾ നമുക്ക് വൃത്താകാര വളയം ലഭിക്കുന്നു. ഇപ്പോൾ 'go' ബട്ടൺ അമർത്തി കണക്കുകൂട്ടൽ ആരംഭിക്കുക.
- മധ്യഭാഗമുള്ള ഗ്രാഫിൽ നിന്നും മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർ്യ കണക്കാക്കുക. ഒരേ ദ്രവ്യമാനവും, വ്യാസാർഥവുമുള്ള വൃത്താകാര തകിടിന്റെയും വൃത്താകാര വളയത്തിന്റെയും മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ താരതമ്യം ചെയ്യുക.

സൂചന: താരതമ്യനേ മൊമെന്റ് ഓഫ് ഇനർഷ്യ കൂടുതലാണെങ്കിൽ അതിനെ ഭ്രമണ ദിശയിൽ ത്വരണികരിക്കാൻ പ്രയാസമാണ്.

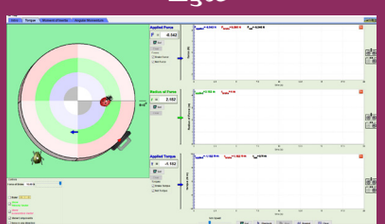
ഘട്ടം1



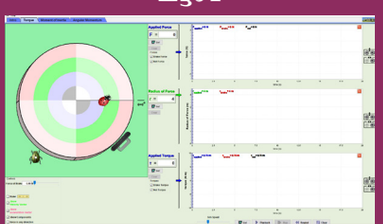
ഘട്ടം2



ഘട്ടം3



ഘട്ടം4



PhET സിമുലേഷൻസ് URL:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/torque

* ചിത്രങ്ങൾ സൂചകങ്ങൾ മാത്രമാണ്.

* ബ്രൗസർ ആവശ്യപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ പ്ലാഷ് പ്ലേയർ അനുവദിക്കുക അല്ലെങ്കിൽ പേജ് ലോഡ് ചെയ്യാൻ ജാവാ സ്ക്രിപ്റ്റ് ഉപയോഗിക്കുക.

PVTKN

XI Std Physics Chapter-5 Vol-1 Malayalam.indd 265 21-07-2022 18:01:48

അനുബന്ധം 1

പരിഹരിച്ച ഉദാഹരണം യൂണിറ്റ് -1

1. സമവാക്യം $[P+\frac{a}{V^2}][V-b]=RT$ യിൽ a, b എന്നിവയുടെ അളവുകൾ കണ്ടെത്തുക. ഇവിടെ P മർദ്ദവും,V വാതകത്തിന്റെ അളവുമാണ്.

നിർദ്ധാരണം:

ഏകാത്മക തത്വമനുസരിച്ച് a/V^2 മർദ്ദത്തിന്റെ അളവുകളും b വോളിയത്തിന്റെ അളവുകളുമാണ്.

$$[a] = [\text{മർദ്ദം}]\ [V^2] = [ML^{-1}T^{-2}]\ [L^6]$$
$$= [ML^5T^{-2}]$$
$$[b] = [V] = [L^3]$$

2. $(P^{-5/6}\rho^{1/2}E^{1/3})$ ൽ സമയത്തിന്റെ ഡൈമൻഷൻ കാണിക്കുക. ഇവിടെ P മർദ്ദവും, P സാന്ദ്രതയും, E ഒരു കുമിളയുടെ ഉർജ്ജവും ആകുന്നു.

നിർദ്ധാരണം:

മർദ്ദത്തിന്റെ അളവ് $= [ML^{-1}T^{-2}]$

സാന്ദ്രതയുടെ അളവ് $= [ML^{-3}]$

ഊജ്ജത്തിന്റെ അളവ് $= [ML^2T^{-2}]$

തന്നിരിക്കുന്ന സമവാക്യത്തിന് പകരമായി,

$$= [ML^{-1}T^{-2}]^{-5/6}[ML^{-3}]^{1/2}[ML^2T^{-2}]^{1/3}$$
$$= M^{-5/6+1/2+1/3}L^{5/6-3/2+2/3}T^{5/3-2/3}$$
$$= M^0L^0T^1 = [T]$$

3. ഊജ്ജം നീളം, സമയം എന്നിവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പിണ്ഡത്തിന്റെ അളവുകൾ കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

ഊർജ്ജം, ദൈർഘ്യം, സമയം എന്നിവയുടെ അളവുകൾ യഥാക്രമം $[E],[L],[T]$ ആയിരിക്കുന്നു.

ബലം = ദ്രവ്യമാനം x ത്വരണം

$$\text{ദ്രവ്യമാനം} = \frac{\text{ബലം}}{\text{ത്വരണം}}$$
$$= \frac{\text{ചെയ്യപ്പെട്ട പ്രവൃത്തി / ഊർജ്ജം}}{\text{ത്വരണം} \times \text{സ്ഥാനചലനം}}$$
$$[m] = \frac{\text{ഊർജ്ജം}}{[\text{ത്വരണം}]\ [\text{സ്ഥാനചലനം}]}$$
$$= \frac{[E]}{[LT^{-2}][L]} = \frac{[E]}{L^2T^{-2}} = [EL^{-2}T^2]$$

4. $Q = \frac{x^2y^3}{z^1}$.ഭൗതിക അളവ് Q, x,y,z അളവുകളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. x,y,z എന്നിവയിലെ

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 266 27-04-2022 13:20:00

ശതമാനം ആപേക്ഷിക പിശകുകൾ യഥാക്രമം 2%, 3%, 1% എന്നിവയാണ്. 2%, 3%, 1% യിലെ ശതമാന പിശക് കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

$Q = \frac{x^2 y^3}{z}$. എന്ന് കരുതുക

$\frac{\Delta x}{x} = 2\%$ $\frac{\Delta y}{y} = 3\%$ $\frac{\Delta z}{z} = 1\%$ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 2\left(\frac{\Delta x}{x}\right) + 3\left(\frac{\Delta y}{y}\right) + 1\left(\frac{\Delta z}{z}\right)$$

$$= 2(2\%) + 3\,(3\%) + 1(1\%)$$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 4\% + 9\% + 1\% = 14\%$$

5. ഒരു ശരീരത്തിന്റെ പിണ്ഡവും അളവും യഥാക്രമം $4 \pm .03$ kg, $5 \pm .01$ m^3 ആണെന്ന് കണ്ടെത്തി, സാന്ദ്രതയിൽ സാധ്യമായ പരമാവധി ശതമാന പിശക് കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

മാസ്സ് $m = 4 \pm 0.03$ kg $(m + \Delta m)$

വ്യാപ്തം $V = 5 \pm .01$ m^3 $(V + \Delta V)$

സാന്ദ്രത = ?

പിണ്ഡത്തിലെ പിശക് $= \frac{\Delta m}{m} = \frac{0.03}{4} \times 100$

$= 0.75\%$

വ്യാപ്തത്തിലെ പിശക് $= \frac{\Delta V}{V} = \frac{0.01}{5} \times 100$

$= 0.2\%$

$$\text{സാന്ദ്രത} = \frac{\text{ദ്രവ്യമാനം}}{\text{വ്യാപ്തം}}$$

സാന്ദ്രതയിലെ പിശക് = പിണ്ഡത്തിലെ പിശക് + വ്യാപ്തത്തിലെ പിശക്

$= 0.75\% + 0.2\% = 0.95\%$

6. ഒരു വെർനിയർ കാലിപ്പറുകൾ ഉപയോഗിച്ച്, വ്യത്യസ്ത അളവുകളിൽ ഒരു സിലിണ്ടറിന്റെ നീളം, 2.36 സെ.മീ, 2.27 സെ.മീ, 2.26 സെ.മീ, 2.28 സെ.മീ, 2.31 സെ.മീ, 2.28 സെ.മീ, 2.29 സെ.മീ എന്ന് കണക്കാക്കുന്നു. ശരാശരി മൂല്യം, കേവല പിശക്, ആപേക്ഷിക പിശക്, സിലിണ്ടറിന്റെ ശതമാന പിശക് എന്നിവ കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

തന്നിരിക്കുന്ന അളവുകൾ 2.36 സെ.മീ, 2.27 സെ.മീ, 2.26 സെ.മീ, 2.28 സെ.മീ, 2.31 സെ.മീ, 2.28 സെ.മീ, 2.29 സെ.മീ

ശരാശരി മൂല്യം $\bar{l} =$

$$\frac{2.36 + 2.27 + 2.26 + 2.28 + 2.31 + 2.28 + 2.29}{7}$$

$$\frac{16.05}{7} = 2.29 \text{ സെ.മീ}$$

അളവിലെ സമ്പൂർണ്ണ പിശകുകൾ,

$$|\Delta l_1| = |2.29 - 2.36| = 0.07$$
$$|\Delta l_2| = |2.29 - 2.27| = 0.02$$
$$|\Delta l_3| = |2.29 - 2.26| = 0.03$$
$$|\Delta l_4| = |2.29 - 2.28| = 0.01$$
$$|\Delta l_5| = |2.29 - 2.31| = 0.02$$
$$|\Delta l_6| = |2.29 - 2.28| = 0.01$$
$$|\Delta l_7| = |2.29 - 2.29| = 0.00$$

ശരാശരി സമ്പൂർണ്ണ പിശക്

$\Delta l_{\text{ശരാശരി}} =$

$$\frac{0.07 + 0.02 + 0.03 + 0.01 + 0.02 + 0.01 + 0.00}{7}$$

$$= \frac{.16}{7} = .02$$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 267 27-04-2022 13:20:04

ആപേക്ഷിക പിശക്

$$= \frac{\Delta l_{\text{ശരാശരി}}}{\overline{l}} = \pm\frac{.02}{2.29} = \pm 8.7\times10^{-3}$$

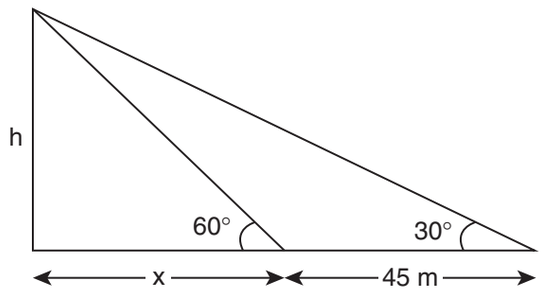
ശതമാന പിശക് $= \pm 8.7\times10^{-3}\times100 =$

$0.87\%\times100 = \pm(8.7\times10^{-1}) = 0.9\%$

7. ഒരു ലെവൽ ഗ്രൗണ്ടിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരു തൂണിന്റെ നിഴൽ സൂര്യന്റെ ഉയരം 60° ആയിരുന്നതിനെക്കാൾ, 30° ആയിരിക്കുമ്പോൾ 45 മീറ്റർ നീളമുണ്ടാകും. തൂണിന്റെ ഉയരം നിർണ്ണയിക്കുക. $[\sqrt{3} = 1.73]$ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

നിർദ്ധാരണം:

ധ്രുവത്തിന്റെ ഉയരം h ആയിരിക്കട്ടെ.



നിർദ്ധാരണം $\frac{x+45}{h} = \cot 30^\circ \Rightarrow h = \frac{x+45}{\cot 30^\circ}$

$$\frac{x}{h} = \cot 60^\circ \Rightarrow x = h\cot 60^\circ$$

മൂല്യങ്ങൾക്ക് പകരമായി മുകളിൽ പറഞ്ഞ വയിൽ

$$h = \frac{h\cot 60^\circ + 45}{\cot 30^\circ}$$

$$h\cot 30^\circ = h\cot 60^\circ + 45$$

$$h(\cot 30^\circ - \cot 60^\circ) = 45$$

$$h = \frac{45}{\cot 30^\circ - \cot 60^\circ} = \frac{45}{\sqrt{3} - \frac{1}{\sqrt{3}}} = 38.97\ \text{m}$$

8. 100 വയസ്സുള്ള മനുഷ്യന്റെ ജീവിതത്തിൽ ഒരു മനുഷ്യ ഹൃദയം എത്ര തവണ അടിക്കുന്നു എന്ന് കണക്കാക്കുക. ഒരു ഹൃദയമിടിപ്പിന്റെ സമയം = 0.8s.

നിർദ്ധാരണം:

മനുഷ്യന്റെ ജീവിതം = 100 വർഷങ്ങൾ
100 വർഷം, 76 സാധാരണ വർഷങ്ങളും, 24 ലീപ്പ് വർഷങ്ങളും ഉൾപ്പെടുന്നു.

ആകെ ദിവസങ്ങളുടെ എണ്ണം = $76\times365 + 24\times366 = 36524$ ദിവസങ്ങൾ

സെക്കന്റുകളുടെ എണ്ണം = $36524\times24\times3600 = 3.155\times10^9$ സെക്കന്റ്.

ഹൃദയമിടിപ്പിന്റെ എണ്ണം =

$$\frac{\textit{സെക്കന്റുകളുടെ മൊത്ത എണ്ണം}}{\textit{ഹൃദയമിടിപ്പിന്റെ സമയദൈർഘ്യം}}$$

$$= \frac{3.155\times10^9}{0.8s} = 3.94\times10^9$$

9. ഭൂമിയുടെ മധ്യരേഖയിൽ രണ്ട് പോയിന്റുകളിൽ നിന്ന് അളക്കുന്ന ഒരു ആകാശ വസ്തുവിന്റെ പാരലാക്സ് 2 ആണ്. ആകാശ വസ്തുവിന്റെ ദൂരം കണക്കാക്കുക. = 6400km] [1″ = 4.85×10^{-6} rad]

നിർദ്ധാരണം:

കോൺ $\theta = 2^1 = 2\times60'' = 120'' = 120\times4.85\times10^{-6}$ rad

$$\theta = 5.82\times10^{-4}\ \text{rad};$$

ആകാശ വസ്തുവിന്റെ ദൂരം

$$D = \frac{d}{\theta} = \frac{12800\times10^3}{5.82\times10^{-4}}$$

$$D = 2.19\times10^{10}\ \text{m}$$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 268 27-04-2022 13:20:07

10. ഡൈമൻഷണൽ വിശകലനത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ 72 കിലോ മീറ്റർ വേഗതയുടെ വേഗത പരിവർത്തനം ചെയ്യുക.

നിർദ്ധാരണം:

$n_1 = 72\ kmh^{-1}$ $n_2 = ?\ m\ s^{-1}$

$L_1 = 1Km$ $L_2 = 1m$

$T_1 = 1h$ $T_2 = 1s$

$$n_2 = n_1\left[\frac{L_1}{L_2}\right]^a\left[\frac{T_1}{T_2}\right]^b$$

വേഗതയുടെ ഡൈമൻഷണൽ ഫോർമുല $[L\ T^{-1}]$

$a = 1\ b = -1$

$$n_2 = 72\left[\frac{1Km}{1m}\right]^1\left[\frac{1h}{1s}\right]^{-1}$$

$$n_2 = 72\left[\frac{1000m}{1m}\right]^1\left[\frac{3600s}{1s}\right]^{-1}$$

$= 72 \times 1000 \times 1/3600 = 20 m\ s^{-1}]$

$72\ kmh^{-1} = 20\ m\ s^{-1}$

11. ഡൈമൻഷണൽവിശകലനംഉപയോഗിച്ച്ഇനിപ്പറയുന്ന സമവാക്യത്തിന്റെ കൃത്യത പരിശോധിക്കുക. അതിൽ ഒരു അഭിപ്രായം പറയുക. $S = ut + 1/4\ at^2$ ഇവിടെ s എന്നത് സ്ഥാന ചലനം, u പ്രാരംഭ വേഗത, tസമയവും a ത്വരണവുമാണ്.

നിർദ്ധാരണം:

ദൂരത്തിനായുള്ള അളവ് $s = [L]$

പ്രാരംഭ വേഗതയ്ക്കുള്ള അളവ്

$v = [LT^{-1}]$

സമയത്തിനുള്ള അളവ് $t = [T]$

ത്വരണത്തിനുള്ള അളവ്

$a = [LT^{-2}]$

ഏകതത്വമനുസരിച്ച്,

ഇടതു വശത്തിലെ അളവുകൾ = വലതു വശത്തിലെ അളവുകൾ

തന്നിരിക്കുന്ന സമവാക്യത്തിലെ അളവുകൾ

$S = ut + 1/4\ at^2$, $\frac{1}{4}$ ഒരു സംഖ്യയാണ് ഇതിന് അളവുകളൊന്നുമില്ല.

$[L] = [LT^{-1}]\ [T^1] + [LT^{-2}]\ [T^2]$

$[L] = [L] + [L]$

ഇടതുവശത്തിലെഡൈമൻഷണൽഫോർമുല വലതു വശത്തിലെ തുല്യമായതിനാൽ, സമവാക്യം അളവനുസരിച്ച് ശരിയാണ്.

അഭിപ്രായം:

എന്നാൽ യഥാർത്ഥത്തിൽ ഇത് ഒരു തെറ്റായ സമവാക്യമാണ്. ചലനത്തിന്റെ സമവാക്യം $s = ut + 1/2\ at^2$

ആണെന്ന് നമുക്കറിയാമോ? അതിനാൽ, അളവനുസരിച്ച്, ശരിയായ സമവാക്യം യഥാർത്ഥ സമവാക്യമായിരിക്കണമെന്നില്ല.

എന്നാൽ ഒരു യഥാർത്ഥ സമവാക്യം എല്ലായ്പ്പോഴും അളവനുസരിച്ച് ശരിയാണ്.

12. സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഇനിപ്പറയുന്ന നമ്പറുകൾ ഏകദേശമൂല്യം കണ്ടെത്തുക.

a) 17.234 മുതൽ 3 അക്കങ്ങൾ

b) 3.996×10^5 മുതൽ 3 അക്കങ്ങൾ

c) 3.6925×10^{-3} മുതൽ 2 അക്കങ്ങൾ

d) 124783 മുതൽ 5 അക്കങ്ങൾ.

നിർദ്ധാരണം:

a) 17.2 b) 4.00×10^5

c) 3.7×10^{-3} d) 124780

13. സുപ്രധാന കണക്കുകളുമായി ഇനിപ്പറയുന്നവ പരിഹരിക്കുക.

a) $\sqrt{4.5 - 3.31}$

b) $5.9 \times 10^5 - 2.3 \times 10^4$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 269 27-04-2022 13:20:09

c) 7.18 + 4.3

d) 6.5 + .0136

നിർദ്ധാരണം:

a) ഈ രണ്ടിൽ, ദശാംശത്തിന് ശേഷം ഏറ്റവും സാദർശക അക്കങ്ങൾ ഒന്ന് ആകുന്നു.

$$\sqrt{4.5-3.31} = \sqrt{1.19} = 1.09$$

b) ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ സാർശക അക്കങ്ങളുടെ എണ്ണം 2 ആണ്.

$$5.9\times10^5 - 2.3\times10^4$$
$$= 5.9\times10^5 - 0.23\times10^5$$
$$= 5.67\times10^5 = 5.7\times10^5$$

c) ദശാംശത്തിനു ശേഷം ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ സാർത്ഥക അക്കങ്ങളുടെ എണ്ണം ഒന്ന് ആകുന്നു

7.18 + 4.3 = 11.48 ഏകദേശ മൂല്യം കാണുമ്പോൾ നമുക്ക് 11.5 ലഭിക്കുന്നു.

d) ദശാശത്തിനു ശേഷമുള്ള ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ അക്കങ്ങളുടെ എണ്ണം

$$6.5 + .0136 = 6.5136 = 6.5$$

14. ഐൻസ്റ്റൈനിന്റെമാസ്സ്-ഊർജ്ജബന്ധത്തിൽ ഡൈമൻഷണൽ രീതി ($E = mc^2$) കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

ഊർജ്ജംE,എന്നത്പിണ്ഡംM,പ്രകാശവേഗത C എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നുവെന്ന് നമുക്ക് അനുമാനിക്കാം.

$$E \alpha m^a c^b$$

$E = km^a c^b$ ഇവിടെ K സ്ഥിര അളവുകൾ

E യുടെ അളവുകൾ = $[ML^2T^{-2}]$

m അളവുകൾ = [M]

c യുടെ അളവുകൾ = $[LT^{-1}]$

മുകളിലുള്ള സമവാക്യത്തിലെ മൂല്യങ്ങൾ മാറ്റി സ്ഥാപിക്കുമ്പോൾ,

$$[ML^2T^{-2}] = K\,[M]^a\,[LT^{-1}]^b$$

അളവുകൾ തുല്യമാക്കുന്നതിലൂടെ,

$$a = 1$$
$$b = 2$$
$$-b = -2$$
$$E = k.mc^2$$

സ്ഥിരാംഗത്തിന്റെ മൂല്യം k = 1

$E = mc^2$ ഇത് ഐൻസ്റ്റീന്റെ പിണ്ഡ ഊർജ്ജ ബന്ധമാണ്

15. ഒരു വസ്തുവിന്റെ വേഗത $v = b/t + ct^2+dt^3$ എന്ന സമവാക്യത്തിലൂടെ നൽകുന്നു. b യുടെ അളവുകളുടെ സമവാക്യം കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

(b/t) വേഗതയുടെ അളവുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കണം

b അളവുകൾ (വേഗത x സമയം)

$$[b] = [LT^{-1}][T] = [L] = [M^0L^1T^0]$$

16. ഒരു കണ്ടെയ്നറിലെ ഒരു ദ്രാവകത്തിന്റെ പ്രാരംഭവും അന്തിമവുമായ താപനില $75.4 \pm 0.5°C$, $56.8 \pm 0.2°C$ ആണ്. ദ്രാവകത്തിന്റെ താപനിലയിലെ ഇടിവ് കണ്ടെത്തുക

നിർദ്ധാരണം:

$t_1 = (75.4 \pm 0.5)°C$

$t_2 = (56.8 \pm 0.2)°C$

താപനിലയിലെ ഇടിവ് = $(75.4 \pm 0.5°C) - (56.8 \pm 0.2°C)$

$$t = (18.6 \pm 0.7)°C$$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 270 27-04-2022 13:20:12

17. റെസിസ്റ്റൻസുകളുടെ രണ്ട് റെസിസ്റ്ററുകൾ $R_1 = 150 \pm 2$ ഓം, $R_2 = 220 \pm 6$ ഓം എന്നിവ സമാന്തര സംയോജനത്തിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. തുല്യമായ പ്രതിരോധം കണക്കാക്കുക.

സൂചന: $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

നിർദ്ധാരണം:

സമാന്തര സംയോജനത്തിന്റെ തുല്യമായ പ്രതിരോധം,

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{150 \times 220}{150 + 220} = \frac{33000}{370} = 89.1 \text{ ഓം}$$

നമുക്കറിയാം, $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{\Delta R'}{(R')^2} = \frac{\Delta R_1}{R_1^2} + \frac{\Delta R_2}{R_2^2}$$

$$\Delta R' = (R')^2 \frac{\Delta R_1}{R_1^2} + (R')^2 \frac{\Delta R_2}{R_2^2}$$

$$= \left(\frac{R'}{R_1}\right)^2 \Delta R_1 + \left(\frac{R'}{R_2}\right)^2 \Delta R_2$$

മൂല്യം മാറ്റി സ്ഥാപിക്കുന്നു.,

$$\Delta R' = \left[\frac{89.1}{150}\right]^2 \times 2 + \left[\frac{89.1}{220}\right]^2 \times 6$$

$$= 0.070 + 0.098 = 0.168$$

$R' = 89.1 \pm 0.168$ ഓം.

18. $C = 3.0 \pm 0.1 \mu F$ കപ്പാസിറ്റൻസ് ഉള്ള ഒരു കപ്പാസിറ്റർ $V = 18 \pm 0.4 Volt$. ബാറ്ററിയിൽ ചാർജ്ജ് ചെയ്യുന്നു. ചാർജ്ജ് Q കണ്ടുപിടിക്കുക [Q= CV ഉപയോഗിക്കുക]

നിർദ്ധാരണം:

$(C + \Delta C) = (3.0 \pm 0.1)\ \mu f$

$(V + \Delta V) = (18 \pm 0.4)\ V$

$Q = CV$

$Q = 3.0 \times 10^{-6} \times 18 = 54 \times 10^{-6}$ കൂളംസ്

C യിലെ പിശക് $= \frac{\Delta C}{C} \times 100$

$= \frac{0.1}{3} \times 100 = 3.3\%$

V യിലെ പിശക് $= \frac{\Delta V}{V} \times 100$

$= \frac{0.4}{18} \times 100 = 2.2\%$

Q ലെ പിശക് = C ലെ പിശക് + V ലെ പിശക്

= 3.3% + 2.2% =5.5%

∴ ചാർജ് $Q = (54 \times 10^{-6} \pm 5.5\%)$ കൂളംസ്

പരിഹരിച്ച ഉദാരണം യൂണിറ്റ് 2

1. ഒരു കണത്തിന്റെ സ്ഥാന വെക്റ്റർ $\vec{r} = 3t^2\hat{i} + 5t\hat{j} + 6\hat{k}$, ആയി പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. t = 3 സെക്കന്റിൽ കണത്തിന്റെ വേഗതയും, വെലോസിറ്റിയും കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{dr}}{dt} = 6t\hat{i} + 5\hat{j}.$$

't' സമയത്തെ പ്രവേഗം $\vec{v} = 6t\hat{i} + 5\hat{j}$ നൽകുന്നു.

പ്രവേഗത്തിന്റെ അളവ് വേഗതയാണ്, 't' സമയത്തിലെ വേഗത എന്നത്,

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 271 27-04-2022 13:20:15

$$\text{വേഗത} = \sqrt{(6t)^2 + 5^2} = \sqrt{36t^2 + 25}$$

ഇപ്പോൾ t = 3 ലെ പ്രവേഗം,

$$\vec{v} = 6(3)\hat{i} + 5\hat{j} = 18\hat{i} + 5\hat{j}.$$

കൂടാതെ t = 3 ലെ വേഗത,

$$\text{വേഗത} = \sqrt{349}\ ms^{-1}$$

2. ഒരു മലയിൽ നിന്ന് 1.2 കിലോ മീറ്റർ അകലെയുള്ള സ്ഥലത്ത് നിന്ന് തോക്ക് പ്രയോഗിക്കുന്നു. 8 സെക്കന്റിനു ശേഷം വെടിവയ്പ്പ് നടന്ന അതേ സ്ഥലത്ത് തന്നെ ശബ്ദത്തിന്റെ എക്കോ വീണ്ടും കേൾക്കുന്നു. ശബ്ദത്തിന്റെ വേഗത കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

വെടിവയ്പ്പ് നടക്കുമ്പോൾ ശബ്ദം തിരികെ എത്തുമ്പോൾ പ്രതിധ്വനി കേൾക്കും. അതിനാൽ, ശബ്ദത്തിലൂടെ സഞ്ചരിച്ച മൊത്തം ദൂരം 2×1.2 കി. മീ = 2.4 കി. മീ = 2400 മീ.

$$\text{വേഗത} = \frac{2400\ \text{m}}{8s} = 300\ \text{m s}^{-1}$$

3. 100 മീറ്റർ നീളമുള്ള ഒരു ട്രെയിൻ 60 കിലോ മീറ്റർ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. 1 കിലോ മീറ്റർ നീളമുള്ള പാലം എത്ര സെക്കന്റിനുള്ളിൽ കടക്കും?

നിർദ്ധാരണം:

കടക്കാനുള്ള ആകെ ദൂരം = 1 കി മീ + 100 മീ = 1100 മീ (പാലവും സമയവും ഉൾപ്പെടെ)

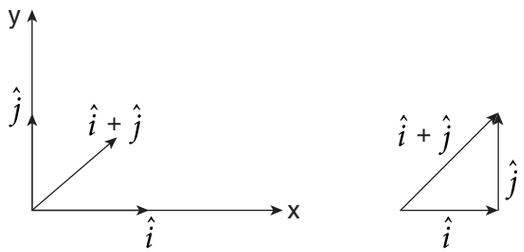
പിന്നെ വേഗത $= 60\ \text{km h}^{-1}$

$$= 60 \times \frac{5}{18}\ \text{m s}^{-1} = \frac{150}{9}\ ms^{-1}$$

തുടർന്ന്, ഈ ദൂരം നികത്താൻ എടുത്ത സമയം $= \dfrac{1100}{150/9}\ \text{s} = 66\ \text{s}$

4. $\hat{i}$, $\hat{j}$ എന്നീ രണ്ട് യൂണിറ്റ് വെക്ടറുകളുടെ ഫലമായ ദിശ വരയ്ക്കുക. ഒരു ദ്വിമാന കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റം ഉപയോഗിക്കുക. $\hat{i} + \hat{j}$ ഒരു യൂണിറ്റ് വെക്ടറാണോ?

ഇനിപ്പറയുന്ന ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന സങ്കലന $\hat{i} + \hat{j}$ ന്റെ ത്രികോണ നിയമം ഉപയോഗിക്കുന്നതിലൂടെ,



യൂണിറ്റ് വെക്ടറിന്റെ നിർവചനം $\hat{A}.\hat{A} = 1$

എന്നാൽ ഇവിടെ ,

$$(\hat{i} + \hat{j}).(\hat{i} + \hat{j}) = \hat{i}.\hat{i} + \hat{i}.\hat{j} + \hat{j}.\hat{i} + \hat{j}.\hat{j}$$
$$= 1 + 0 + 0 + 1 = 2$$

അതിനാൽ, $\hat{i} + \hat{j}$ ഒരു യൂണിറ്റ് വെക്റ്റർ അല്ല. ഏതെങ്കിലും വെക്റ്ററിനെ ഒരു യൂണിറ്റ് വെക്റ്ററാക്കി മാറ്റാൻ വെക്റ്ററിനെ അതിന്റെ പരിമാണത്തിനാൽ വിഭജിക്കണം, $\hat{A} = \dfrac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

വെക്ടറിന്റെ മാനദണ്ഡം $\hat{i} + \hat{j} = \sqrt{2}$.

അതിനാൽ, യൂണിറ്റ് വെക്ടർ $\dfrac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$ ആണ്

5. 750 മീറ്റർ വീതിയുള്ള കാവേരി നദിക്ക് കുറുകെ ഒരാൾ നീന്തുന്നു. ജലവുമായി ($\vec{v}_{sw}$) ആപേക്ഷികമായി, നീന്തുന്നയാളുടെ വേഗത 1.5 m s^{-1} ആണ്. ഇത് ജലപ്രവാഹത്തിന് ലംബമായി ഇരിക്കുന്നു. നദിക്കരയുമായി ($\vec{v}_{wb}$) ആപേക്ഷിക ജലത്തിന്റെ വേഗത 1 m s^{-1} ആണ്. നദിയുടെ തീരവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട്,

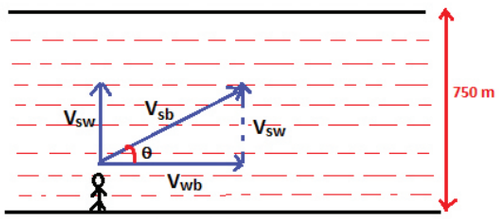
(a) നീന്തൽക്കാരന്റെ വേഗത കണക്കുക്കുക ($\vec{v}_{sb}$).

(b) കാവേരി നദി മുറിച്ചു കടക്കാൻ നീന്തുന്നയാൾ എടുത്ത സമയം.

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 272 27-04-2022 13:20:18

നിർദ്ധാരണം:

(a) പ്രശ്നത്തിൽ തന്നിരിക്കുന്ന ഡേറ്റയെ നമുക്ക് ഇനിപ്പറയുന്ന ചിത്രം വരയ്ക്കാം.



നദിക്കരയുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ നീന്തുന്നയാളുടെ വേഗത $\vec{v}_{sb} = \vec{v}_{sw} + \vec{v}_{wb}$

നീരൊഴുക്ക്ജലപ്രവാഹത്തിനെതിരെലംബ ദിശയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിനാൽ

മാഗ്നിറ്റ്യൂഡ്

$$\left|\vec{v}_{sb}\right| = \sqrt{v_{sw}^2 + v_{wb}^2} =$$

$$\sqrt{1.5^2 + 1^2} = \sqrt{3.25}\, m\,s^{-1} \cong 1.802\, m\,s^{-1}$$

നദിക്കരയുമായുള്ള നീന്തൽക്കാരന്റെ ദിശ

$$tan\theta = \frac{v_{sw}}{v_{wb}} = \frac{1.5}{1} = 1.5$$

$$\theta = tan^{-1}(1.5) \approx 56^\circ$$

(c) നദി മുറിച്ച് കടക്കാൻ നീന്തുന്നയാൾ എടുക്കുന്ന സമയം, 1.802 ms^{-1} വേഗതയുള്ള നീന്തൽക്കാരന്റെ മൊത്തം ദൂരത്തിന് തുല്യമാണ്.

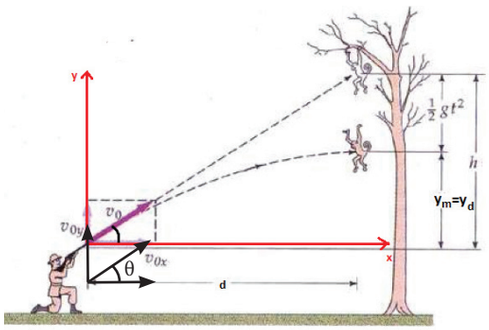
അവൻ കടന്ന ആകെ ദൂരം,

$$d = \frac{\text{നദിയുടെ വീതി}}{\sin 56^\circ} = \frac{750}{0.829} = 904.7\, m$$

നദിയുടെ വീതി, നീന്തൽക്കാരൻ എടുത്ത സമയം,

$$T = \frac{d}{v_{sb}} = \frac{904.7}{1.802} \approx 502\, s$$

6. ഒരു കുരങ്ങ് മരത്തിൽ തൂങ്ങി കിടക്കുന്നു. ഒരു വേട്ടക്കാരൻ കുരങ്ങിനു നേരെ തോക്ക് ലക്ഷ്യമാക്കി ബുള്ളറ്റ് v_0 പ്രവേഗത്തിൽ θ കോണിൽ വെടിവയ്ക്കുന്നു. തോക്ക് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ, കുരങ്ങൻ ശാഖ വിട്ട് നേരെ താഴേയ്ക്ക് ചാടുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ബുള്ളറ്റിൽ നിന്ന് രക്ഷപ്പെടാനായി, ബുള്ളറ്റ് കുരങ്ങിൽ പതിക്കുമോ അതോ കുരങ്ങ് ബുള്ളറ്റിൽ നിന്ന് രക്ഷപ്പെടുമോ? (വായു പ്രതിരോധം അവഗണിക്കുക).



$$y_m = y_d = v_{oy}t - \frac{1}{2}gt^2 = h - \frac{1}{2}gt^2$$

കുരങ്ങ് വീഴാൻ തുടങ്ങിയ ഉടൻ തന്നെ ഗുരുത്വാകർഷണം g കാരണം ത്വരിതപ്പെടുത്തലിനൊപ്പം താഴേയ്ക്ക് ലംബ ചലനം ഉണ്ടാകും.

ഏത് സമയത്തും അതിന്റെ ചലന സമവാക്യം നൽകുന്നത്

$$y_m = h - \frac{1}{2}gt^2 \qquad (1)$$

തോക്കിൽ നിന്ന് ബുള്ളറ്റ് പുറത്ത് വരുമ്പോൾ, അതിന് വേഗതയുടെ ലംബവും തിരശ്ചീനവുമായ ഘടകങ്ങളുണ്ട്,

$$v_{0x} = v_0 cos\theta; v_{0y} = v_0 sin\theta \qquad (2)$$

കുരങ്ങും വേട്ടക്കാരനും തമ്മിലുള്ള തിരശ്ചീന ദൂരം 'd' ആണെന്ന് ഞങ്ങൾ അനുമാനിക്കുന്നു.

t, സമയത്ത് ബുള്ളറ്റ് സഞ്ചരിച്ച തിരശ്ചീന ദൂരം $x = v_0\ cos\theta\ t$.

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 273 27-04-2022 13:20:21

ബുള്ളറ്റിന്റെ തിരശ്ചീന സ്ഥാനം, $x = d$ ആയിരിക്കുമ്പോൾ, സമയം $d = v_{0x}T$. ഇത് $T = d / v_{0x}$ എന്ന് ലഭിക്കുന്നു.

ഈ സമയത്ത് T, ബുള്ളറ്റിനാൽ നീങ്ങുന്ന ലംബ ദൂരം

$$y_b = v_{0y}T - \frac{1}{2}gT^2 = \frac{v_{0y}d}{v_{0x}} - \frac{1}{2}gT^2.$$

$$y_b = \frac{d\,v_0\,sin\theta}{v_0\,cos\theta} - \frac{1}{2}gT^2$$

$$= d\,tan\theta - \frac{1}{2}gT^2 \qquad (3)$$

എന്നാൽ കണക്കിൽ നിന്ന്, നമുക്ക് ഇങ്ങനെ എഴുതാം., $tan\theta = \frac{h}{d}$.

$$h = d\,tan\theta\,.$$

(3), എന്ന സമവാക്യത്തിൽ ഇത് മാറ്റി സ്ഥാപിക്കുന്നതിലൂടെ നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നത്, ,

$$y_b = h - \frac{1}{2}gT^2 \qquad (4)$$

അതേ സമയം T, കുരങ്ങിന്റെ ലംബ സ്ഥാനം സമവാക്യം (1) ൽ നിന്ന് കണക്കാക്കാം

$$y_m = h - \frac{1}{2}gT^2 \qquad (5)$$

T, സമയത്ത്, കുരങ്ങന്റെയും ബുള്ളറ്റിന്റെയും y കോർഡിനേറ്റ് തുല്യമാണെന്ന് ശ്രദ്ധിക്കുക. വെടിയുണ്ട കുരങ്ങിൽ പതിക്കുമെന്ന് ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

7. 100 മീറ്റർ ഉയരമുള്ള മൂന്ന് നില കെട്ടിടം ഭൂമിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു, കൂടാതെ സമാനമായ ഒരു കെട്ടിടം ചന്ദ്രനിലും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. ഭൂമിയിലേയും ചന്ദ്രനിലെയും ഈ കെട്ടിടങ്ങളുടെ മുകളിൽ നിന്ന് രണ്ട് പേർ ഒരേ സമയം ചാടിയാൽ, അവർ നിലത്ത് എത്തുമ്പോൾ, അവരുടെ വേഗത എത്രയായിരിക്കും? ($g = 10\ m\ s^{-2}$)

നിർദ്ധാരണം:



രണ്ട് വ്യക്തികൾക്കും, ചലനാത്മക സമവാക്യങ്ങൾ തുല്യമാണ്, u = 0, $a_e = g$ കൂടാതെ $a_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = \frac{g}{6}$. അതിനാൽ

$$a_e = g \text{ ഉം } a_m = \frac{g}{6}$$

ഭൂമിയിലുള്ള ഒരു വ്യക്തിക്ക്, $V_{\text{ഭൂമി}} = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{2g100} = \sqrt{2\times10\times100}$

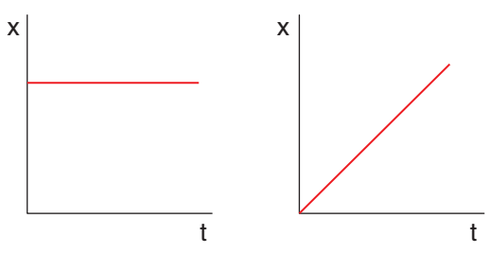
അതിനാൽ $V_{\text{ഭൂമി}} = \sqrt{2000}\ m\ s^{-1}$ ഭൂമിയിൽ പ്രതലത്തിന്റെ വേഗത നൽകുന്നു.

അതുപോലെ, ചന്ദ്രനിലെ ഒരു വ്യക്തിക്ക്,

$$V_{\text{ചന്ദ്രൻ}} = \sqrt{\frac{2gh}{6}} = \frac{\sqrt{2000}}{\sqrt{6}}\ m\ s^{-1}$$

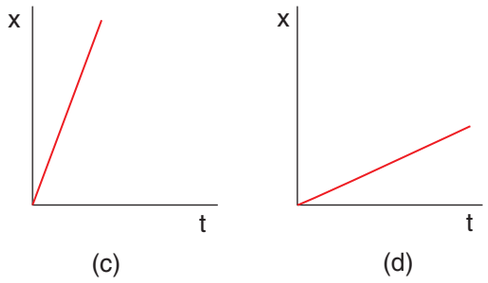
ചന്ദ്രനിലെ വ്യക്തിയെക്കാൾ കൂടുതൽ വേഗതയോടെ ഭൂമിയിലെ വ്യക്തി പ്രതലത്തിൽ എത്തുന്നു.

8. ഇനിപ്പറയുന്ന ഗ്രാഫുകൾ സ്ഥാനം-സമയം ഗ്രാഫുകളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. വേഗത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്ന ക്രമത്തിൽ ഗ്രാഫുകൾ ക്രമീകരിക്കുക.



(a) (b)

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 274 27-04-2022 13:20:23



സമയ ഗ്രാഫ് സ്ഥാനത്തെ ചരിവ് കണത്തിന്റെ വേഗത നൽകുന്നു.

ഗ്രാഫ് (a) യിൽ ചരിവ് പൂജ്യമാണ്. ഗ്രാഫുകൾ (c) യെക്കാൾ ഉയർന്ന ചരിവാണ്. ഗ്രാഫ് (b), (d). അതിനാൽ നമുക്ക് വേഗതയെ ആരോഹണ ക്രമത്തിൽ ക്രമീകരിക്കാൻ കഴിയും

$$v_a < v_d < v_b < v_c$$

പരിഹരിച്ച ഉദാഹരണം യൂണിറ്റ് 3

1. 100 കിലോഗ്രാം പിണ്ഡമുള്ള ഒരു വസ്തു 50 cm s^{-2} ത്വരണത്തോടെ നീങ്ങുന്നു. അത് അനുഭവിച്ച ശക്തി കണക്കാക്കുക.

നിർദ്ധാരണം:

പിണ്ഡം m = 100 kg

ത്വരിതപ്പെടുത്തൽ a = 50 cm s^{-2} = 0.5 m s^{-2}

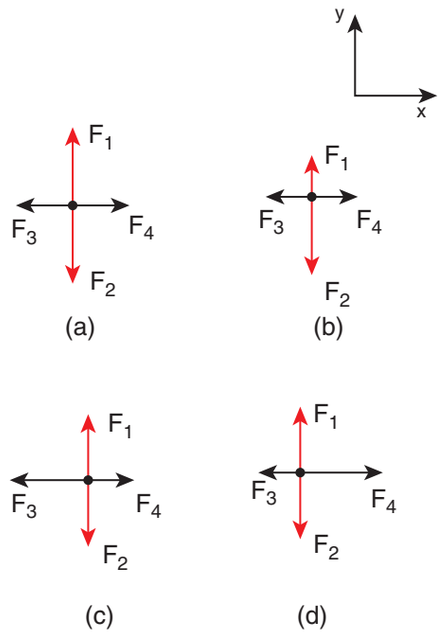
ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമം ഉപയോഗിച്ച്,

$$F = ma$$

$$F = 100 \text{ kg} \times 0.5 \text{ m s}^{-2} = 50 \text{ N}$$

2. ഇനിപ്പറയുന്നവയിൽ പോസിറ്റീവ് x ദിശയിൽ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന കണങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്ന സ്വതന്ത്ര ബോഡി ഡയഗ്രം തിരിച്ചറിയുക.

സ്വതന്ത്ര ബോഡി ചിത്രം പിണ്ഡം F_1, F_2 നായുള്ള ഡയഗ്രം വരയ്ക്കുമ്പോൾ ശക്തികളുടെ ആപേക്ഷിക വ്യാപ്തി സൂചിപ്പിക്കണം.



നില (a):

F_1, F_2 എന്നീ ശക്തികൾക്ക് തുല്യ നീളമുണ്ടെങ്കിലും വിപരീത ദിശയുണ്ട്. അതിനാൽ Y ദിശയിലുള്ള നെറ്റ് ഫോഴ്സ് പൂജ്യമാണ്. ബലം പൂജ്യമായതിനാൽ, Y ദിശയിൽ ആക്സിലറേഷനും പൂജ്യമാണ് (ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമം). അതുപോലെ തന്നെ x ദിശയിൽ, F_3, F_4 എന്നിവയ്ക്ക് തുല്യ നീളവും വിപരീത ദിശയും ഉണ്ട്. അതിനാൽ x ദിശയിൽ നെറ്റ് ഫോഴ്സ് പൂജ്യമാണ്. അതിനാൽ x ദിശയിൽ ത്വരണം ഇല്ല.

നില (b):

F_1, F_2 എന്നീ ശക്തികൾ നീളത്തിൽ തുല്യമല്ല, പരസ്പരം വിപരീതമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. y ദിശയിൽ അസന്തുലിനമായ ശക്തികളുണ്ടെന്ന് ചിത്രം (b) കാണിക്കുന്നു. അതിനാൽ കണത്തിന് y ദിശയിൽ ത്വരണം ഉണ്ട്. F_3, F_4 എന്നീ ശക്തികൾക്ക് തുല്യ നീളമുണ്ട്, വിപരീത ദിശയിലാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. അതിനാൽ x ദിശയിൽ നെറ്റ് ഫോഴ്സ് ഇല്ല. അതിനാൽ x ദിശയിൽ കണത്തിന് ത്വരണം ഇല്ല

നില (c):

F_1, F_2 ശക്തികൾ വലുപ്പത്തിൽ തുല്യമാണ്, ഒപ്പം തമ്മിൽ തമ്മിൽ വിപരീതമായി പ്രവർത്തി

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 275 27-04-2022 13:20:24

ക്കുന്നു. നെറ്റ് ഫോഴ്സ്, y ദിശയിൽ പൂജ്യമാണ്. അതിനാൽ y ദിശയിൽ ത്വരണം ഇല്ല. F_3, F_4 എന്നീ ശക്തികൾ മാഗ്നിറ്റ്യൂഡിൽ തുല്യമല്ല. F_3 എന്നബലം F_4 നെക്കാൾ വലുതാണ്. അതിനാൽ നെഗറ്റീവ് x ദിശയിൽ നെറ്റ് ആക്സിലറേഷൻ ഉണ്ട്.

നില (d):

F_1, F_2 എന്നീ ശക്തികൾ വലുപ്പത്തിലും തുല്യമായും പരസ്പരം വിപരീതമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. നെറ്റ് ഫോഴ്സ് y ദിശയിൽ പൂജ്യമാണ്. അതിനാൽ y ദിശയിൽ ത്വരണം ഇല്ല. F_3, F_4 എന്നീ ശക്തികൾ വലുപ്പത്തിൽ തുല്യമല്ല. F_3, എന്ന ബലം F_4 നെക്കാൾ വലുതാണ്. അതിനാൽ പോസിറ്റീവ് x ദിശയിൽ നെറ്റ് ആക്സിലറേഷൻ ഉണ്ട്.

3. 25 kg ഭാരമുള്ള തോക്ക് 200 ms^{-1} ഭാരമുള്ള ബുള്ളറ്റിന് വെടിയുതിർക്കുന്നു. തോക്കിന്റെ പിൻവലിക്കലിന്റെ വേഗത എന്താണ്?.

നിർദ്ധാരണം:

തോക്കിന്റെ പിണ്ഡം M = 25 kg
ബുള്ളറ്റിന്റെ പിണ്ഡം m = 30 g = 30×10^{-3} kg
ബുള്ളറ്റിന്റെ വേഗത v = 200 m s^{-1}
തോക്കിന്റെ വേഗത V = ?
ചലനം ഒരു അളവിലാണ്.
ആവേഗം സംരക്ഷിക്കുന്ന നിയമം അനുസരിച്ച്,

$$MV + mv = 0$$

$$V = \frac{-mv}{M}$$

$$V = \frac{-30 \times 10^{-3} \times 200}{25} = -240 \times 10^{-3} ms^{-1}$$

തോക്ക് ബുള്ളറ്റിന്റെ വിപരീത ദിശയിലേക്ക് നീങ്ങുന്നുവെന്ന് നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം കാണിക്കുന്നു. ബുള്ളറ്റിന്റെ വേഗതയുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ റീകോയിൽ വേഗതയുടെ വ്യാപ്തി വളരെ കുറവാണ്.

4. ഒരു ചരിഞ്ഞ തലത്തിൽ ഒരു മരപ്പെട്ടി കിടക്കുന്നു. ചരിവിന്റെ കോൺ 45° ആയിരിക്കുമ്പോൾ ബോക്സ് സ്ലൈഡ് ചെയ്യാൻ തുടങ്ങിയാൽ സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം എന്താണ്?

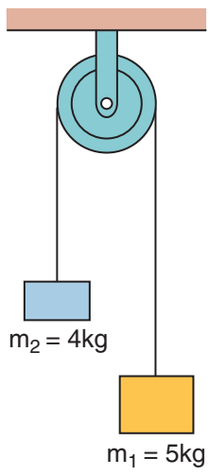
നിർദ്ധാരണം:

ചരിവിന്റെ ആംഗിൾ $\Theta = 45°$
∴ അതുകൊണ്ട് സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം $\mu = \tan\Theta = \tan 45° = 1$

5. രണ്ട് പിണ്ഡങ്ങൾ $m_1 = 5$ kg, $m_2 = 4$ kg ഒരു സ്ട്രിംഗുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. സ്വതന്ത്രമായി നീങ്ങുമ്പോൾ ഓരോ പിണ്ഡത്തിന്റെയും ത്വരണം എന്താണ്? ($g = 10$ m s^{-2})

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \times g$$

$$= \frac{5-4}{5+4} \times 10 = \frac{1}{9} \times 10 = 1.1\ ms^{-2}$$



6. പിണ്ഡം m ന്റെ ഒരു ബ്ലോക്ക് തിരശ്ചീന പ്രതലത്തിൽ ഒരു പ്രാരംഭ വേഗത u ഉപയോഗിച്ച് തൽക്ഷണം തള്ളുന്നു. μ_k വസ്തുവും ഉപരിതലവും തമ്മിലുള്ള ഭൗതിക സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകമാണെങ്കിൽ, ബ്ലോക്ക് സ്ഥിരാവസ്ഥയിൽ വരുന്ന സമയം കണ്ടെത്തുക.

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 276 27-04-2022 13:20:26

നിർദ്ധാരണം:



ബ്ലോക്ക് സ്ലൈഡ് ചെയ്യുമ്പോൾ, ബ്ലോക്കിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ശക്തി ചലനാത്മക സംഘർഷമാണ്, അത് $f_k = \mu_k mg$

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമമനുസരിച്ച് $ma = -\mu_k mg$

ചലനത്തിന്റെ വിപരീത ദിശയിൽ ബലം പ്രവർത്തിക്കുന്നുവെന്ന് നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

സ്ലൈഡ് ചെയ്യുമ്പോൾ ബ്ലോക്കിന്റെ ത്വരണം, $a = -\mu_k g$.

ത്വരണം വേഗതയുടെ വിപരീത ദിശയിലാണെന്ന് നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ത്വരണം g ഭൗതിക സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം എന്നിവയെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു എന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക μ_k

നമുക്ക് ഇനിപ്പറയുന്ന ചലനാത്മക സമവാക്യം പ്രയോഗിക്കാൻ കഴിയും,

$$v = u + at$$

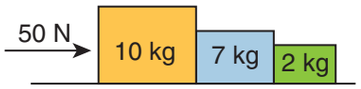
അവസാന വിലോസിറ്റി പൂജ്യമാണ്.

$$0 = u - \mu_k gt$$

$$t = \frac{u}{\mu_k g}$$

7. മൂന്ന് ബ്ലോക്കുകൾ 10 kg, 7 kg, 2 kg ഒരു ഘർഷണമില്ലാതെ മേശ മേൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുകയാണ്. ഏറ്റവും ഭാരം കൂടിയ പിണ്ഡത്തിൽ 50 N ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. സിസ്റ്റത്തിന്റെ ത്വരണം എന്താണ്?

നിർദ്ധാരണം:



നമുക്കറിയാം

$$a = \left[\frac{F}{m_1 + m_2 + m_3}\right] = \frac{50N}{10kg + 7kg + 2kg}$$
$$= \frac{50}{19} = 2.63 ms^{-2}$$

8. ഒരു ബ്ലോക്കും സ്ഥലവും തമ്മിലുള്ള സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം $\frac{1}{\sqrt{3}}$. ക്രമേണ തലത്തിന്റെ ചരിവ് വർദ്ധിക്കുന്നു എങ്കിൽ, ഏത് കോണിൽ വസ്തു സ്ലൈഡ് ചെയ്യാൻ തുടങ്ങും?

സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം $\frac{1}{\sqrt{3}}$

$$\text{Tan}\,\Theta = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \Theta = 30°$$

9. ഒരു ലെവൽ റോഡിൽ ഒരു കാറിന് 36 മീറ്റർ ദൂരമുള്ള ഒരു വക്രത്തിൽ തിരിയാൻ കഴിയുന്ന പരമാവധി വേഗത കണ്ടെത്തുക. ടയറും റോഡും തമ്മിലുള്ള സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം 0.53 ആണ്.

വക്രത്തിന്റെ ദൂരം r = 36 m

ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലം ഘർഷണം $\mu = 0.53$

ഗുരുത്വാകർഷണംമൂലമുള്ള ത്വരണം $g = 10\ ms^{-2}$

$$v_{\text{പരമാവധി}} = \sqrt{\mu rg} = \sqrt{0.53 \times 36 \times 10}$$
$$= 13.81 ms^{-1}$$

10. സൂര്യന് ചുറ്റും പരിക്രമണം ചെയ്യുന്ന ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രീകൃത ത്വരണം കണക്കാക്കുക. സൂര്യനിൽ നിന്ന് ഭൂമിയിലേക്കുള്ള ദൂരം ഏകദേശം

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 277 27-04-2022 13:20:28

150 ദശലക്ഷം കിലോമിറ്ററാണ്. (ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണപഥം വൃത്താകൃതിയിലാണെന്ന് കരുതുക).

അഭികേന്ദ്ര ബലം $a_c = \frac{v^2}{r}$

V - ഭ്രമണപദത്തിന് ചുറ്റുമുള്ള ഭൂമിയുടെ വെലോസിറ്റി

r - ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ ആരം അല്ലെങ്കിൽ സൂര്യനിലേയ്ക്കുള്ള ഭൂമിയുടെ ദൂരം

ഭൂമിയുടെ വെലോസിറ്റി, ആംഗുലർ വെലോസിറ്റിക്ക് അനുസ്യൂതമായി, (ω)

$$v = \omega r$$

അഭികേന്ദ്ര ബലത്തിന്റെ സമവാക്യത്തിന് പകരമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ, $a_c = \frac{\omega^2 r^2}{r}$

$= \omega^2 r$

പക്ഷേ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ഇവിടെ T എന്നത് ഭൂമിയെ സൂര്യനുചുറ്റും പരിക്രമണം ചെയ്യുന്നതിനുള്ള സമയമാണ്, അത് ഒരു വർഷമാണ്.

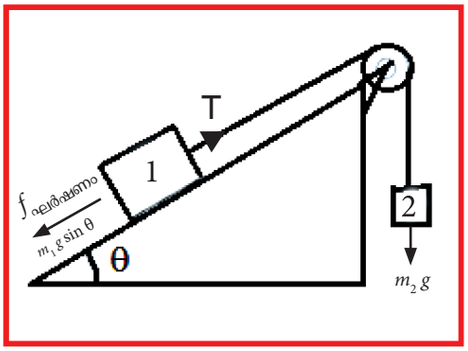
$$T = 365 \text{ ദിവസങ്ങൾ} = 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 3.1 \times 10^7 \, s$$

$$\omega = 2.02 \times 10^{-7} \, rad \, per \, sec$$

$$a_c = \left(2.02 \times 10^{-7}\right)^2 \times \left(150 \times 10^9\right)$$

$$a_c = 6.12 \times 10^{-3} \, m s^{-2}$$

11. പിണ്ഡം m ന്റെ ഒരു ബ്ലോക്ക് *1*, തിരശ്ചീനത്തിലേയ്ക്ക് θ കോണിൽ ചരിഞ്ഞ ഒരു തലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കാൻ പരിമിതപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ, ഒരു പിണ്ഡമില്ലാത്ത ഭൂമിക്ക് മുകളിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന ഘർഷണരഹിതവും പിണ്ഡമില്ലാത്തതും വിശദീകരിക്കാനാവാത്തതുമായ ഒരു സ്ട്രിംഗ് വഴി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. രണ്ടാമത്തെ ബ്ലോക്ക് 2 യി ലേയ്ക്ക് പിണ്ഡം m_2 യോടു കൂടി ബ്ലോക്കും, ചരിഞ്ഞ തലം μ_s കൈനറ്റിക് ഫ്രീക്ഷന്റെ μ_k ഗുണകവും തമ്മിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം അനുമാനിക്കുക.



സിസ്റ്റം സ്ലിപ് ചെയ്യാൻ തുടങ്ങുന്ന ബ്ലോക്ക് 1, ബ്ലോക്ക് 2 എന്നിവയുടെ പിണ്ഡങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം എന്താണ്?

നിർദ്ധാരണം:

ഈ പ്രശ്നത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങൾക്കും, രണ്ട് വ്യത്യസ്ത ബ്ലോക്കുകൾക്കായി വ്യത്യസ്ത കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത് സൗകര്യപ്രദമായിരിക്കും. ബ്ലോക്ക് 1-ന് പോസിറ്റീവ് x ദിശയിലേക്ക് സമാന്തരമായി, തലത്തിന് സമാന്തരമായി, പോസിറ്റീവ് y ദിശ തലത്തിന് ലംബമായി, പോസിറ്റീവ് മുകളിലേക്കുള്ള ഘടകം ഉപയോഗിച്ച് നയിക്കുക. താഴേക്ക് പോകാൻ ബ്ലോക്ക് 2 ന്റെ സ്ഥാനത്തിന്റെ പോസിറ്റീവ് ദിശ എടുക്കുക.

സാധാരണ ഘടകം ബ്ലോക്ക് 1 നും റാമ്പിനു മിടയിലുള്ള കോൺടാക്റ്റ് ഫോഴ്സ് N ആയിരിക്കും.

$$N = m_1 g \cos\theta \, . \qquad (1)$$

ബ്ലോക്ക് 1 ലെ ഫോഴ്സിന്റെ നെറ്റ് x ഘടകം

$$F_{1x} = T - f_{\text{ഘർഷണം}} - m_1 g \sin\theta \qquad (2)$$

ഇവിടെ T എന്നത് സ്ട്രിംഗിലെ പിരിമുറുക്കമാണ്.

വഴുതിപ്പോകുന്ന അവസ്ഥയ്ക്ക്, ഘർഷണ ശക്തിക്ക് വ്യാപ്തി ഉണ്ട്.

$$f_{\text{ഘർഷണം}} = \mu_s N = \mu_s m_1 g \cos\theta. \qquad (3)$$

സ്ട്രിംഗിലെ പിരിമുറുക്കം താൽക്കാലികമായി നിർത്തി വച്ച മാസിന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം ആണ്.,

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 278 27-04-2022 13:20:30

$$T = m_2 g . \qquad (4)$$

വെറും സ്ലീപ്പിംഗ് അവസ്ഥയ്ക്ക്, ബ്ലോക്ക് 1 ലെ നെറ്റ് ഫോഴ്സ് പൂജ്യമായിരിക്കണം. (2), (3), (4) എന്നീ സമവാക്യങ്ങൾ നൽകുന്നത്,

$0=m_2g-\mu_s\, m_1 g \cos\theta - m_1 g \sin\theta$

$m_2=m_1(\mu_s \cos\theta + sin\,\theta)$

12. 5 കിലോയും 20 കിലോ ഗ്രാമും പിണ്ഡമുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ പരിഗണിക്കുക, അവ തുടക്കത്തിൽ വിശ്രമത്തിലാണ്. രണ്ട് ഒബ്ജക്റ്റുകളിൽ 5 സെക്കന്റിൽ 100 എൻ ഫോഴ്സ് പ്രയോഗിക്കുന്നു.

a) 5 സെക്കന്റിനു ശേഷം ഓരോ വസ്തുവും നേടിയ ആക്കം എന്താണ്.

b) 5 സെക്കന്റിനു ശേഷം ഓരോ ഒബ്ജക്റ്റും നേടിയ വേഗത എന്താണ്.

ഓരോ ഒബ്ജക്റ്റിലേയും അന്തിമ ആവേഗം $\Delta P = F\Delta t = 100\text{X } 5 = 500 \text{ kgms}^{-1}$

പിണ്ഡത്തിന്റെ ഒബ്ജക്റ്റിന്റെ അന്തിമ വേഗത $5 \text{ kg} = 500/5 = 100 \text{ m s}^{-1}$

പിണ്ഡമുള്ള ഒബ്ജക്റ്റിന്റെ അന്തിമ വേഗത $20 \text{ kg} = 500/20 = 25 \text{ m s}^{-1}$

5 സെക്കന്റിനു ശേഷം ഓരോ ഒബ്ജക്റ്റിലേയും മൂമെന്റം സമാനമാണ്, പക്ഷേ 5 സെക്കന്റിനു ശേഷം വേഗത സമാനമല്ല. ഭാരം കൂടിയ പിണ്ഡം കുറഞ്ഞ പിണ്ഡമുള്ളതിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞ വേഗത കൈവരിക്കും.

13. 5 കിലോഗ്രാം പിണ്ഡമുള്ള ഒരു വസ്തു തുടക്കത്തിൽ ഉപരിതലത്തിൽ വിശ്രമത്തിലാണ്. ഉപരിതലത്തിൽ ചലനാത്മക ഘർഷണം, $\mu_k = 0.6$. ന്റെ ഗുണകം ഉണ്ട്. വിശ്രമിക്കുന്നതിന് മുമ്പ് 10 മീറ്റർ സഞ്ചരിക്കുന്നതിന് വസ്തുവിന് എന്ത് പ്രാരംഭ വേഗത നൽകണം?

വസ്തു ഉപരിതലത്തിൽ നീങ്ങുമ്പോൾ അതിന് മൂന്ന് ശക്തികൾ അനുഭവപ്പെടും.

a) താഴേക്കുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം (mg)

b) മുകളിലേക്കുള്ള സാധാരണ ശക്തി (N)

c) വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തിന് എതിർവശത്തുള്ള ഘർഷണ ശക്തി.

ലംബ ദിശയിൽ ചലനമൊന്നും ഇല്ലാത്തതിനാൽ, സാധാരണ ശക്തിയുടെ വ്യാപ്തി ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന്റെ വ്യാപ്തിക്ക് തുല്യമാണ്.

$$N = mg$$

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാമത്തെ നിയമം x ദിശയിൽ പ്രയോഗിക്കുന്നു.

$$m\vec{a} = -\mu_k mg\hat{i}$$

ത്വരണം $\vec{a} = -\mu_k mg\hat{i}$

ഊർജ്ജ ശക്തി നെഗറ്റീവ് x ദിശയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിന് ത്വരണം x ദിശയിലാണെന്നത് ശ്രദ്ധിക്കുക. അല്ലെങ്കിൽ

$$a = -\mu_k g$$

മുഴുവൻ ചലനത്തിലും ത്വരണമ ഏകസമാനതാനമാണെന്ന് ശ്രദ്ധിക്കുക. അന്തിമ വേഗത കണ്ടെത്താൻ നമുക്ക് ന്യൂട്ടന്റെ ചലനാത്മക സമവാക്യം ഉപയോഗിക്കാം.

x ദിശയ്ക്ക് നേരെയായി $v^2 = u^2 + 2as$

ഇവിടെ v = അന്തിമ വേഗതയും u = പ്രാരംഭ വേഗതയും ദൂരം സഞ്ചരിക്കാൻ നൽകണം.

ഈ പ്രശ്നത്തിൽ $s = 10$ m

കണിക സ്വസ്ഥമായി വരുന്നതിനാൽ അവസാന വേഗത $v = 0$

$$0 = u^2 - 2\mu_k gs$$

$$u = \sqrt{2\mu_k gs}$$

$$u = \sqrt{2\times 0.6\times 9.8\times 10} = 10.8\ ms^{-1}$$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 279 27-04-2022 13:20:32

14. (റോഡിന്റെ ബാങ്കിംഗ്) വിഭാഗത്തിൽ കാറിൽ റോഡ് ചെലുത്തുന്ന സംഘർഷങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടില്ല. കാർ ടയറും റോഡിന്റെ ഉപരിതലവും തമ്മിലുള്ള സ്റ്റാറ്റിക് സംഘർഷത്തിന്റെ ഗുണകം μ_s ആണെങ്കിൽ, കാറിന് സുരക്ഷിതമായ വഴിത്തിരിവ് നേടാനാകുന്ന ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ വേഗത കണക്കാക്കുക?

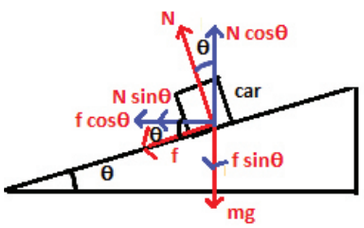
റോഡരികിൽ കാർ തിരിയുമ്പോൾ, ഇനിപ്പറയുന്ന മൂന്ന് ശക്തികൾ കാറിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

(1) ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം താഴേക്ക് പ്രവർത്തിക്കുന്നു

(2) സാധാരണ ശക്തി N, റോഡിന് ലംബമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

(3) സ്റ്റാറ്റിക് ഫ്രിക്ഷണൽ ഫോഴ്സ് f കാറിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ഇനിപ്പറയുന്ന ചിത്രം തിരശ്ചീനമായും, ലംഭമായും പ്രവർത്തിക്കുന്ന ശക്തികളെ കാണിക്കുന്നു.



കാർ വേഗത v ഉപയോഗിച്ച് തിരിയുമ്പോൾ സാധാരണ ശക്തിയുടെയും സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണബലത്തിന്റെയും തിരശ്ചീനഘടകത്താൽ കേന്ദ്രീകൃത ശക്തി പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഇത്,

$$N\sin\theta + f\cos\theta = \frac{mv^2}{r} \qquad (1)$$

ലംബ ദിശയിൽ, ത്വരണം ഇല്ല. സാധാരണ ശക്തിയുടെ ലംബ ഘടകം താഴേക്കുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും ഘർഷണ ശക്തിയുടെ താഴേക്കുള്ള ലംബ ഘടകവും ഉപയോഗിച്ച് സന്തുലിതമാകുമെന്ന് ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിനെ ഇങ്ങനെ പ്രകടിപ്പിക്കാം,

$$N\cos\theta = mg + f\sin\theta$$

അല്ലെങ്കിൽ $N\cos\theta - f\sin\theta = mg \qquad (2)$

സമവാക്യം (1) സമവാക്യം (2) ഉപയോഗിച്ച് ഡ്രൈവിംഗ് ചെയ്താൽ നമുക്ക്, ഇങ്ങനെ ലഭിക്കും,

$$\frac{N\sin\theta + f\cos\theta}{N\cos\theta - f\sin\theta} = \frac{v^2}{rg} \qquad (3)$$

സേഫ് ടേണിനുള്ള പരമാവധി വേഗത കണക്കാക്കാൻ, നമുക്ക് പരമാവധി സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം $f = \mu_s N$ ഉപയോഗിക്കാം. ഈ ബന്ധത്തെ സമവാക്യത്തിൽ (3) മാറ്റി സ്ഥാപിക്കുന്നതിലൂടെ നമുക്ക് ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്നു,

$$\frac{N\sin\theta + \mu_s N\cos\theta}{N\cos\theta - \mu_s N\sin\theta} = \frac{v_{\text{പരമാവധി}}^2}{rg}$$

ഈ സമവാക്യം ലളിതമാക്കുന്നതിലൂടെ,

$$\frac{N\cos\theta\left\{\left(\frac{N\sin\theta}{N\cos\theta}\right)+\mu_s\right\}}{N\cos\theta\left(1-\mu_s\frac{N\sin\theta}{N\cos\theta}\right)} = \frac{v_{\text{പരമാവധി}}^2}{rg}$$

$$\frac{\left(\tan\theta+\mu_s\right)}{1-\mu_s\tan\theta} = \frac{v_{\text{പരമാവധി}}^2}{rg}$$

സുരക്ഷിതമായ തിരിയലിനുള്ള പരമാവധി വേഗത നൽകിയിരിക്കുന്നത്, $v_{\text{പരമാവധി}} = \sqrt{rg\frac{\left(\tan\theta+\mu_s\right)}{\left(1-\mu_s\tan\theta\right)}}$ (4)

സംഘർഷത്തിന്റെ ഫലത്തെ ഞങ്ങൾ അവഗണിക്കുന്നുവെന്ന് കരുതുക ($\mu_s = 0$) തുടർന്ന് സുരക്ഷിത വേഗത, $v_{\text{സുരക്ഷിതം}} = \sqrt{rg\tan\theta}$ (5)

ഘർഷണത്താൽ സുരക്ഷിതമായ വളയുന്ന കാറിന്റെ ഉന്നത വേഗത വർദ്ധിക്കുന്നു. (സമവാക്യം 4). കാർ $v < v_{\text{സുരക്ഷിതം}}$ വേഗതയിൽ തിരിയുന്നുവെങ്കിൽ, അകത്തുള്ള, വഴുതൽ തടയുന്നതിനും സ്ഥിര ഘർഷണം ചരിവിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. കാർ

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 280 27-04-2022 13:20:34

വേഗതയേക്കാൾ അല്പം കൂടുതലാണെങ്കിൽ, സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം ചരിവിലൂടെ താഴേക്ക് പുറത്തേക്ക് പോകുന്നത് തടയുന്നു. എന്നാൽ വേഗതയേക്കാൾ വേഗത്തിൽ കാർ തിരിയുകയാണെങ്കിൽ സ്റ്റാറ്റിക് ഘർഷണം ബാഹ്യ സ്കിഡിംഗിൽ നിന്ന് തടയാൻ കഴിയില്ല.

പരിഹരിച്ച ഉദാഹരണം യൂണിറ്റ് 4

1. ഒരു ശക്തി $\vec{F} = \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ N ഒരു കണികയിൽത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുകയും, $\vec{S} = 4\hat{i} + 6\hat{j}$ m ദൂരത്തിലൂടെ അതിനെ സ്ഥാനഭ്രംശം ചെയ്യുകയും ചെയ്യുന്നു. ചെയ്ത ജോലി കണക്കാക്കുക.

നിർദ്ധാരണം:

വേഗം $\vec{F} = \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ N

ദൂരം $\vec{S} = 4\hat{i} + 6\hat{j}$ m

ചെയ്ത ജോലി $= \vec{F} \cdot \vec{S} = (\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}) \cdot (4\hat{i} + 6\hat{j})$

$= 4+12+0 = 16$ J

2. ഒരു കണിക X അക്ഷത്തിൽ x=0 മുതൽ x=8 വരെ F= $3x^2 - 4x + 5$ നൽകിയ ഒരു സ്വാധീനത്തിൽ നീങ്ങുന്നു. ശക്തിയുടെ പ്രക്രിയയിൽ ചെയ്ത ജോലി കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

x=0 മുതൽ x=8 വരെ ഒരു കഷ്ണം നീക്കുന്നതിനുള്ള ജോലി

$$W = \int_0^8 F dx = \int_0^8 (3x^2 - 4x + 5) dx$$
$$= \left[\frac{3x^3}{3} - \frac{4x^2}{2} + 5x \right]_0^8$$

$$W = \left[3\frac{(8)^3}{3} - 4\left(\frac{8^2}{2}\right) + 40 \right]$$
$$= [512 - 128 + 40] = 424 J$$

3. സ്ഥിരാവസ്ഥയിൽ മാസ്സ് 10 കിലോഗ്രാമുള്ള ഒരു വസ്തു വിശ്രമത്തിൽ, 16N ശക്തിക്ക് വിധേയമാണ്. 10 സെക്കന്റിൽ അവസാനം ചലനാത്മത ഊർജ്ജം കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

പിണ്ഡം m = 10 kg
ഫോഴ്സ് F = 16 N
സമയം t = 10 s

$$a = F/m = \frac{16}{10} = 1.6 m s^{-2}$$

നമുക്കറിയാം, $v = u + at$

$$= 0 + 1.6 \times 10 = 16\ m\ s^{-1}$$

ചലനാത്മക ഊർജ്ജം $K.E = \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 16 \times$$

$$16 = 1280 J$$

4. 5 കിലോ പിണ്ഡമുള്ള ഒരു വസ്തു 1000 J യുടെ ഗതികോർജ്ജം ഉപയോഗിച്ച് ലംബമായി മുകളിലേക്ക് എറിയുന്നു. ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലമുള്ള ത്വരണം $10\ m\ s^{-2}$ ആണെങ്കിൽ, ഗതികോർജ്ജം യഥാർത്ഥ മൂല്യത്തിന്റെ പകുതിയാകുന്ന ഉയരം കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

പിണ്ഡം m = 5 kg
ഗതികോർജ്ജം E = 1000 J
g = $10\ m\ s^{-2}$

ഉയരത്തിൽ 'h', $mgh = \frac{E}{2}$

$$5 \times 10 \times h = \frac{1000}{2}$$

$$h = \frac{500}{50} = 10 m$$

5. 60 kg യും, 30 kg യും പിണ്ഡമുള്ള രണ്ട് ബോഡികൾ $40 cm\ s^{-1}, 30 cm\ s^{-1}$ വേഗതയോടുകൂടി നേർരേഖയിൽ ചലിക്കുകയും ഒരു പരിമാണ ഇലാസ്തികത കൂട്ടിമുട്ടലിന് വിധേയമാകു

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 281 27-04-2022 13:20:36

കയും ചെയ്യുന്നു അവയുടെ വേഗത കണ്ടെത്തുക,

നിർദ്ധാരണം:

പിണ്ഡം $m_1 = 60\ kg$

പിണ്ഡം $m_2 = 30\ kg$

$$V_1 = 40\ cms^{-1}$$

$$V_2 = 30\ cms^{-1}$$

നിർദ്ധാരണം:

$$v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$$

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}u_2 + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}u_1$$

മൂല്യങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ, ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നു,

$$v_1 = \frac{(60-30)}{90} \times 40 + \frac{2 \times 30}{90} \times 30$$

$$v_1 = \frac{1}{90}\ [1200 + 1800\ ]$$

$$= \frac{3000}{90} = 33.3 cms^{-1}$$

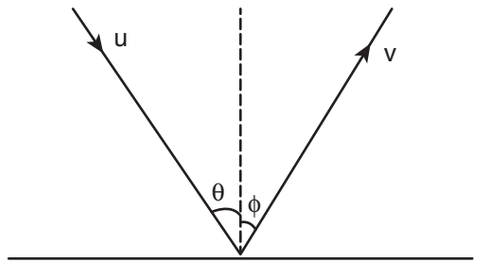
അതുപോലെ,

$$v_2 = \frac{(30-60)}{90} \times 30 + \frac{2 \times 60}{90} \times 40$$

$$v_2 = \frac{1}{90}[-900 + 4800]$$

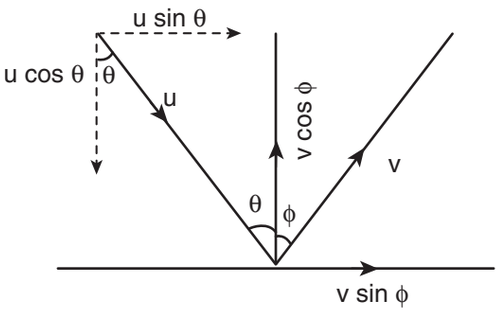
$$= \frac{3900}{90} = 43.3 cms^{-1}$$

6. ഒരു വസ്തു തിരശ്ചീന ഘർഷണരഹിത നിലത്ത് u വേഗത്തിൽ ലംബമായ θ കോണത്തിൽ പതിക്കുകയും v വേഗത്തിൽ ലംബവുമായി ϕ കോണിൽ പതിച്ച് തിരിച്ചു വരുന്നു. വസ്തുവിനും നിലത്തിനുമിടയിലുള്ള പുനസ്ഥാപന ഗുണാങ്കം e ആകുന്നു. v യുടെ അളവ് കണ്ടുപിടിക്കുക?



നിർദ്ധാരണം:

വേഗതയുടെ ഘടകം പ്രയോഗിക്കുക,



വേഗതയുടെ x - ഘടകം

$$u\sin\theta = v\sin\phi \qquad (1)$$

y – വേഗതയുടെ വ്യാപ്തി തുല്യമല്ല, അതിനാൽ റെസ്റ്റിറ്റ്യൂഷന്റെ ഗുണകം ഉപയോഗിച്ച്,,

$$e = \frac{v\cos\varphi}{u\cos\theta} \qquad (2)$$

സ്വകയറിംഗ് (1), (2) എന്നിവ ചേർത്ത് നമുക്ക് ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്നു.

$$v^2 \sin^2\varphi = u^2 \sin^2\theta$$

$$v^2 \cos^2\varphi = e^2u^2 \cos^2\theta$$

സങ്കലനം ചെയ്യുമ്പോൾ

$$v^2 = u^2 \sin^2\theta + e^2u^2 \cos^2\theta$$

$$\therefore v^2 = u^2\left[\sin^2\theta + e^2\cos^2\theta\right]$$

$$v = u\sqrt{\sin^2\theta + e^2\cos^2\theta}$$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 282 27-04-2022 13:20:38

7. m ദ്രവ്യമാനമുള്ള ഒരു കണികയെ ബല സ്ഥിരാങ്കം k യും വലിച്ചു നീട്ടാത്ത നീളം l ഉം ഉള്ള ഒരു സ്പ്രിംഗിന്റെ ഒരറ്റത്ത് ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു തിരശ്ചീന വൃത്തത്തിൽ ഒരു കോണീയ വേഗത ഉപയോഗിച്ച് ഇത് തിരിക്കുന്നു. സ്പ്രിംഗിന്റെ നീളം കൂട്ടുന്നത് എന്താണ്?

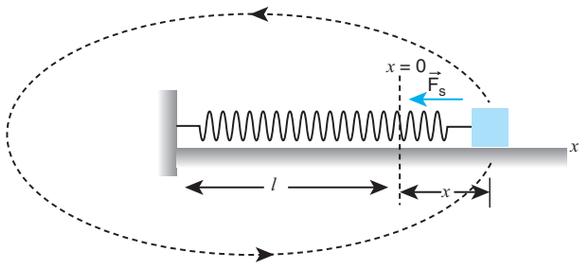
നിർദ്ധാരണം:

കണങ്ങളുടെ പിണ്ഡം = m

ബല സ്ഥിരാങ്കം = k

അൺ സ്ട്രെച്ച്ഡ് നീളം = l

കോണീയ വേഗത = ω



'x' എന്നത് സ്പ്രിംഗിന്റെ നീള വർദ്ധനവ് എന്നു കരുതുക.

പുതിയ നീളം = $(l+x)$ = r

സ്പ്രിംഗ് ഒരു ഹൊറിസോണ്ടൽ സർക്കിളിൽ തിരിയുമ്പോൾ,

സ്പ്രിംഗ് ബലം = അഭികേന്ദ്രബലം.

$$kx = m\omega^2(l+x)$$

$$x = \frac{m\omega^2 l}{k - m\omega^2}$$

8. ഒരു തോക്ക് ഒരു ടാർഗറ്റ് X ലെക്ക് സെക്കന്റിൽ g ബുള്ളറ്റുകൾ എറിയുന്നു. ഓരോ ബുള്ളറ്റിന്റെയും പിണ്ഡം 3 ഗ്രാം, വേഗത 600 ms^{-1} ആണെങ്കിൽ, ബുള്ളറ്റുകൾ നൽകുന്ന പവർ കണക്കാക്കുക.

നിർദ്ധാരണം:

പവർ = സെക്കന്റിൽ വർക്കുകൾ = സെക്കന്റിൽ 8 ബുള്ളറ്റുകളുടെ മൊത്തം ഗതികോർജ്ജം

$P = 8 \times$ (*ഒരു സെക്കന്റിൽ ഓരോ ബുള്ളറ്റിന്റെയും ഗതികോർജ്ജം*)

$$= 8 \times \frac{1}{2} \times \left(3 \times 10^{-3}\right) \times \left(600\right)^2$$

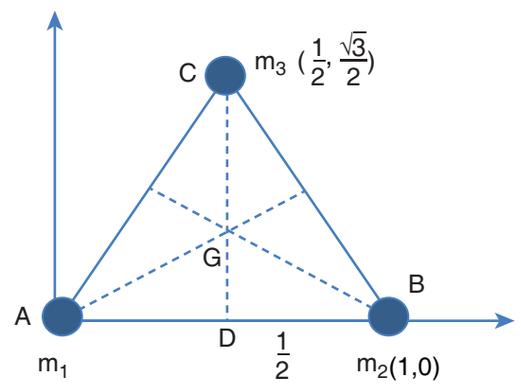
P = 4320 W

P = 4.320 kW

പരിഹരിച്ച ഉദാഹരണം യൂണിറ്റ് 5

1. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ m_1 = 1 kg, m_2 = 2 kg, m_3 = 3 kg പിണ്ഡത്തിൽ മൂന്ന് കണങ്ങൾ വശത്ത് 1m ൽ ഒരു സമീകൃത ത്രികോണത്തിന്റെ കോണുകളിൽ സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്ന പിണ്ഡത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിന്റെ സ്ഥാനം കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:



ഒരു സമീകൃത ത്രികോണത്തരിന്റെ പിണ്ഡത്തിന്റെ കേന്ദ്രം അതിന്റെ ജ്യാമിതീയ കേന്ദ്രത്തിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്.

m_1, m_2, m_3 എന്നിവയുടെ സ്ഥാനങ്ങൾ A, B, C സ്ഥാനങ്ങളിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ പിണ്ഡത്തിന്റെ തന്നിരിക്കുന്ന സ്ഥാനത്ത് നിന്ന്,

പിണ്ഡത്തിന്റെ m_1, m_2 എന്നിവയുടെ കോർഡിനേറ്റുകൾ യഥാക്രമം (0,0), (1,0) എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തുന്നു.

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 283 27-04-2022 13:20:38

m_3 യുടെ സ്ഥാനം കണ്ടെത്താൻ പൈത ഗോറസ് സിദ്ധാന്തം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ΔDBC ഒരു വലതു കോണ ത്രികോണമായതിനാൽ,

$$BC^2 = CD^2 + DB^2$$

$$CD^2 = BC^2 - DB^2$$

$$CD^2 = 1^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1 - \left(\frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4}$$

$$CD = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

പിണ്ഡം m_3 യുടെ സ്ഥാനം

$\left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ അല്ലെങ്കിൽ $\left(0.5, 0.5\sqrt{3}\right)$

X പിണ്ഡ കേന്ദ്രത്തിന്റെ കോർഡിനേറ്റ്,

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$x_{CM} = \frac{(1\times 0) + (2\times 1) + (3\times 0.5)}{1+2+3} = \frac{3.5}{6}$$

$$x_{CM} = \frac{7}{12}\,\text{m}$$

Y പിണ്ഡ കേന്ദ്രത്തിന്റെ കോർഡിനേറ്റ്,

$$y_{CM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$y_{CM} = \frac{(1\times 0) + (2\times 0) + (3\times 0.5\times \sqrt{3})}{1+2+3} = \frac{1.5\sqrt{3}}{6}$$

$$y_{CM} = \frac{\sqrt{3}}{4}\ \text{മീ.}$$

∴ പിണ്ഡത്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിന്റെ കോർഡിനേറ്റുകൾ, $G\left(x_{CM}, y_{CM}\right), \left(\frac{7}{12}, \frac{\sqrt{3}}{4}\right)$ ആകുന്നു.

2. പിണ്ഡം $.9 \times 10^{-31} kg$ 0.53 ആരം വ്യത്താകൃതിയിലുള്ള ഭ്രമണ പഥത്തിൽ ഒരു ന്യൂക്ലിയസിനു ചുറ്റും കറങ്ങുന്നു. ഇലക്ട്രോണിന്റെ കോണീയ ആവേഗം എന്താണ്?, (ഇലക്ട്രോണിന്റെ വേഗത $v = 2.2 \times 10^6 m s^{-1}$)

നിർദ്ധാരണം:

ഇലക്ട്രോണിന്റെ പിണ്ഡം, $m = 9 \times 10^{-31} kg$

ഇലക്ട്രോണിന്റെ ആരം, r = 0.53 Å = $0.53 \times 10^{-10} m$

ഇലക്ട്രോണിന്റെ വേഗത, $v = 2.2 \times 10^6 m s^{-1}$

ഇലക്ട്രോണിന്റെ കോണീയ ആവേഗം, L = I ω

ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഒരു പോയിന്റ് പിണ്ഡമായി കണക്കാക്കുന്നു. അതിനാൽ, അതിന്റെ നിഷ്ക്രിയ നിമിഷം, $I = m r^2$

ബന്ധം, $\omega = \frac{v}{r}$ ഉപയോഗിക്കാം.

കോണീയ ആവേഗം, $L = mr^2 \times \frac{v}{r}$

= mvr

$$= 9.1 \times 10^{-31} \times 2.2 \times 10^6 \times 0.53 \times 10^{-10}$$

$$L = 1.06 \times 10^{-34}\, kg\, m^2\, s^{-1}$$

3. ദ്രവ്യമാനം 20 kg, ആരം 0.25 m ഉള്ള ഒരു ഗോളം അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന അക്ഷത്തിനനുസ്യൂതമായി ചുറ്റുന്നു. കോണീയ പ്രവേഗം 5 rad s^{-1} ആണെങ്കിൽ, കോണീയ ആവേഗം എന്താണ്?

നിർദ്ധാരണം:

ഗോളത്തിന്റെ പിണ്ഡം, m = 20 kg

റേഡിയസ് r = 0.25 m

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 284 27-04-2022 13:20:43

കോണീയ വേഗത $\omega = 5 \text{ rad s}^{-1}$

നിർദ്ധാരണം:

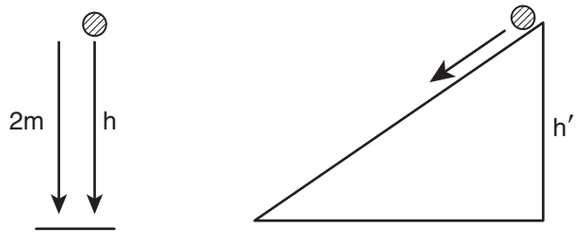
കോണീയ ആവേഗം $L = I\omega = \frac{2}{5}mr^2\omega$

$$= \frac{2}{5} \times 20 \times (0.25)^2 \times 5 = 40 \times (0.0625) = 2.5$$

$$L = 2.5 \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}$$

4. 2 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ നിന്ന് താഴേക്കിറങ്ങുമ്പോൾ ഒരു സോളിഡ് സിലിണ്ടർ നിലത്ത് എത്തുമ്പോൾ ഒരു വേഗത കൈവരിക്കും. അതേ സിലിണ്ടർ മുകളിൽ നിന്ന് താഴേക്ക് ഉരുട്ടിയാൽ ഒരേ വേഗതയിൽ ഭൂമിയിലെത്താൻ ഒരു ചരിഞ്ഞ തലത്തിന്റെ ഉയരം ഏതായിരിക്കണം? വേഗതയും കണക്കു കൂട്ടുക.

നിർദ്ധാരണം:



ആദ്യ സന്ദർഭത്തിൽ,

സാധ്യതയുള്ള ഊർജ്ജം = ഗതികോർജ്ജം

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$mg \times 2 = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (1)$$

രണ്ടാമത്തെ സാഹചര്യത്തിൽ,

സാധ്യതയുള്ള ഊർജ്ജം = നേർരേഖാ ഗതികോർജ്ജം + ഭ്രമണ ഗതികോർജ്ജം

$$mgh' = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$mgh' = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{mr^2}{2}\right)\left(\frac{v^2}{r^2}\right)$$

$$\therefore mgh' = \frac{3}{4}mv^2 \qquad (2)$$

(2) നെ (1) കൊണ്ട് ഹരിക്കുന്നു.,

$$\frac{mgh'}{mg \times 2} = \frac{\frac{3}{4}mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{3}{4} \times \frac{2}{1} = \frac{3}{2}$$

$$h' = 3\,m$$

സമവാക്യം (1), ൽ നിന്ന്, $2mg = \frac{1}{2}mv^2$

$$v = \sqrt{4g} = 2\sqrt{g}$$

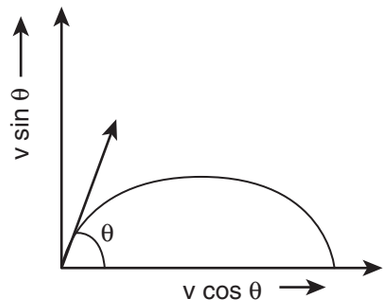
$$v = 2 \times \sqrt{9.81}$$

$$v = 6.3\,m\,s^{-1}$$

5. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ X-Y തലത്തിലെ x അക്ഷത്തിൽ m ദ്രവ്യമാനവും, പ്രാരംഭ വേഗത v യുമുള്ള ഒരു ചെറിയ കണിക θ കോണിൽ ക്ഷേപണം ചെയ്യുന്നു. കണികയുടെ കോണീയ ആവേഗം കണ്ടുപിടിക്കുക.

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 285 27-04-2022 13:20:47

നിർദ്ധാരണം:



പിണ്ഡം m ന്റെ കണിക t സമയത്തിൽ ഒരു തിരശ്ചീന ദൂരം x കടക്കട്ടെ.

കോണീയ ആവേഗം $\vec{L} = \int \vec{\tau}\, dt$

പക്ഷേ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$ കൂടാതെ $\vec{F} = -mg\hat{j}$

$$\therefore \vec{\tau} = \left(x\hat{i} + y\hat{j}\right) \times \left(-mg\hat{j}\right)$$

$$\vec{\tau} = -mgx\left(\hat{i} \times \hat{j}\right) = -mgx\hat{k}$$

$$\vec{L} = -mg\int \left(xdt\right)\hat{k} = -mgv\cos\theta\left(\int tdt\right)\hat{k}$$

പ്രാരംഭ സമയം $t = 0$ അവസാന സമയം $t = t_f$

$$\therefore \vec{L} = -mgv\cos\theta\left(\int_0^{t_f} tdt\right)\hat{k} = -\frac{1}{2}mgv\cos\theta t_f^2\ \hat{k}$$

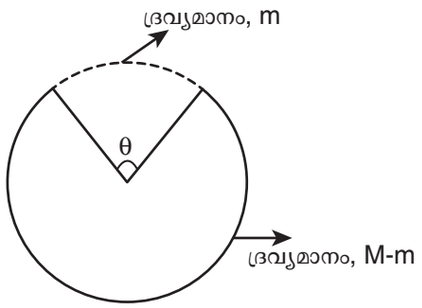
നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം സൂചിപ്പിക്കുന്നത്, $\vec{L}$ പോയിന്റ് അകത്തേക്കാണ്.

6. പിണ്ഡം M ഉം ആരം R ഉം ഉള്ള ഒരു പൂർണ്ണ വലയത്തിൽ നിന്നും ഒരു സെക്ടർ ആംഗിൾ θ നീക്കം ചെയ്യുന്നു. വളയത്തിന്റെ മധ്യത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നതും വളയത്തിന്റെ തലം ലംബമായി വരുന്നതുമായ അക്ഷത്തിനനുസൃതമായ അപൂർണ്ണ വലയത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണ്ടുപിടിക്കുക?

നിർദ്ധാരണം:

R റിംഗിന്റെ ആരം ആയിരിക്കട്ടെ, M പൂർണ്ണ വലയത്തിന്റെ ആകെ പിണ്ഡമായിരിക്കട്ടെ.

റിംഗിൽ നിന്ന് നീക്കം ചെയ്ത വിഭാഗത്തിന്റെ പിണ്ഡം M ആയിരിക്കട്ടെ, എങ്കിൽ അപൂർണ്ണമായ റിംഗിന്റെ പിണ്ഡം M-m



നമുക്ക് ഒരു പോസിറ്റീവ് സംഖ്യ (n), അവതരിപ്പിക്കാം, $n\theta = 360^\circ$, അല്ലെങ്കിൽ $n = \dfrac{360^\circ}{\theta}$

അപൂർണ്ണമായ വളയത്തിന്റെ പിണ്ഡം $= M - m$

$$m = \frac{M}{360} \times \theta$$

അപൂർണ്ണമായ വളയത്തിന്റെ പിണ്ഡം $= M - \dfrac{M}{360} \times \theta$

അപൂർണ്ണമായ വളയത്തിന്റെ പിണ്ഡം $M - \dfrac{M}{n} = M\dfrac{(n-1)}{n}$

ഉദാഹരണത്തിന്,, $\theta = 60^\circ;\ n = \dfrac{360^\circ}{60^\circ} = 6$

$$\therefore n - 1 = 5$$

അപൂർണ്ണമായ വളയത്തിന്റെ പിണ്ഡം $= \dfrac{5}{6}M$

b) $\theta = 30^\circ$ *ആകുമ്പോൾ,* $n = \dfrac{360^\circ}{30^\circ} = 12$

$$n - 1 = 11$$

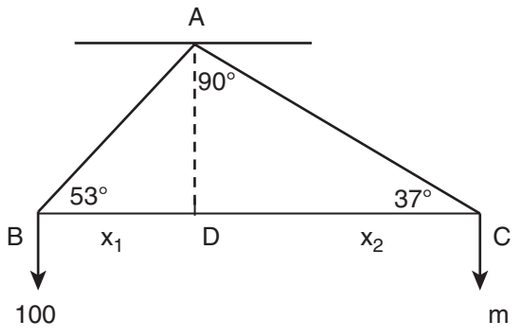
അപൂർണ്ണമായ വളയത്തിന്റെ പിണ്ഡം $= \dfrac{11}{12}M$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 286 27-04-2022 13:20:51

അപൂർണ്ണമായ വളയത്തിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ, $I = M\frac{(n-1)}{n}R^2$

7. പിണ്ഡമില്ലാത്ത വലത് കോണാകൃതിയിലുള്ള ത്രികോണംഅതിന്റെവലത്കോണിൽമൂലയിൽ താൽക്കാലികമായി നിർത്തി വച്ചിരിക്കുന്നു. മറ്റൊരു കോണിൽ നിന്ന് 100 കിലോഗ്രാം പിണ്ഡം താൽക്കാലികമായി നിർത്തി വച്ചിരി ക്കുന്നു. ഇത് 53^0 കോണിൽ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. മറ്റ് കോണിൽ നിന്ന് സസ്പെൻഡ് ചെയ്യേണ്ട പിണ്ഡം m കണ്ടെത്തുക, അങ്ങനെ BC (ഹൈ പ്പോ ടെൻ യൂസ്) തിരശ്ചീനമായി തുടരും.

നിർദ്ധാരണം:



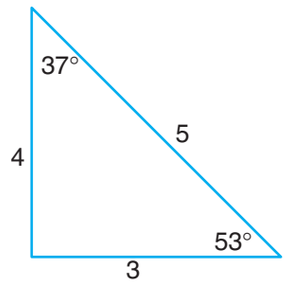
നിങ്ങളുടെ തത്വത്തിൽ നിന്ന്,

$$100 \times g \times x_1 = m \times g \times x_2$$

$$100 \times \cos 53^o = m \times \cos 37^o \qquad (1)$$

ഇവിടെ, x_1, x_2 എന്നിവ ഭുജത്തിന്റെ നീളമാണ്.

$37^o, 53^o, 90^o$ കോണുകളുള്ള വലത് കോണ ത്രികോണം ഒരു പ്രത്യേക ത്രികോണമാണ്., അത് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ 3:4:5 എന്ന അനുപാതത്തിൽ ബന്ധപ്പെട്ട വശ ങ്ങളുണ്ട്.



സമവാക്യങ്ങൾ (1) ലെ മൂല്യങ്ങൾ മാറ്റി സ്ഥാപി ക്കുന്നു,

$$100 \times \cos 53^o = m \times \cos 37^o$$

$$100 \times \frac{3}{5} = m \times \frac{4}{5}$$

$$m = 100 \times \frac{3}{4}$$

$$m = 75\,kg$$

8. ഒരു ഫ്ളൈ വീലിന്റെ വേഗത 30 rpm മുതൽ 720 rpm വരെ വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നതിന് 1000 J ഊർജ്ജംചെലവഴിക്കുകയാണെങ്കിൽ,ചക്രത്തി ന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കണ്ടെത്തുക.

നിർദ്ധാരണം:

$$\omega_1 = 30rpm = 2\pi \times \frac{30}{60} rads^{-1} = \pi\ rads$$

$$\omega_2 = 720rpm$$

$$= 2\ \pi \times \frac{720}{60} rads^{-1} = 24\pi\ rads$$

ഗതികോർജ്ജത്തിലെ മാറ്റം,

$$\Delta KE = \frac{1}{2} I(\omega_2^{\ 2} - \omega_1^{\ 2})$$

$$I = \frac{2 \times \Delta KE}{(\omega_2^{\ 2} - \omega_1^{\ 2})} = \frac{2 \times 1000}{(24\pi)^2 - (\pi)^2}$$

$$I = \frac{2000}{25\pi \times 23\pi}$$

ഓർമ്മിക്കുക:

$a^2 - b^2 = (a + b)\ (a - b)$

$I \approx 0.35\ kg\ m^2$ കാരണം $\pi^2 \approx 10$

9. ഒരേ ദൂരവും ഒരേ പിണ്ഡവുമുള്ള രണ്ട് സിലി ണ്ടറുകൾ പരിഗണിക്കുക. സിലിണ്ടറുകളി ലൊന്ന് ദൃഢവും മറ്റൊന്ന് പൊള്ളയായതുമായി രിക്കട്ടെ. ഒരേ ടോർക്കിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ, അവയിൽ ഏതിനാണ് മെറ്റാന്നിനേക്കാൾ കൂടു തൽ കോണീയ ത്വരണം ലഭിക്കുന്നത്?

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 287 27-04-2022 13:20:55

നിർദ്ധാരണം:

സോളിഡ് സിലിണ്ടറിന്റെ അച്ചുതണ്ടിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ $I_s = \frac{1}{2}MR^2$

പൊള്ളയായ സിലിണ്ടറിന്റെ അച്ചുതണ്ടിന്റെ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ $I_h = MR^2$

$I_s = \frac{1}{2} I_h$ അല്ലെങ്കിൽ $I_h = 2I_s$

ടോർക്ക് $\tau = I\alpha$

$$\alpha = \frac{\tau}{I}$$

$\alpha_s = \frac{\tau}{I_s}$ കൂടാതെ $\alpha_h = \frac{\tau}{I_h}$

$$\alpha_s I_s = \alpha_h I_h \Rightarrow \alpha_s = \alpha_h \frac{I_h}{I_s}$$

അതുകാരണം, $I_h > I_s \Rightarrow \frac{I_h}{I_s} > 1$

$\therefore \alpha_s > \alpha_h$

ഒരേടോർക്കിനായി,ഒരുസോളിഡ്സിലിണ്ടറിന് പൊള്ളയായ സിലിണ്ടറിനേക്കാൾ കൂടുതൽ ത്വരണം ലഭിക്കുന്നു.

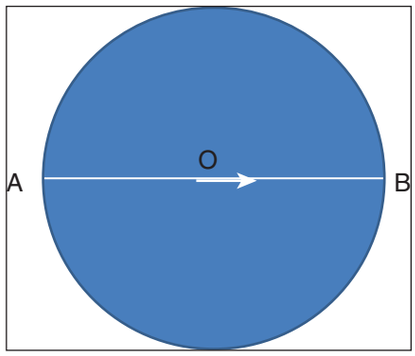
കുറിപ്പ്: മുകളിലുള്ള രണ്ട് സിലിണ്ടറുകൾ വ്യത്യസ്ത ഡെൻസിറ്റി ഉള്ള വസ്തുക്കളാൽ നിർമ്മിച്ചിരിക്കണം. (കാരണം പറയുക)

10. നേർത്ത തിരശ്ചീന വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഡിസ്ക് അതിന്റെ മദ്ധ്യത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന ലംബ അക്ഷത്തിൽ കറങ്ങുന്നു. ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ ഒരു പ്രാണിയുടെ വ്യാസത്തിനൊപ്പം A മുതൽ പോയിന്റ് B വരെ പോകുന്നു. വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഡിസ്കിന്റെ കോണീയ വേഗത എങ്ങനെ മാറുന്നുവെന്ന് ചർച്ച ചെയ്യുക?

നിർദ്ധാരണം:

ഡിസ്ക് സ്വതന്ത്രമായി കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ, അതിൽ പ്രാണികളോടൊപ്പം, സിസ്റ്റത്തിന്റെ കോണീയ ആവേഗം സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു.

$$L = I\omega = \text{സ്ഥിരാങ്കം}$$



പ്രാണികൾ കേന്ദ്രത്തിലേയ്ക്ക് നീങ്ങുമ്പോൾ (A മുതൽ O വരെ), നിഷ്ക്രിയതയുടെ നിമിഷം (I) കുറയുന്നു. അങ്ങനെ, കോണീയ വേഗത (ω) വർദ്ധിക്കുന്നു. അത് കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് (O മുതൽ B വരെ) നീങ്ങുമ്പോൾ, നിഷ്ക്രിയതയുടെ (1) നിമിഷം വർദ്ധിക്കുന്നു. അങ്ങനെ, കോണീയ വേഗത (ω) കുറയുന്നു.

11. (i) $\sqrt{E_{kr}}$ നും L നും ഇടയിലുള്ള ഗ്രാഫിന്റെ ആകൃതി എന്താണ്? (E_{kr} റൊട്ടേഷൻ ഗതികോർജ്ജവും, L കോണീയ ആവേഗവുമാണ്)

(ii) ഗ്രാഫിന്റെ ചരിവിൽ നിന്ന് നിങ്ങൾക്ക് എന്ത് വിവരങ്ങൾ ലഭിക്കും?

(iii) A,B എന്നീ രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ $\sqrt{E_{kr}}$ ന്റെ ഗ്രാഫ് നൽകിയിരിക്കുന്നു. ഏതിനാണ് കൂടുതൽ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ ഉള്ളത്?

നിർദ്ധാരണം:

i) നമുക്കറിയാം, റൊട്ടേഷൻ ഗതികോർജ്ജം,

$$E_{kr} = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$= \frac{1}{2} I\omega \times \omega = \frac{1}{2}.L.\omega = \frac{1}{2}\frac{L^2}{I} \qquad \because L = I\omega, \ \omega = L/I$$

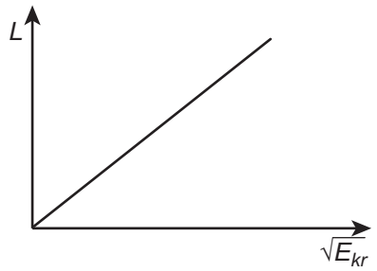
$$E_{kr} = \frac{L^2}{2I}$$

$$L^2 = 2IE_{kr}$$

$$L = \sqrt{2IE_{kr}} = \sqrt{2I}.\sqrt{E_{kr}}$$

XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 288 27-04-2022 13:20:59

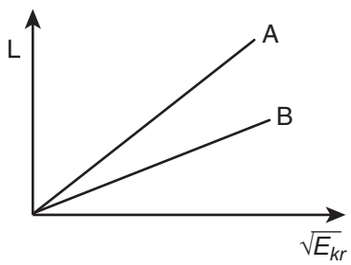
$\sqrt{E_{kr}}$ ന്റെയും L ന്റെയും ഗ്രാഫ്:



ഗ്രാഫിന്റെ ആകൃതി ഒരു നേർരേഖയാണ്.

ii) ഗ്രാഫിന്റെ ചരിവ് മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ മൂല്യം നൽകുന്നു.

iii) ചരിവ് മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യയുടെ മൂല്യം നൽകുന്നുവെന്ന് നമുക്കറിയാം, A വരിക്ക് ഉയർന്ന ചരിവുള്ളതിനാൽ കൂടുതൽ മൊമന്റ് ഓഫ് ഇനേർഷ്യ കാണുന്നു.



12. ഒരു ചരിഞ്ഞതലത്തിൽ വഴുതി വീഴാതെ നേർത്ത ഏകീകൃത വൃത്താകൃതിയിലുള്ള മോതിരം താഴേയ്ക്ക് ഉരുളുന്നത് പരിഗണിക്കുക. ചരിഞ്ഞതലത്തിനൊപ്പം ചരിവിന്റെ കോൺ 45° ആണെങ്കിൽ, ലീനിയർ ത്വരണം കണക്കാക്കുക.

നിർദ്ധാരണം:

ചരിഞ്ഞതലത്തിലുള്ള രേഖീയ ത്വരണം, ഉപയോഗിച്ച് കണക്കാക്കാം.

$$a = \frac{g\sin\theta}{1+\frac{K^2}{R^2}}$$

നേർത്ത ഏകീകൃത വൃത്താകൃതിയിലുള്ള വളയത്തിൽ കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന അക്ഷത്തിൽ, $I = MR^2$ ആകുന്നു.

$$\therefore K^2 = R^2 \Rightarrow \frac{K^2}{R^2} = 1.$$

ചരിവു കോൺ, $\theta = 45^\circ$ അതിനാൽ

$\Rightarrow (\sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}})$

അതിനാൽ,

$$a = \frac{\frac{g}{\sqrt{2}}}{1+1}$$

$$a = \frac{g}{2\sqrt{2}}\, ms^{-2}$$

മത്സര പരീക്ഷാ കോർണർ



XI Std Physics Appendix-1 Vol-1 Malayalam.indd 289 27-04-2022 13:21:00

അനുബന്ധം 2

പട്ടിക A1.1 നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലെ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവ വികാസങ്ങൾ

സൂര്യൻ, നക്ഷത്രങ്ങൾ, ഗ്രഹങ്ങൾ, ചന്ദ്രൻ എന്നിവയുടെ ചലന നിരീക്ഷണം.	ഏകദേശം 3000 BC (ആദ്യകാല ഗ്രീക്കുകാർ)
പ്രപഞ്ചത്തിൽ എല്ലാം മാറികൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഒന്നും അതേസ്ഥാനത്തു തന്നെ നിശ്ചിതമായി നിൽക്കുന്നില്ല. ഈ ധാരണയോടെയാണ് സമയം എന്ന ആശയം ആരംഭിച്ചത്.	ഏകദേശം 500 BC (ഹെരാ ക്ലീറ്റസ്)
എല്ലാം ആറ്റങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്ന ചെറിയ ചെറിയ ഘടകങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമാണ്. ആറ്റോമിസ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ വികസനം. എന്നാൽ ആ കാലത്ത് ഇത് ഒരു അനുമാനമാണ്. പരീക്ഷണാത്മക തെളിവുകളൊന്നുമില്ല.	500 BC ന്റെ അവസാനം (ഡെമോക്രാറ്റസും ലൂസിപ്പസ്സും)
■ ദൈനംദിന പ്രതിഭാസങ്ങൾക്ക് പിന്നിലെ സ്വാഭാവിക നിയമങ്ങളുടെ ആശയം ■ ഗുരുത്വാകർഷണത്തോടെയുള്ള ചലന ആശയം. ■ നാല് മൂലകങ്ങളുടെ സിദ്ധാന്തം. (എല്ലാം ഭൂമി, ജലം, തീ, പരസ്പരം രൂപാന്തരപ്പെടുത്താൻ കഴിവുള്ള വായു എന്നിവ കൊണ്ടാണ് നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത്). ■ ഭൂമി പ്രപഞ്ചത്തിന്റെ കേന്ദ്രമാണ്. (ഹൈപ്പോത്തിസീസ്) ■ വസ്തുവിനെ നീക്കാൻ ബലം ആവശ്യമാണ്. ■ ഭാരമുള്ള വസ്തുക്കൾ, ഭാരം കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കളെക്കാൾ വേഗത്തിൽ ഭൂമിയിലേയ്ക്ക് പതിക്കുന്നു.	BC 3 ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ (അരിസ്റ്റോട്ടിൽ)
■ ഭൂമി ഗോളമാണ്. ■ ഭൂമിയുടെ ആരം കൃത്യമായി അളക്കുന്നു.	ഏകദേശം 240 BC (എറ്റോസ്തീൻസ്).

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 290 27-04-2022 13:23:35

പട്ടിക A1.1 നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവവികാസങ്ങൾ.

■ സൗരയൂഥത്തിന്റെ കേന്ദ്രമാണ് സൂര്യൻ. (പരികല്പനഅതേപരീക്ഷണാത്മകതെളിവുകളാൽ തെളിയിക്കാനായില്ല). ■ ഭൂമി സ്വന്തം ഭ്രമണത്തിന്റെ അച്ചുതണ്ടിന് ചുറ്റും കറങ്ങാനുള്ള ആശയം.	ഏകദേശം BC 2 നൂറ്റാണ്ടിൽ (സാമോസിന്റെ അരിസ്റ്റാർക്കസ്) ഏകദേശം BC 2 നൂറ്റാണ്ടിൽ (സെലേഷ്യ)
■ ഹൈഡ്രോ സ്റ്റാറ്റിക്സിന്റെ ഫൗണ്ടേഷൻ ■ ലിവറിന്റെ ആശയം. ■ പുള്ളികൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള മെക്കാനിക്കൽ വർക്ക്. ■ ആർക്കിമിഡീസ് തത്വം എന്നറിയപ്പെടുന്ന ബൊയാൻസി നിയമം. ■ പൈ യുടെ ആദ്യത്തെ കൃത്യമായ മൂല്യം.	BC 3 നൂറ്റാണ്ടിൽ (അർക്കിമിഡീസ്)
■ ഗ്രഹങ്ങളുടെയും നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും ചലനത്തിൽ ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിച്ചു. ■ സൂര്യ ഗ്രഹണങ്ങളുടെ പ്രവചനം ■ ഭൂമിയുടെയും ചന്ദ്രന്റെയും ഭൂമിയുടെയും സൂര്യന്റെയും ദൂരം കണക്കാക്കാൻ ■ ജ്യോതി ശാസ്ത്ര നിരീക്ഷണം രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്.	BC 2 നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനം (ഹിപ്പാക്രസ്)
■ ജിയോ സെൻട്രിക് മോഡൽ (പരികൽപ്പനയല്ല നഗ്നനേത്രങ്ങൾ കൊണ്ട് ധാരാളം നിരീക്ഷണങ്ങൾ വിശദീകരിച്ചു). ■ ഗ്രഹങ്ങളുടെ പ്രതിലോമ ചലനത്തിന്റെ വിശദീകരണം. ■ അൽമാഗെസ്റ്റ് - ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ആദ്യപുസ്തകം.	AD 100 ഓടെ (ടോളമി)
■ സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിൽ ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ആശയം ■ പൂജ്യത്തിന്റെ ആശയം ■ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിനുള്ള സംഭാവന	AD 5 നൂറ്റാണ്ട് (ആര്യഭട്ട - ഇന്ത്യ)
■ ആദ്യകാല ജ്യോതിശാസ്ത്രത്തിന്റെ ധാരണ. ■ ട്രഷറി ഓഫ് ജ്യോതിശാസ്ത്രം - ടോളമിയുടെ ഡേറ്റയെക്കാൾ കൃത്യമായ ജ്യോതിശാസ്ത പട്ടിക.	AD 9 നൂറ്റാണ്ട് (ഇബ്ൻ അൽ ഹയാത്തം - അറേബ്യ) AD 12 നൂറ്റാണ്ട് (നസീർ അൽ - ദിൻ - പേർഷ്യൻ ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞൻ).
■ 7-ാം നൂറ്റാണ്ടു മുതൽ 14-ാം നൂറ്റാണ്ടുവരെ മുസ്ലീം രാജ്യങ്ങളിൽ ശാസ്ത്രീയ വളച്ച സംഭവിച്ചു. (അറേബ്യ, പേർഷ്യ, ഇറാൻ മുതലായവ).	

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 291 27-04-2022 13:23:35

പട്ടിക A1.1 നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവവികാസങ്ങൾ.

■ കോപ്പർനിക്കൻ വിപ്ലവം ■ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവ വികാസങ്ങൾ. (അനുമാനമല്ല.നക്ഷത്രങ്ങളുടെയും, ഗ്രഹങ്ങളുടെയും ചലനത്തിന് ടോളമി മോഡലിനെക്കാൾ ലളിതമായ വിശദീകരണം ഇത് നൽകുന്നു). ■ കൃത്യമായ ജ്യോതിശാസ്ത്ര ഡാറ്റകൾ ■ പ്ലാനറ്ററി ചലന നിയമങ്ങൾ	15 ാം നൂറ്റാണ്ട് AD 1543 (കോപ്പർനിക്കസ്) ടൈക്കോ ബ്രാഹ് കെപ്ലർ
■ ജഡത്വ നിയമം ■ ദൂരദർശിനിയുടെ നിരീക്ഷണം (സ്ഥാപക ആധുനിക നിരീക്ഷണ ജ്യോതി ശാസ്ത്രം) ■ വ്യാഴത്തിന്റെഉപഗ്രഹങ്ങളുടെസമയദൈർഘ്യം കണക്കാക്കുന്നത്. ■ ഭൂമി പരന്നതല്ല. ■ എല്ലാ വസ്തുക്കളും ഭൂമിയിലേക്ക് വീഴുന്നത് ഒരേ അളവിലാണ്. (നിരാകരിക്കപെട്ട അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ വാദം). ■ ചലന നിയമങ്ങൾ (ചലനം നിയന്ത്രിക്കാൻ ഫോഴ്സ് ആവശ്യമില്ല. അരിസ്റ്റോട്ടലിന്റെ വാദം നിരസിച്ചു). ■ പെൻഡുലം, ചരിഞ്ഞതല പരീക്ഷണങ്ങൾ. ■ പ്രോജക്റ്റൽ ചലനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം. ■ നിയന്ത്രിത പരീക്ഷണങ്ങളുടെ ആമുഖം.	ഗലീലിയൊ ഗലീലി (1564- 1642)
■ കാർട്ടീഷ്യൻ കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ ആമുഖം. ■ അനലറ്റിക്കൽ ജ്യാമിതലിയുടെ ആശയം.	റേൻ ടെസ്കാർട്ട് (1596-1650)
■ 17 മുതൽ 18 വരെ നൂറ്റാണ്ടുകളുടെ വികസനം	
■ ചലന നിയമങ്ങൾ ■ ചലനത്തിന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ നിയമം ■ സ്വതന്ത്രമായി കാൽക്കുലസ്സിന്റെ വികസനം, ലെബ്നിറ്റസ്. ■ ആധുനിക ഒപ്റ്റിക്സിന്റെ സ്ഥാപകൻ (പ്രതിഫലനം, ചിതറിക്കൽ, പ്രിസം). ■ വെളിച്ചത്തിൽ മിനിറ്റ് കണികകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ■ കെപ്ലർ നിയമങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം ■ ഏറ്റവും മികച്ച പുസ്തകം-ദി പ്രിൻസ്പ്പിയ മാത്തമാറ്റിക് (1687) ■ പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗ സിദ്ധാന്തം.	ഐസക് ന്യൂട്ടൺ (1642-1727) ക്രിസ്റ്റ്യൻ, ഹൈജൻസ്, ആധുനിക ഒപ്റ്റിക്സിന്റെ പിതാവ്.

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 292 27-04-2022 13:23:35

പട്ടിക A1.1 നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവവികാസങ്ങൾ.

■ കാന്തികത പ്രവർത്തനം വാതകങ്ങളുടെ സ്വഭാവം	വില്യം ഗിൽബർട്ട് (ഏകദേശം 1600)
■ ഫ്ളൂയിഡ് ഡയിനാമിക്സ്-ബർണൂലിയുടെ സിദ്ധാന്തം (1734)	റോബർട്ട് ബോയ്ൽ (1627- 1691)& റോബർട്ട് ഹുക്ക് ഡാനിയൽ ബർണൂലി (1700- 1782)
■ വാതകങ്ങളുടെ ഭൗതിക സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ആദ്യകാല ആശയങ്ങൾ	ഡാനിയൽ ബർണൂലി (1700 - 1782) റോബർട്ട് ഹുക്ക് ടെയ്ലർ
■ സ്പ്രിംഗ് ചലനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം (ഹുക്കിന്റെ നിയമം)	
■ സ്ട്രിംഗുവൈബ്രേഷന്റെ ആവൃത്തിയുടെ ഉത്ഭവം (1714)	
■ ന്യൂട്ടോണിയൻ മെക്കാനിക്സിന്റെ നവീകരണം എനർജി സമീപനം ഉപയോഗിക്കുന്നു. (ലഗ്രാൻജിയൻ മെക്കാനിക്സ്).	സ്റ്റീം എൻജിന്റെ കണ്ടുപിടിത്തം.
■ സ്റ്റീം എഞ്ചിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തം(1781)-	ജെയിംസ് വാട്ട്
■ ചാർജ്ജുകൾക്കിടയിലുള്ള ഫോഴ്സ് (കൂളുമ്പിന്റെ നിയമം)	കൂളുമ്പ്
■ 19 ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ വികസനം	
■ തെർമോ ഡൈനാമിക്സിന്റെ ആദ്യകാല ആശയങ്ങൾ (1840s)	ജെയിംസ് ജൂൾ, കാർനോട്ട്
■ കലോറിക് സിദ്ധാന്തം	കെൽവിൻ, ക്ലാഷിയസ്
■ തെർമോ ഡൈനാമിക്സിന്റെ നിയമങ്ങൾ (1850s)	ജെയിംസ് ക്ലാർക്ക് മാക്സ്വെൽ
■ വാതകങ്ങൾ, വേഗത, വെലോസിറ്റി എന്നിവയുടെ സ്വഭാവം (1860s)	ബോൾട്ട്സ്മാൻ
■ സ്റ്റാറ്റിസ്റ്റിക്കൽ മെക്കാനിക്സിന്റെ അടിസ്ഥാനം എൻട്രോപ്പി ഫോർമുല (ഏകദേശം 1870s)	
■ പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗ സ്വഭാവം പരീക്ഷണങ്ങൾ	യങ് കൂടാതെ ഫ്രെസ്നൽ
■ വൈദ്യുത ചാർജ്ജുകളുടെ പെരുമാറ്റം	
■ വൈദ്യുത പ്രവാഹത്തിന്റെ കാന്തിക പ്രവാഹം (1820s)	ഓർസ്റ്റെഡ് ആംപിയർ
■ രണ്ട് സമാന്തര വൈദ്യുത പ്രവാഹങ്ങൾക്കിടയിൽ ശക്തിപ്പെടുത്തുക	വില്യം ഹാമിൽടൺ
■ കുറഞ്ഞപ്രവർത്തനത്തിന്റെതത്വം,ഹാമിൽടൺ മെക്കാനിക്സ് (1821)	മൈക്കൽ ഫാരഡേ
■ വൈദ്യുതത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്ന മോട്ടോർ, വൈദ്യുതി പ്രകടനം	
■ വൈദ്യുത കാന്തിക സിദ്ധാന്തം (1873)-വൈദ്യുതിക്കും, മാഗ്നറ്റിസത്തിനും ഇടയിലുള്ള വ്യത്യാസം	ജെയിംസ് ക്ലർക്ക് മാക്സ്വെൽ
■ മാക്സ്വെൽ സമവാക്യങ്ങൾ ആധുനിക സാങ്കേതിക വിദ്യക്ക് വഴിയൊരുക്കി.	
■ പ്രതിധ്വനി വൈദ്യുതി	റ്റെസ്ലാ

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 293 27-04-2022 13:23:35

പട്ടിക A1.1 നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവവികാസങ്ങൾ.

20 ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ കണ്ടുപിടിത്തങ്ങൾ	
കറുത്ത വസ്തു വികിരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം	മാക്സ് പ്ലാങ്ക് (ഏകദേശം 1900)
ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ കണ്ടെത്തൽ	ജെ ജെ തോംസൻ
റൂഥർ ഫോർഡ് ആറ്റോമിക് മോഡൽ	റൂഥർ ഫോർഡ് (1910s)
റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റിയെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുക	മേരിക്യൂരി(1920 കളിലും 30 കളിലും)
ആപേക്ഷികതയും പ്രത്യേക സിദ്ധാന്തം, ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് പ്രഭാവം, ആറ്റത്തിന്റെ നിലനിൽപ്പ് (1905), $E=mc^2$	ആൽബർട്ട് ഐൻസ്റ്റീൻ
ന്യൂട്ടന് ശേഷം ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വിപ്ലവം	
സ്ഥലത്തിന്റെയും സമയത്തിന്റെയും പുതിയ ആശയം	
ആപേക്ഷികതയുടെ പൊതു സിദ്ധാന്തം (ഏറ്റവും മികച്ചത് 20-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ സിദ്ധാന്തം) -- 1915	
നിർദ്ദിഷ്ട താപ ശേഷിയെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം	
ആറ്റങ്ങളുടെ പഠനം	
ബോർ ആറ്റം മോഡൽ (1912)	നീൽസ് ബോഹർ
ഇലക്ട്രോണിന്റെ പെരുമാറ്റം, പ്രോട്ടോൺ ഷ്രോഡിംഗർ സമവാക്യം	ഷ്രോഡിംഗർ
അനിശ്ചിതത്വ തത്വം	ഹൈസർബർഗ്
ക്വാണ്ടം മെക്കാനിക്സിന്റെ രൂപീകരണം	പാൾ ഡൈറാക്ക്
ക്വാണ്ടം ഫീൽഡ് സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ രൂപീകരണം	ഡൈറാക്ക്, ഫെയ്മാൻ ഷ്രോഡിംഗർ
പാർട്ടിക്കിൾ ഫിസിക്സ്, സ്റ്റാന്റേർഡ് മോഡൽ	ഗൽമാൻ, വിയൻബർഗ്, അബ്ദസ് സലാം
എക്സ്റേ ഡിഫ്രാക്ഷൻ(1930s)- മെറ്റീരിയലുകൾ മനസ്സിലാക്കാനുള്ള വഴികൾ	
രാമൻ പ്രഭാവം	സി. വി. രാമൻ (ഇന്ത്യ)
നക്ഷത്രങ്ങളെയും തമോ ദ്വാരങ്ങളെയുംകുറിച്ചുള്ള പഠനം	ചന്ദ്രശേഖർ (ഇന്ത്യൻ വംശജൻ)
ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തം (1947)	ജോൺ ബാർഡീൻ, വാൾട്ടർ ബ്രട്ടൈൻ, വില്യം ഷോക്ലി
താപനില ഉപയോഗിച്ച് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ വർഗ്ഗീകരണം (ആസ്ട്രോ തെർമോഡൈനാമിക്സ്), സാഹഅയോണൈസേഷൻ ഫോർമുല	മെനാദ് സാഹ (ഇന്ത്യ)
ഫീൽഡ് ഓഫ് കോസ്മോളജി (1920s)	എഡിംഗ്ടൺ, ചവാർ പൈൽസ്
പ്രപഞ്ച മാതൃക വികസിപ്പിക്കുന്നു(1922)	തോമസ് ഫ്രീഡ്മാൻ
റെഡ് ഷിഫ്റ്റിന്റെ കണ്ടെത്തൽ	എഡ്വിൻ ഹബിൾ

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 294 27-04-2022 13:23:35

പട്ടിക A1.1 നൂറ്റാണ്ടുകളായി ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിലെ വ്യവസ്ഥാപരമായ സംഭവവികാസങ്ങൾ.

- മെറ്റീരിയൽസ് സയൻസിന്റെ ജനനം
- നാനോ ടെക്നോളജി, ബാഷ്പീകരിച്ച് മാറ്റൽ ഭൗതികശാസ്ത്രം
- ഗുരുത്വാകർഷണ തരംഗങ്ങൾ, ഇരുണ്ട ഊർജ്ജം, ഇരുണ്ട ദ്രവ്യം, സ്ട്രിംഗ് സിദ്ധാന്തം

അനുബന്ധം A1.2

vi) രണ്ട് അളവുകളുടെ വിഭജനം ഉൾപ്പെടുന്ന പിശക് (വ്യത്യസ്ത രീതി ഉപയോഗിച്ച്).

$Z = \frac{A^n}{B^m}$ എന്ന് കരുതുക

ഇരുവശത്തും ലോഗരിതം എടുക്കുക,

$$\log Z = \log A^n - \log B^m$$
$$\log Z = n\log A - m\log B$$

ഇരുവശത്തെയും വേർതിരിക്കുന്നതിലൂടെ, നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നു,

$$\frac{dZ}{Z} = n\frac{dA}{A} - m\frac{dB}{B}$$

ഭിന്ന പിശകിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, ഇതിനെ ഇങ്ങനെ എഴുതാം,

$$\pm\frac{\Delta Z}{Z} = \pm n\frac{\Delta A}{A} \mp m\frac{\Delta B}{B}$$

സാധ്യമായ പരമാവധി ആപേക്ഷിക പിശക്, Z നെ ഇങ്ങനെ നൽകാം

$$\frac{\Delta Z}{Z} = n\frac{\Delta A}{A} + m\frac{\Delta B}{B}$$

vii) മൂന്ന് ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന പിശക് അളവുകൾ (കാൽക്കുലസ് രീതി ഉപയോഗിച്ച്).

$u = x^m y^n Z^p$ ആണെങ്കിൽ

ഇരുവശത്തും ലോഹരിതം എഴുതുന്നതിലൂടെ ലഭിക്കുന്നത്,

$$\log u = \log x^m + \log y^n + \log Z^p$$
$$\log u = m\log x + n\log y + p\log Z$$

ഇരുവശവും വ്യത്യാസപ്പെടുത്തികൊണ്ട് നമുക്ക് ലഭിക്കുന്നു

$$\frac{du}{u} = m\frac{dx}{x} + n\frac{dy}{y} + p\frac{dz}{z}$$

ഭിന്ന പിശകിന്റെ കാര്യത്തിൽ, സമവാക്യം ഒരു പക്ഷേ,

$$\pm\frac{\Delta u}{u} = \pm m\frac{\Delta x}{x} \pm n\frac{\Delta y}{y} \pm p\frac{\Delta z}{z}$$

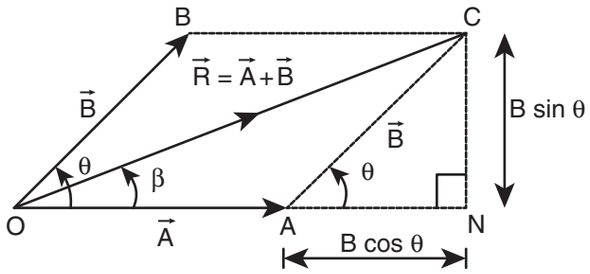
അനുബന്ധം A2.1

പാരലലോഗ്രാം വെക്റ്റർ സങ്കലത്തിന്റെ നിയമം: പൂജ്യമല്ലാത്ത രണ്ടു വെക്റ്ററുകൾ $\vec{A}, \vec{B}$ സാമാന്തരത്തിന്റെ സമീപവശങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതിന്റെ പരിണിതം ഈ രണ്ടു വെക്റ്ററുകളുടെ വിഭജന ബിന്ദുവിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന സാമാന്തരത്തിന്റെ വികർണ്ണം നൽകുന്നു.

ചുവടെയുള്ള ചിത്രം 2.19 പരിഗണിക്കുക. ഇവിടെ $\vec{A}$, $\vec{B}$ എന്നീ രണ്ട് വെക്റ്ററുകളെ ഒരു കോണിൽ θ, ഒരു പൊതുവായ വാലിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. സമാന്തര ചലനം OACB വരയ്ക്കുന്നു.

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 295 27-04-2022 13:23:38

അപ്പോൾ ഡയഗണൽ OC എന്നത് സാധാരണ വാലിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന ഫലമാണ് (R).



ചിത്രം 2.19 സമാന്തരചലന രീതി ഉപയോഗിച്ച് ഉണ്ടാകുന്ന വെക്റ്ററിന്റെ വ്യാപ്തി

അടുത്തതായി ഈ വെക്റ്ററിന്റെ അളവും ദിശയും കണ്ടെത്തുന്നു.

(i) മാഗ്നിറ്റ്യൂഡ്:

ആദ്യം OA നെ N പോയിന്റിലേയ്ക്ക് നീട്ടുക, അതിനാൽ നമുക്ക് ON കിട്ടും. അപ്പോൾ CN വരയ്ക്കുന്നു. C ൽ നിന്ന് ON ലേയ്ക്ക് ലംബമായി ONC ഒരു വലത് കോണാകൃതിയിലുള്ള ത്രികോണമാണ്.

നമുക്ക് $R^2 = ON^2 + CN^2$ എന്ന് എഴുതാം

$$R^2 = (OA + AN)^2 + CN^2$$

$$\Rightarrow R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$

$$\therefore R = |\vec{R}| = |\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

പ്രത്യേക കേസുകൾ:

$\theta = 0°$, ആയിരിക്കുമ്പോൾ R = A+B

$\theta = 180°$, ആയിരിക്കുമ്പോൾ R = A-B

$\theta = 90°$, ആയിരിക്കുമ്പോൾ $R = \sqrt{A^2 + B^2}$

(ii) ദിശ

$\vec{A}$, $\vec{R}$ വെക്റ്ററുകൾ തമ്മിലുള്ള കോണാകട്ടെ β എങ്കിൽ

$$\tan\beta = \frac{CN}{ON} = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta}$$

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 296 27-04-2022 13:23:40

അനുബന്ധം 3

ഇന്റഗ്രലിലുള്ള ചില പ്രധാന സൂത്രവാക്യം

(1) $\int dx = x\,;\ \frac{d}{dx}(x) = 1$

(2) $\int x^n dx = \left(\frac{x^{n+1}}{n+1}\right);\ \frac{d}{dx}\left(\frac{x^{n+1}}{n+1}\right) = x^n$

(3) $\int cudx = c\int udx$ ഇവിടെ c സ്ഥിരമാണ്.

(4) $\int (u \pm v \pm w)dx = \int udx \pm \int vdx \pm \int wdx$

(5) $\int \frac{1}{x}dx = \ln x + C$

(6) $\int e^x dx = e^x + C$

(7) $\int \cos\theta d\theta = \sin\theta + C$

(8) $\int \sin\theta d\theta = -\cos\theta + C$

ഡിഫറൻഷ്യൽ കാൽക്കുലസ്സിലെ ചില പ്രധാന സൂത്രവാക്യങ്ങൾ

1. $\frac{d}{dx}(c) = 0$, c സ്ഥിരമാണെങ്കിൽ

2. y = cu, ആണെങ്കിൽ, ഇവിടെ c ഒരു സ്ഥിരമാണ്, കൂടാതെ u, x ന്റെ ഫംഗ്ഷനാണ്.
$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(cu) = c\frac{du}{dx}$$

3. y = u ±v ±w ഇവിടെ u,v, w എന്നത് x ന്റെ ഫംഗ്ഷൻസ് ആണെങ്കിൽ
$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(u \pm v \pm w) = \frac{du}{ds} \pm \frac{dv}{dx} \pm \frac{dw}{dx}$$

4. $y = x^n$, എങ്കിൽ n യഥാർത്ഥ സംഖ്യയാകുന്നു, എങ്കിൽ
$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$$

5. y = uv, ഇവിടെ u, v എന്നിവ x ന്റെ ഫംഗ്ഷനുകളാണ്, എങ്കിൽ
$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{dx}(uv) = u\frac{dv}{dx} + v\frac{du}{dx}$$

6. y, x, ന്റെ ഒരു ഫംഗ്ഷനാണെങ്കിൽ $dy = \frac{dy}{dx}.dx$

7. $\frac{d}{dx}(e^x) = e^x$

8. $\frac{d}{dx}(\ln x) = \frac{1}{x}$

9. $\frac{d}{d\theta}(\sin\theta) = \cos\theta$

10. $\frac{d}{d\theta}(\cos\theta) = -\sin\theta$

11. y, θ യുടെ ത്രികോണമിതി പ്രവർത്തനമാണെങ്കിൽ, കൂടാതെ θ, t യുടെ ഫംഗ്ഷനുമാണെങ്കിൽ
$$\frac{d}{dt}(\sin\theta) = \cos\theta\frac{d\theta}{dt}$$
$$\frac{d}{dt}(\cos\theta) = -\sin\theta\frac{d\theta}{dt}$$

XI Std Physics Appendix-2 & 3 Vol-1 Malayalam.indd 297 27-04-2022 13:23:54

അനുബന്ധം 4

(ഗ്രീക്ക് അക്ഷരമാല)

ഗ്രീക്ക് അക്ഷരമാല	അപ്പർ കേസ്	ചെറിയ കേസ്
ആൽഫ	A	α
ബീറ്റ	B	β
ഗാമ	Γ	γ
ഡെൽറ്റ	Δ	δ
എപ്സിലോൺ	E	ε
സീറ്റ	Z	ζ
ബീറ്റ	H	η
തീറ്റ	Θ	θ
ലോട്ട	I	ι
കപ്പ	K	κ
ലാംഡ	Λ	λ
മ്യൂ	M	μ
ന്യു	N	ν
ക്സൈ	€	ξ
ഒമിക്രോൺ	O	ο
പൈ	∏	π
റോ	P	ρ
സിഗ്മ	∑	σ
ടൗവ്	T	τ
അപ്സിലോൺ	Y	υ
ഫൈ	Φ	ϕ
ചൈ	X	χ
സൈ	Ψ	ψ
ഒമേഗ	Ω	ω

XI Std Physics Appendix-4 Vol-1 Malayalam.indd 298 27-04-2022 13:25:07

ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിലെ ചില പ്രധാന ഘടകങ്ങൾ

പേര്	ചിഹ്നങ്ങൾ	മൂല്യം
ശൂന്യതയിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം	c	$2.9979 \times 10^{8}\ \text{m s}^{-1}$
ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കം	G	$6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^{2}\ \text{kg}^{-2}$
ഗുരുത്വാകർഷണ ത്വരണം (സമുദ്രനിരപ്പ് 45^{0} അക്ഷാംശത്തിൽ)	g	$9.8\ \text{m s}^{-2}$
പ്ലാങ്ക് സ്ഥിരാങ്കം	h	$6.626 \times 10^{-34}\ \text{J s}$
ബോൾട്ട്സ്മാൻ സ്ഥിരാങ്കം	k	$1.38 \times 10^{-23}\ \text{J K}^{-1}$
അവഗാഡ്രോ എണ്ണം	N_A	$6.023 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$
യൂണിവേഴ്സൽ ഗ്യാസ് സ്ഥിരാങ്കം	R	$8.31\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$
സ്റ്റീഫൻ-ബോൾട്ട്മാൻ സ്ഥിരാങ്കം	σ	$5.67 \times 10^{-8}\ \text{W m}^{-2}\ \text{K}^{-4}$
വീൻസ് സ്ഥിരാങ്കം	b	$2.898 \times 10^{-3}\ \text{m K}$
ശൂന്യതയിലെ പ്രവേശനക്ഷമത	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}\ \text{H m}^{-1}$
അടിസ്ഥാന അന്തരീക്ഷ മർദ്ദം	$1\,atm$	$1.013 \times 10^{5}\ \text{Pa}$

XI Std Physics Appendix-4 Vol-1 Malayalam.indd 299 27-04-2022 13:25:08

പദപരിചയം

1.	Acceleration	-	ത്വരണം
2.	Angular Momentum	-	വർത്തുള ആക്കം
3.	Astro physics	-	ജ്യോതിശാസ്ത്രം
4.	Average Velocity	-	ശരാശരി പ്രവേഗം
5.	Angular displacement	-	കോണീയ സ്ഥാനഭ്രംഗം
6.	Angular velocity	-	കോണീയ പ്രവേഗം
7.	Angular acceleration	-	കോണീയം ത്വരണം
8.	Angle of friction	-	ഘർഷണ കോൺ
9.	Angle of repose	-	വിശ്രമ കോൺ
10.	Centripetal acceleration	-	അഭികേന്ദ്ര ത്വരണം
11.	Circular Motion	-	വർത്തുള ചലനം
12.	Concurrent forces	-	സർവ്വസമ ബലങ്ങൾ
13.	Coplanar force	-	ഏകസമാന തല ബലം
14.	Centripetal force	-	അഭികേന്ദ്ര ബലം
15.	Centrifugal force	-	അപകേന്ദ്ര തലം
16.	Coefficient of friction	-	ഘർഷണ ഗുണാങ്കം
17.	Centre of mass	-	ദ്രവ്യമാന കേന്ദ്രം
18.	Couple	-	കപ്പിൾ
19.	Centre of gravity	-	ഗുരുത്വ കേന്ദ്രം
20.	Circular Motion	-	വർത്തുള ചലനം
21.	Collision	-	കൂട്ടിമുട്ടൽ
22.	Conservative force	-	സ്ഥിരബലം
23.	Dimensional Analysis	-	പരിമാണ വിശകലനം
24.	Displacement	-	സ്ഥാന ചലനം
25.	Escape -Speed	-	പലായന പ്രവേഗം
26.	Elastic potential energy	-	ഇലാസ്തികത സ്ഥിതികോർജ്ജം
27.	Elastic collision	-	ഇലാസ്തികത കൂട്ടിമുട്ടൽ
28.	Free body diagram	-	സ്വതന്ത്ര ജന്യ വസ്തു
29.	Gravitational Constant	-	ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിരാങ്കം
30.	Gravitational field	-	ഗുരുത്വാകർഷണ മണ്ഡലം
31.	Gravitational potential	-	ഗുരുത്വാകർഷണ പൊട്ടൻഷ്യൽ
32.	Gravitational Potential energy	-	ഗുരുത്വാകർഷണ സ്ഥിതികോർജ്ജം
33.	Gross Error	-	മൂല്യ യുക്തി
34.	Geo stationary satellite	-	ഭൂമധ്യരേഖാ ഉപഗ്രഹം
35.	Horizontal plane	-	തിരശ്ചീന തലം
36.	Horse power	-	കുതിര ശക്തി
37.	Instantaneous Velocity	-	ത്വരിത പ്രവേഗം

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 300 27-04-2022 13:26:42

38.	Inclined plane	-	ചരിഞ്ഞ തലം
39.	Inertial frame	-	നിഷ്ക്രീയ തലം
40.	Impulse	-	സംവേഗം
41.	Instantaneous power	-	ത്വരിത ശക്തി
42.	Kinetic friction	-	ഗതിക ഘർഷണം
43.	Linear motion	-	രേഖീയ ചലനം
44.	Linear density	-	രേഖീയ സാന്ദ്രത
45.	Linear momentum	-	രേഖീയ ആക്കം
46.	Least Count error	-	ശൂന്യ പ്പിശക്
47.	Motion	-	ചലനം
48.	Moment of inertia	-	ആവേഗ ജഡത്വം
49.	Non conservative force	-	അസ്ഥിര ബലം
50.	Orbital speed	-	ഓർബിറ്റൽ വേഗത
51.	One dimensional motion	-	ഏക പരിമാണ ചലനം
52.	accuracy	-	കൃത്യത
53.	Parallax Method	-	പാരലോക്സ് രീതി
54.	Projectile	-	ക്ഷേപണി
55.	Point mass	-	ദ്രവ്യമാന ബിന്ദു
56.	Precison	-	പുരസരണം
57.	Planetary Motion	-	ഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനം
58.	Polar satellite	-	ധ്രുവീയ ഉപഗ്രഹം
59.	Precession	-	പ്രിസഷൻ
60.	Pulley	-	കപ്പി
61.	Rolling	-	ഉരുളൽ
62.	Random error	-	ക്രമരഹിത പിശക്
63.	Rounding off	-	ഏകദേശ മൂല്യം
64.	Rest	-	വിശ്രമം
65.	Retardation	-	മന്ദീകരണം
66.	Relative velocity	-	ആപേക്ഷിക പ്രവേഗം
67.	Range	-	പരിധി
68.	Rolling friction	-	ഉരുളൽ ഘർഷണം
69.	Rigid body	-	ദൃഢ വസ്തു
70.	Radius of gyration	-	ആരമിക ഭ്രമണം
71.	Rotational Motion	-	വർത്തുള ചലനം
72.	Spring Constant	-	സ്പ്രിംഗ് സ്ഥിരാങ്കം
73.	Sliping	-	തെന്നൽ
74.	Sliding	-	വഴുതൽ
75.	Systematic error	-	ക്രമ പിശക്
76.	Static friction	-	സ്ഥിര ഘർഷണം
77.	Significant Number	-	സാർത്ഥക അക്കങ്ങൾ
78.	Time of flight	-	പറക്കൽ സമയം
79.	Torque	-	ടോർക്ക്
80.	Translational Motion	-	നേർരേഖാ ചലനം
81.	Tension	-	ടെൻഷൻ
82.	Velocity	-	പ്രവേഗം

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 301 27-04-2022 13:26:43

LOGARITHM TABLE

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017	0.021	0.025	0.029	0.033	0.037	4	8	11	17	21	25	29	33	37
11	0.041	0.045	0.049	0.053	0.057	0.061	0.064	0.068	0.072	0.076	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0.079	0.083	0.086	0.090	0.093	0.097	0.100	0.104	0.107	0.111	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	0.114	0.117	0.121	0.124	0.127	0.130	0.134	0.137	0.140	0.143	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	0.146	0.149	0.152	0.155	0.158	0.161	0.164	0.167	0.170	0.173	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	0.176	0.179	0.182	0.185	0.188	0.190	0.193	0.196	0.199	0.201	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	0.204	0.207	0.210	0.212	0.215	0.217	0.220	0.223	0.225	0.228	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	0.230	0.233	0.236	0.238	0.241	0.243	0.246	0.248	0.250	0.253	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	0.255	0.258	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	0.279	0.281	0.283	0.286	0.288	0.290	0.292	0.294	0.297	0.299	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	0.301	0.303	0.305	0.307	0.310	0.312	0.314	0.316	0.318	0.320	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	0.322	0.324	0.326	0.328	0.330	0.332	0.334	0.336	0.338	0.340	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	0.342	0.344	0.346	0.348	0.350	0.352	0.354	0.356	0.358	0.360	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	0.362	0.364	0.365	0.367	0.369	0.371	0.373	0.375	0.377	0.378	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	0.380	0.382	0.384	0.386	0.387	0.389	0.391	0.393	0.394	0.396	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	0.398	0.400	0.401	0.403	0.405	0.407	0.408	0.410	0.412	0.413	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	0.415	0.417	0.418	0.420	0.422	0.423	0.425	0.427	0.428	0.430	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	0.431	0.433	0.435	0.436	0.438	0.439	0.441	0.442	0.444	0.446	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	0.447	0.449	0.450	0.452	0.453	0.455	0.456	0.458	0.459	0.461	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	0.462	0.464	0.465	0.467	0.468	0.470	0.471	0.473	0.474	0.476	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	0.477	0.479	0.480	0.481	0.483	0.484	0.486	0.487	0.489	0.490	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	0.491	0.493	0.494	0.496	0.497	0.498	0.500	0.501	0.502	0.504	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	0.505	0.507	0.508	0.509	0.511	0.512	0.513	0.515	0.516	0.517	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	0.519	0.520	0.521	0.522	0.524	0.525	0.526	0.528	0.529	0.530	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	0.531	0.533	0.534	0.535	0.537	0.538	0.539	0.540	0.542	0.543	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	0.544	0.545	0.547	0.548	0.549	0.550	0.551	0.553	0.554	0.555	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	0.556	0.558	0.559	0.560	0.561	0.562	0.563	0.565	0.566	0.567	1	2	3	5	6	7	8	10	11
37	0.568	0.569	0.571	0.572	0.573	0.574	0.575	0.576	0.577	0.579	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	0.580	0.581	0.582	0.583	0.584	0.585	0.587	0.588	0.589	0.590	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	0.591	0.592	0.593	0.594	0.595	0.597	0.598	0.599	0.600	0.601	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	0.602	0.603	0.604	0.605	0.606	0.607	0.609	0.610	0.611	0.612	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	0.613	0.614	0.615	0.616	0.617	0.618	0.619	0.620	0.621	0.622	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	0.623	0.624	0.625	0.626	0.627	0.628	0.629	0.630	0.631	0.632	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	0.633	0.634	0.635	0.636	0.637	0.638	0.639	0.640	0.641	0.642	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	0.643	0.644	0.645	0.646	0.647	0.648	0.649	0.650	0.651	0.652	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	0.653	0.654	0.655	0.656	0.657	0.658	0.659	0.660	0.661	0.662	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	0.663	0.664	0.665	0.666	0.667	0.667	0.668	0.669	0.670	0.671	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	0.672	0.673	0.674	0.675	0.676	0.677	0.678	0.679	0.679	0.680	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	0.681	0.682	0.683	0.684	0.685	0.686	0.687	0.688	0.688	0.689	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	0.690	0.691	0.692	0.693	0.694	0.695	0.695	0.696	0.697	0.698	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	0.699	0.700	0.701	0.702	0.702	0.703	0.704	0.705	0.706	0.707	1	2	3	4	4	5	6	7	8
51	0.708	0.708	0.709	0.710	0.711	0.712	0.713	0.713	0.714	0.715	1	2	3	4	4	5	6	7	8
52	0.716	0.717	0.718	0.719	0.719	0.720	0.721	0.722	0.723	0.723	1	2	2	4	4	5	6	7	7
53	0.724	0.725	0.726	0.727	0.728	0.728	0.729	0.730	0.731	0.732	1	2	2	4	4	5	6	6	7
54	0.732	0.733	0.734	0.735	0.736	0.736	0.737	0.738	0.739	0.740	1	2	2	4	4	5	6	6	7

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 302 27-04-2022 13:26:44

LOGARITHM TABLE

											Mean Difference								
55	0.740	0.741	0.742	0.743	0.744	0.744	0.745	0.746	0.747	0.747	1	2	2	4	4	5	5	6	7
56	0.748	0.749	0.750	0.751	0.751	0.752	0.753	0.754	0.754	0.755	1	2	2	4	4	5	5	6	7
57	0.756	0.757	0.757	0.758	0.759	0.760	0.760	0.761	0.762	0.763	1	2	2	4	4	5	5	6	7
58	0.763	0.764	0.765	0.766	0.766	0.767	0.768	0.769	0.769	0.770	1	1	2	4	4	4	5	6	7
59	0.771	0.772	0.772	0.773	0.774	0.775	0.775	0.776	0.777	0.777	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	0.778	0.779	0.780	0.780	0.781	0.782	0.782	0.783	0.784	0.785	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	0.785	0.786	0.787	0.787	0.788	0.789	0.790	0.790	0.791	0.792	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	0.792	0.793	0.794	0.794	0.795	0.796	0.797	0.797	0.798	0.799	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	0.799	0.800	0.801	0.801	0.802	0.803	0.803	0.804	0.805	0.806	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	0.806	0.807	0.808	0.808	0.809	0.810	0.810	0.811	0.812	0.812	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	0.813	0.814	0.814	0.815	0.816	0.816	0.817	0.818	0.818	0.819	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	0.820	0.820	0.821	0.822	0.822	0.823	0.823	0.824	0.825	0.825	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	0.826	0.827	0.827	0.828	0.829	0.829	0.830	0.831	0.831	0.832	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	0.833	0.833	0.834	0.834	0.835	0.836	0.836	0.837	0.838	0.838	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	0.839	0.839	0.840	0.841	0.841	0.842	0.843	0.843	0.844	0.844	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	0.845	0.846	0.846	0.847	0.848	0.848	0.849	0.849	0.850	0.851	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	0.851	0.852	0.852	0.853	0.854	0.854	0.855	0.856	0.856	0.857	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	0.857	0.858	0.859	0.859	0.860	0.860	0.861	0.862	0.862	0.863	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	0.863	0.864	0.865	0.865	0.866	0.866	0.867	0.867	0.868	0.869	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	0.869	0.870	0.870	0.871	0.872	0.872	0.873	0.873	0.874	0.874	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	0.875	0.876	0.876	0.877	0.877	0.878	0.879	0.879	0.880	0.880	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	0.881	0.881	0.882	0.883	0.883	0.884	0.884	0.885	0.885	0.886	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	0.886	0.887	0.888	0.888	0.889	0.889	0.890	0.890	0.891	0.892	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	0.892	0.893	0.893	0.894	0.894	0.895	0.895	0.896	0.897	0.897	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	0.898	0.898	0.899	0.899	0.900	0.900	0.901	0.901	0.902	0.903	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	0.903	0.904	0.904	0.905	0.905	0.906	0.906	0.907	0.907	0.908	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	0.908	0.909	0.910	0.910	0.911	0.911	0.912	0.912	0.913	0.913	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	0.914	0.914	0.915	0.915	0.916	0.916	0.917	0.918	0.918	0.919	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	0.919	0.920	0.920	0.921	0.921	0.922	0.922	0.923	0.923	0.924	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	0.924	0.925	0.925	0.926	0.926	0.927	0.927	0.928	0.928	0.929	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	0.929	0.930	0.930	0.931	0.931	0.932	0.932	0.933	0.933	0.934	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	0.934	0.935	0.936	0.936	0.937	0.937	0.938	0.938	0.939	0.939	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	0.940	0.940	0.941	0.941	0.942	0.942	0.943	0.943	0.943	0.944	0	1	1	2	2	3	3	4	5
88	0.944	0.945	0.945	0.946	0.946	0.947	0.947	0.948	0.948	0.949	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	0.949	0.950	0.950	0.951	0.951	0.952	0.952	0.953	0.953	0.954	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	0.954	0.955	0.955	0.956	0.956	0.957	0.957	0.958	0.958	0.959	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	0.959	0.960	0.960	0.960	0.961	0.961	0.962	0.962	0.963	0.963	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	0.964	0.964	0.965	0.965	0.966	0.966	0.967	0.967	0.968	0.968	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	0.968	0.969	0.969	0.970	0.970	0.971	0.971	0.972	0.972	0.973	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	0.973	0.974	0.974	0.975	0.975	0.975	0.976	0.976	0.977	0.977	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	0.978	0.978	0.979	0.979	0.980	0.980	0.980	0.981	0.981	0.982	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	0.982	0.983	0.983	0.984	0.984	0.985	0.985	0.985	0.986	0.986	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	0.987	0.987	0.988	0.988	0.989	0.989	0.989	0.990	0.990	0.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	0.991	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993	0.994	0.994	0.995	0.995	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	1.000	0	1	1	2	2	3	3	3	4

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 303 27-04-2022 13:26:44

ANTILOG TABLE

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	1.000	1.002	1.005	1.007	1.009	1.012	1.014	1.016	1.019	1.021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.01	1.023	1.026	1.028	1.030	1.033	1.035	1.038	1.040	1.042	1.045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.02	1.047	1.050	1.052	1.054	1.057	1.059	1.062	1.064	1.067	1.069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.03	1.072	1.074	1.076	1.079	1.081	1.084	1.086	1.089	1.091	1.094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.04	1.096	1.099	1.102	1.104	1.107	1.109	1.112	1.114	1.117	1.119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.05	1.122	1.125	1.127	1.130	1.132	1.135	1.138	1.140	1.143	1.146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.06	1.148	1.151	1.153	1.156	1.159	1.161	1.164	1.167	1.169	1.172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.07	1.175	1.178	1.180	1.183	1.186	1.189	1.191	1.194	1.197	1.199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.08	1.202	1.205	1.208	1.211	1.213	1.216	1.219	1.222	1.225	1.227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.09	1.230	1.233	1.236	1.239	1.242	1.245	1.247	1.250	1.253	1.256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.10	1.259	1.262	1.265	1.268	1.271	1.274	1.276	1.279	1.282	1.285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.11	1.288	1.291	1.294	1.297	1.300	1.303	1.306	1.309	1.312	1.315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.12	1.318	1.321	1.324	1.327	1.330	1.334	1.337	1.340	1.343	1.346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.13	1.349	1.352	1.355	1.358	1.361	1.365	1.368	1.371	1.374	1.377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.14	1.380	1.384	1.387	1.390	1.393	1.396	1.400	1.403	1.406	1.409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.15	1.413	1.416	1.419	1.422	1.426	1.429	1.432	1.435	1.439	1.442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.16	1.445	1.449	1.452	1.455	1.459	1.462	1.466	1.469	1.472	1.476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.17	1.479	1.483	1.486	1.489	1.493	1.496	1.500	1.503	1.507	1.510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.18	1.514	1.517	1.521	1.524	1.528	1.531	1.535	1.538	1.542	1.545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.19	1.549	1.552	1.556	1.560	1.563	1.567	1.570	1.574	1.578	1.581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.20	1.585	1.589	1.592	1.596	1.600	1.603	1.607	1.611	1.614	1.618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.21	1.622	1.626	1.629	1.633	1.637	1.641	1.644	1.648	1.652	1.656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.22	1.660	1.663	1.667	1.671	1.675	1.679	1.683	1.687	1.690	1.694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.23	1.698	1.702	1.706	1.710	1.714	1.718	1.722	1.726	1.730	1.734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.24	1.738	1.742	1.746	1.750	1.754	1.758	1.762	1.766	1.770	1.774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.25	1.778	1.782	1.786	1.791	1.795	1.799	1.803	1.807	1.811	1.816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.26	1.820	1.824	1.828	1.832	1.837	1.841	1.845	1.849	1.854	1.858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.27	1.862	1.866	1.871	1.875	1.879	1.884	1.888	1.892	1.897	1.901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.28	1.905	1.910	1.914	1.919	1.923	1.928	1.932	1.936	1.941	1.945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.29	1.950	1.954	1.959	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.30	1.995	2.000	2.004	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.31	2.042	2.046	2.051	2.056	2.061	2.065	2.070	2.075	2.080	2.084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.32	2.089	2.094	2.099	2.104	2.109	2.113	2.118	2.123	2.128	2.133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.33	2.138	2.143	2.148	2.153	2.158	2.163	2.168	2.173	2.178	2.183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.34	2.188	2.193	2.198	2.203	2.208	2.213	2.218	2.223	2.228	2.234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.35	2.239	2.244	2.249	2.254	2.259	2.265	2.270	2.275	2.280	2.286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.36	2.291	2.296	2.301	2.307	2.312	2.317	2.323	2.328	2.333	2.339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.37	2.344	2.350	2.355	2.360	2.366	2.371	2.377	2.382	2.388	2.393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.38	2.399	2.404	2.410	2.415	2.421	2.427	2.432	2.438	2.443	2.449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.39	2.455	2.460	2.466	2.472	2.477	2.483	2.489	2.495	2.500	2.506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
0.40	2.512	2.518	2.523	2.529	2.535	2.541	2.547	2.553	2.559	2.564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.41	2.570	2.576	2.582	2.588	2.594	2.600	2.606	2.612	2.618	2.624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.42	2.630	2.636	2.642	2.649	2.655	2.661	2.667	2.673	2.679	2.685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
0.43	2.692	2.698	2.704	2.710	2.716	2.723	2.729	2.735	2.742	2.748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.44	2.754	2.761	2.767	2.773	2.780	2.786	2.793	2.799	2.805	2.812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.45	2.818	2.825	2.831	2.838	2.844	2.851	2.858	2.864	2.871	2.877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.46	2.884	2.891	2.897	2.904	2.911	2.917	2.924	2.931	2.938	2.944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.47	2.951	2.958	2.965	2.972	2.979	2.985	2.992	2.999	3.006	3.013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.48	3.020	3.027	3.034	3.041	3.048	3.055	3.062	3.069	3.076	3.083	1	1	2	3	4	4	5	6	6
0.49	3.090	3.097	3.105	3.112	3.119	3.126	3.133	3.141	3.148	3.155	1	1	2	3	4	4	5	6	6

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 304 27-04-2022 13:26:45

ANTILOG TABLE

											Mean Difference								
0.50	3.162	3.170	3.177	3.184	3.192	3.199	3.206	3.214	3.221	3.228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
0.51	3.236	3.243	3.251	3.258	3.266	3.273	3.281	3.289	3.296	3.304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.52	3.311	3.319	3.327	3.334	3.342	3.350	3.357	3.365	3.373	3.381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.53	3.388	3.396	3.404	3.412	3.420	3.428	3.436	3.443	3.451	3.459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.54	3.467	3.475	3.483	3.491	3.499	3.508	3.516	3.524	3.532	3.540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.55	3.548	3.556	3.565	3.573	3.581	3.589	3.597	3.606	3.614	3.622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
0.56	3.631	3.639	3.648	3.656	3.664	3.673	3.681	3.690	3.698	3.707	1	2	2	3	4	5	6	7	8
0.57	3.715	3.724	3.733	3.741	3.750	3.758	3.767	3.776	3.784	3.793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
0.58	3.802	3.811	3.819	3.828	3.837	3.846	3.855	3.864	3.873	3.882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
0.59	3.890	3.899	3.908	3.917	3.926	3.936	3.945	3.954	3.963	3.972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
0.60	3.981	3.990	3.999	4.009	4.018	4.027	4.036	4.046	4.055	4.064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
0.61	4.074	4.083	4.093	4.102	4.111	4.121	4.130	4.140	4.150	4.159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.62	4.169	4.178	4.188	4.198	4.207	4.217	4.227	4.236	4.246	4.256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.63	4.266	4.276	4.285	4.295	4.305	4.315	4.325	4.335	4.345	4.355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.64	4.365	4.375	4.385	4.395	4.406	4.416	4.426	4.436	4.446	4.457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.65	4.467	4.477	4.487	4.498	4.508	4.519	4.529	4.539	4.550	4.560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.66	4.571	4.581	4.592	4.603	4.613	4.624	4.634	4.645	4.656	4.667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
0.67	4.677	4.688	4.699	4.710	4.721	4.732	4.742	4.753	4.764	4.775	1	2	3	4	5	7	7	9	10
0.68	4.786	4.797	4.808	4.819	4.831	4.842	4.853	4.864	4.875	4.887	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.69	4.898	4.909	4.920	4.932	4.943	4.955	4.966	4.977	4.989	5.000	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.70	5.012	5.023	5.035	5.047	5.058	5.070	5.082	5.093	5.105	5.117	1	2	3	4	5	7	8	9	11
0.71	5.129	5.140	5.152	5.164	5.176	5.188	5.200	5.212	5.224	5.236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
0.72	5.248	5.260	5.272	5.284	5.297	5.309	5.321	5.333	5.346	5.358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
0.73	5.370	5.383	5.395	5.408	5.420	5.433	5.445	5.458	5.470	5.483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
0.74	5.495	5.508	5.521	5.534	5.546	5.559	5.572	5.585	5.598	5.610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
0.75	5.623	5.636	5.649	5.662	5.675	5.689	5.702	5.715	5.728	5.741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
0.76	5.754	5.768	5.781	5.794	5.808	5.821	5.834	5.848	5.861	5.875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
0.77	5.888	5.902	5.916	5.929	5.943	5.957	5.970	5.984	5.998	6.012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
0.78	6.026	6.039	6.053	6.067	6.081	6.095	6.109	6.124	6.138	6.152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
0.79	6.166	6.180	6.194	6.209	6.223	6.237	6.252	6.266	6.281	6.295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
0.80	6.310	6.324	6.339	6.353	6.368	6.383	6.397	6.412	6.427	6.442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
0.81	6.457	6.471	6.486	6.501	6.516	6.531	6.546	6.561	6.577	6.592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.82	6.607	6.622	6.637	6.653	6.668	6.683	6.699	6.714	6.730	6.745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.83	6.761	6.776	6.792	6.808	6.823	6.839	6.855	6.871	6.887	6.902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
0.84	6.918	6.934	6.950	6.966	6.982	6.998	7.015	7.031	7.047	7.063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
0.85	7.079	7.096	7.112	7.129	7.145	7.161	7.178	7.194	7.211	7.228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.86	7.244	7.261	7.278	7.295	7.311	7.328	7.345	7.362	7.379	7.396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.87	7.413	7.430	7.447	7.464	7.482	7.499	7.516	7.534	7.551	7.568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.88	7.586	7.603	7.621	7.638	7.656	7.674	7.691	7.709	7.727	7.745	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.89	7.762	7.780	7.798	7.816	7.834	7.852	7.870	7.889	7.907	7.925	2	4	5	7	9	11	12	14	16
0.90	7.943	7.962	7.980	7.998	8.017	8.035	8.054	8.072	8.091	8.110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
0.91	8.128	8.147	8.166	8.185	8.204	8.222	8.241	8.260	8.279	8.299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
0.92	8.318	8.337	8.356	8.375	8.395	8.414	8.433	8.453	8.472	8.492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
0.93	8.511	8.531	8.551	8.570	8.590	8.610	8.630	8.650	8.670	8.690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.94	8.710	8.730	8.750	8.770	8.790	8.810	8.831	8.851	8.872	8.892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.95	8.913	8.933	8.954	8.974	8.995	9.016	9.036	9.057	9.078	9.099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
0.96	9.120	9.141	9.162	9.183	9.204	9.226	9.247	9.268	9.290	9.311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
0.97	9.333	9.354	9.376	9.397	9.419	9.441	9.462	9.484	9.506	9.528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
0.98	9.550	9.572	9.594	9.616	9.638	9.661	9.683	9.705	9.727	9.750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
0.99	9.772	9.795	9.817	9.840	9.863	9.886	9.908	9.931	9.954	9.977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 305 27-04-2022 13:26:46

NATURAL SINES

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.0017453	0.0034907	0.0052360	0.0069813	0.0087265	0.010472	0.012217	0.013962	0.015707
1	0.017452	0.019197	0.020942	0.022687	0.024432	0.026177	0.027922	0.029666	0.031411	0.033155
2	0.034899	0.036644	0.038388	0.040132	0.041876	0.043619	0.045363	0.047106	0.04885	0.050593
3	0.052336	0.054079	0.055822	0.057564	0.059306	0.061049	0.062791	0.064532	0.066274	0.068015
4	0.069756	0.071497	0.073238	0.074979	0.076719	0.078459	0.080199	0.081939	0.083678	0.085417
5	0.087156	0.088894	0.090633	0.092371	0.094108	0.095846	0.097583	0.09932	0.101056	0.102793
6	0.104528	0.106264	0.107999	0.109734	0.111469	0.113203	0.114937	0.116671	0.118404	0.120137
7	0.121869	0.123601	0.125333	0.127065	0.128796	0.130526	0.132256	0.133986	0.135716	0.137445
8	0.139173	0.140901	0.142629	0.144356	0.146083	0.147809	0.149535	0.151261	0.152986	0.15471
9	0.156434	0.158158	0.159881	0.161604	0.163326	0.165048	0.166769	0.168489	0.170209	0.171929
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.173648	0.175367	0.177085	0.178802	0.180519	0.182236	0.183951	0.185667	0.187381	0.189095
11	0.190809	0.192522	0.194234	0.195946	0.197657	0.199368	0.201078	0.202787	0.204496	0.206204
12	0.207912	0.209619	0.211325	0.21303	0.214735	0.21644	0.218143	0.219846	0.221548	0.22325
13	0.224951	0.226651	0.228351	0.23005	0.231748	0.233445	0.235142	0.236838	0.238533	0.240228
14	0.241922	0.243615	0.245307	0.246999	0.24869	0.25038	0.252069	0.253758	0.255446	0.257133
15	0.258819	0.260505	0.262189	0.263873	0.265556	0.267238	0.26892	0.2706	0.27228	0.273959
16	0.275637	0.277315	0.278991	0.280667	0.282341	0.284015	0.285688	0.287361	0.289032	0.290702
17	0.292372	0.29404	0.295708	0.297375	0.299041	0.300706	0.30237	0.304033	0.305695	0.307357
18	0.309017	0.310676	0.312335	0.313992	0.315649	0.317305	0.318959	0.320613	0.322266	0.323917
19	0.325568	0.327218	0.328867	0.330514	0.332161	0.333807	0.335452	0.337095	0.338738	0.34038
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.34202	0.34366	0.345298	0.346936	0.348572	0.350207	0.351842	0.353475	0.355107	0.356738
21	0.358368	0.359997	0.361625	0.363251	0.364877	0.366501	0.368125	0.369747	0.371368	0.372988
22	0.374607	0.376224	0.377841	0.379456	0.38107	0.382683	0.384295	0.385906	0.387516	0.389124
23	0.390731	0.392337	0.393942	0.395546	0.397148	0.398749	0.400349	0.401948	0.403545	0.405142
24	0.406737	0.40833	0.409923	0.411514	0.413104	0.414693	0.416281	0.417867	0.419452	0.421036
25	0.422618	0.424199	0.425779	0.427358	0.428935	0.430511	0.432086	0.433659	0.435231	0.436802
26	0.438371	0.439939	0.441506	0.443071	0.444635	0.446198	0.447759	0.449319	0.450878	0.452435
27	0.45399	0.455545	0.457098	0.45865	0.4602	0.461749	0.463296	0.464842	0.466387	0.46793
28	0.469472	0.471012	0.472551	0.474088	0.475624	0.477159	0.478692	0.480223	0.481754	0.483282
29	0.48481	0.486335	0.48786	0.489382	0.490904	0.492424	0.493942	0.495459	0.496974	0.498488
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.5	0.501511	0.50302	0.504528	0.506034	0.507538	0.509041	0.510543	0.512043	0.513541
31	0.515038	0.516533	0.518027	0.519519	0.52101	0.522499	0.523986	0.525472	0.526956	0.528438
32	0.529919	0.531399	0.532876	0.534352	0.535827	0.5373	0.538771	0.54024	0.541708	0.543174
33	0.544639	0.546102	0.547563	0.549023	0.550481	0.551937	0.553392	0.554844	0.556296	0.557745
34	0.559193	0.560639	0.562083	0.563526	0.564967	0.566406	0.567844	0.56928	0.570714	0.572146
35	0.573576	0.575005	0.576432	0.577858	0.579281	0.580703	0.582123	0.583541	0.584958	0.586372
36	0.587785	0.589196	0.590606	0.592013	0.593419	0.594823	0.596225	0.597625	0.599024	0.60042
37	0.601815	0.603208	0.604599	0.605988	0.607376	0.608761	0.610145	0.611527	0.612907	0.614285
38	0.615661	0.617036	0.618408	0.619779	0.621148	0.622515	0.62388	0.625243	0.626604	0.627963
39	0.62932	0.630676	0.632029	0.633381	0.634731	0.636078	0.637424	0.638768	0.64011	0.64145
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0.642788	0.644124	0.645458	0.64679	0.64812	0.649448	0.650774	0.652098	0.653421	0.654741
41	0.656059	0.657375	0.658689	0.660002	0.661312	0.66262	0.663926	0.66523	0.666532	0.667833
42	0.669131	0.670427	0.671721	0.673013	0.674302	0.67559	0.676876	0.67816	0.679441	0.680721
43	0.681998	0.683274	0.684547	0.685818	0.687088	0.688355	0.68962	0.690882	0.692143	0.693402
44	0.694658	0.695913	0.697165	0.698415	0.699663	0.700909	0.702153	0.703395	0.704634	0.705872
45	0.707107	0.70834	0.709571	0.710799	0.712026	0.71325	0.714473	0.715693	0.716911	0.718126

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 306 27-04-2022 13:26:46

NATURAL SINES

46	0.71934	0.720551	0.72176	0.722967	0.724172	0.725374	0.726575	0.727773	0.728969	0.730162
47	0.731354	0.732543	0.73373	0.734915	0.736097	0.737277	0.738455	0.739631	0.740805	0.741976
48	0.743145	0.744312	0.745476	0.746638	0.747798	0.748956	0.750111	0.751264	0.752415	0.753563
49	0.75471	0.755853	0.756995	0.758134	0.759271	0.760406	0.761538	0.762668	0.763796	0.764921
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
50	0.766044	0.767165	0.768284	0.7694	0.770513	0.771625	0.772734	0.77384	0.774944	0.776046
51	0.777146	0.778243	0.779338	0.78043	0.78152	0.782608	0.783693	0.784776	0.785857	0.786935
52	0.788011	0.789084	0.790155	0.791224	0.79229	0.793353	0.794415	0.795473	0.79653	0.797584
53	0.798636	0.799685	0.800731	0.801776	0.802817	0.803857	0.804894	0.805928	0.80696	0.80799
54	0.809017	0.810042	0.811064	0.812084	0.813101	0.814116	0.815128	0.816138	0.817145	0.81815
55	0.819152	0.820152	0.821149	0.822144	0.823136	0.824126	0.825113	0.826098	0.827081	0.82806
56	0.829038	0.830012	0.830984	0.831954	0.832921	0.833886	0.834848	0.835807	0.836764	0.837719
57	0.838671	0.83962	0.840567	0.841511	0.842452	0.843391	0.844328	0.845262	0.846193	0.847122
58	0.848048	0.848972	0.849893	0.850811	0.851727	0.85264	0.853551	0.854459	0.855364	0.856267
59	0.857167	0.858065	0.85896	0.859852	0.860742	0.861629	0.862514	0.863396	0.864275	0.865151
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
60	0.866025	0.866897	0.867765	0.868632	0.869495	0.870356	0.871214	0.872069	0.872922	0.873772
61	0.87462	0.875465	0.876307	0.877146	0.877983	0.878817	0.879649	0.880477	0.881303	0.882127
62	0.882948	0.883766	0.884581	0.885394	0.886204	0.887011	0.887815	0.888617	0.889416	0.890213
63	0.891007	0.891798	0.892586	0.893371	0.894154	0.894934	0.895712	0.896486	0.897258	0.898028
64	0.898794	0.899558	0.900319	0.901077	0.901833	0.902585	0.903335	0.904083	0.904827	0.905569
65	0.906308	0.907044	0.907777	0.908508	0.909236	0.909961	0.910684	0.911403	0.91212	0.912834
66	0.913545	0.914254	0.91496	0.915663	0.916363	0.91706	0.917755	0.918446	0.919135	0.919821
67	0.920505	0.921185	0.921863	0.922538	0.92321	0.92388	0.924546	0.92521	0.925871	0.926529
68	0.927184	0.927836	0.928486	0.929133	0.929776	0.930418	0.931056	0.931691	0.932324	0.932954
69	0.93358	0.934204	0.934826	0.935444	0.93606	0.936672	0.937282	0.937889	0.938493	0.939094
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
70	0.939693	0.940288	0.940881	0.941471	0.942057	0.942641	0.943223	0.943801	0.944376	0.944949
71	0.945519	0.946085	0.946649	0.94721	0.947768	0.948324	0.948876	0.949425	0.949972	0.950516
72	0.951057	0.951594	0.952129	0.952661	0.953191	0.953717	0.95424	0.954761	0.955278	0.955793
73	0.956305	0.956814	0.957319	0.957822	0.958323	0.95882	0.959314	0.959805	0.960294	0.960779
74	0.961262	0.961741	0.962218	0.962692	0.963163	0.96363	0.964095	0.964557	0.965016	0.965473
75	0.965926	0.966376	0.966823	0.967268	0.967709	0.968148	0.968583	0.969016	0.969445	0.969872
76	0.970296	0.970716	0.971134	0.971549	0.971961	0.97237	0.972776	0.973179	0.973579	0.973976
77	0.97437	0.974761	0.975149	0.975535	0.975917	0.976296	0.976672	0.977046	0.977416	0.977783
78	0.978148	0.978509	0.978867	0.979223	0.979575	0.979925	0.980271	0.980615	0.980955	0.981293
79	0.981627	0.981959	0.982287	0.982613	0.982935	0.983255	0.983571	0.983885	0.984196	0.984503
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
80	0.984808	0.985109	0.985408	0.985703	0.985996	0.986286	0.986572	0.986856	0.987136	0.987414
81	0.987688	0.98796	0.988228	0.988494	0.988756	0.989016	0.989272	0.989526	0.989776	0.990024
82	0.990268	0.990509	0.990748	0.990983	0.991216	0.991445	0.991671	0.991894	0.992115	0.992332
83	0.992546	0.992757	0.992966	0.993171	0.993373	0.993572	0.993768	0.993961	0.994151	0.994338
84	0.994522	0.994703	0.994881	0.995056	0.995227	0.995396	0.995562	0.995725	0.995884	0.996041
85	0.996195	0.996345	0.996493	0.996637	0.996779	0.996917	0.997053	0.997185	0.997314	0.997441
86	0.997564	0.997684	0.997801	0.997916	0.998027	0.998135	0.99824	0.998342	0.998441	0.998537
87	0.99863	0.998719	0.998806	0.99889	0.998971	0.999048	0.999123	0.999194	0.999263	0.999328
88	0.999391	0.99945	0.999507	0.99956	0.99961	0.999657	0.999701	0.999743	0.999781	0.999816
89	0.999848	0.999877	0.999903	0.999925	0.999945	0.999962	0.999976	0.999986	0.999994	0.999998
90	1	0.999998	0.999994	0.999986	0.999976	0.999962	0.999945	0.999925	0.999903	0.999877

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 307 27-04-2022 13:26:46

NATURAL COSINES

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	0.999998	0.999994	0.999986	0.999976	0.999962	0.999945	0.999925	0.999903	0.999877
1	0.999848	0.999816	0.999781	0.999743	0.999701	0.999657	0.99961	0.99956	0.999507	0.99945
2	0.999391	0.999328	0.999263	0.999194	0.999123	0.999048	0.998971	0.99889	0.998806	0.998719
3	0.99863	0.998537	0.998441	0.998342	0.99824	0.998135	0.998027	0.997916	0.997801	0.997684
4	0.997564	0.997441	0.997314	0.997185	0.997053	0.996917	0.996779	0.996637	0.996493	0.996345
5	0.996195	0.996041	0.995884	0.995725	0.995562	0.995396	0.995227	0.995056	0.994881	0.994703
6	0.994522	0.994338	0.994151	0.993961	0.993768	0.993572	0.993373	0.993171	0.992966	0.992757
7	0.992546	0.992332	0.992115	0.991894	0.991671	0.991445	0.991216	0.990983	0.990748	0.990509
8	0.990268	0.990024	0.989776	0.989526	0.989272	0.989016	0.988756	0.988494	0.988228	0.98796
9	0.987688	0.987414	0.987136	0.986856	0.986572	0.986286	0.985996	0.985703	0.985408	0.985109
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.984808	0.984503	0.984196	0.983885	0.983571	0.983255	0.982935	0.982613	0.982287	0.981959
11	0.981627	0.981293	0.980955	0.980615	0.980271	0.979925	0.979575	0.979223	0.978867	0.978509
12	0.978148	0.977783	0.977416	0.977046	0.976672	0.976296	0.975917	0.975535	0.975149	0.974761
13	0.97437	0.973976	0.973579	0.973179	0.972776	0.97237	0.971961	0.971549	0.971134	0.970716
14	0.970296	0.969872	0.969445	0.969016	0.968583	0.968148	0.967709	0.967268	0.966823	0.966376
15	0.965926	0.965473	0.965016	0.964557	0.964095	0.96363	0.963163	0.962692	0.962218	0.961741
16	0.961262	0.960779	0.960294	0.959805	0.959314	0.95882	0.958323	0.957822	0.957319	0.956814
17	0.956305	0.955793	0.955278	0.954761	0.95424	0.953717	0.953191	0.952661	0.952129	0.951594
18	0.951057	0.950516	0.949972	0.949425	0.948876	0.948324	0.947768	0.94721	0.946649	0.946085
19	0.945519	0.944949	0.944376	0.943801	0.943223	0.942641	0.942057	0.941471	0.940881	0.940288
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.939693	0.939094	0.938493	0.937889	0.937282	0.936672	0.93606	0.935444	0.934826	0.934204
21	0.93358	0.932954	0.932324	0.931691	0.931056	0.930418	0.929776	0.929133	0.928486	0.927836
22	0.927184	0.926529	0.925871	0.92521	0.924546	0.92388	0.92321	0.922538	0.921863	0.921185
23	0.920505	0.919821	0.919135	0.918446	0.917755	0.91706	0.916363	0.915663	0.91496	0.914254
24	0.913545	0.912834	0.91212	0.911403	0.910684	0.909961	0.909236	0.908508	0.907777	0.907044
25	0.906308	0.905569	0.904827	0.904083	0.903335	0.902585	0.901833	0.901077	0.900319	0.899558
26	0.898794	0.898028	0.897258	0.896486	0.895712	0.894934	0.894154	0.893371	0.892586	0.891798
27	0.891007	0.890213	0.889416	0.888617	0.887815	0.887011	0.886204	0.885394	0.884581	0.883766
28	0.882948	0.882127	0.881303	0.880477	0.879649	0.878817	0.877983	0.877146	0.876307	0.875465
29	0.87462	0.873772	0.872922	0.872069	0.871214	0.870356	0.869495	0.868632	0.867765	0.866897
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.866025	0.865151	0.864275	0.863396	0.862514	0.861629	0.860742	0.859852	0.85896	0.858065
31	0.857167	0.856267	0.855364	0.854459	0.853551	0.85264	0.851727	0.850811	0.849893	0.848972
32	0.848048	0.847122	0.846193	0.845262	0.844328	0.843391	0.842452	0.841511	0.840567	0.83962
33	0.838671	0.837719	0.836764	0.835807	0.834848	0.833886	0.832921	0.831954	0.830984	0.830012
34	0.829038	0.82806	0.827081	0.826098	0.825113	0.824126	0.823136	0.822144	0.821149	0.820152
35	0.819152	0.81815	0.817145	0.816138	0.815128	0.814116	0.813101	0.812084	0.811064	0.810042
36	0.809017	0.80799	0.80696	0.805928	0.804894	0.803857	0.802817	0.801776	0.800731	0.799685
37	0.798636	0.797584	0.79653	0.795473	0.794415	0.793353	0.79229	0.791224	0.790155	0.789084
38	0.788011	0.786935	0.785857	0.784776	0.783693	0.782608	0.78152	0.78043	0.779338	0.778243
39	0.777146	0.776046	0.774944	0.77384	0.772734	0.771625	0.770513	0.7694	0.768284	0.767165
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0.766044	0.764921	0.763796	0.762668	0.761538	0.760406	0.759271	0.758134	0.756995	0.755853
41	0.75471	0.753563	0.752415	0.751264	0.750111	0.748956	0.747798	0.746638	0.745476	0.744312
42	0.743145	0.741976	0.740805	0.739631	0.738455	0.737277	0.736097	0.734915	0.73373	0.732543
43	0.731354	0.730162	0.728969	0.727773	0.726575	0.725374	0.724172	0.722967	0.72176	0.720551
44	0.71934	0.718126	0.716911	0.715693	0.714473	0.71325	0.712026	0.710799	0.709571	0.70834
45	0.707107	0.705872	0.704634	0.703395	0.702153	0.700909	0.699663	0.698415	0.697165	0.695913

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 308 27-04-2022 13:26:46

NATURAL COSINES

46	0.694658	0.693402	0.692143	0.690882	0.68962	0.688355	0.687088	0.685818	0.684547	0.683274
47	0.681998	0.680721	0.679441	0.67816	0.676876	0.67559	0.674302	0.673013	0.671721	0.670427
48	0.669131	0.667833	0.666532	0.66523	0.663926	0.66262	0.661312	0.660002	0.658689	0.657375
49	0.656059	0.654741	0.653421	0.652098	0.650774	0.649448	0.64812	0.64679	0.645458	0.644124
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
50	0.642788	0.64145	0.64011	0.638768	0.637424	0.636078	0.634731	0.633381	0.632029	0.630676
51	0.62932	0.627963	0.626604	0.625243	0.62388	0.622515	0.621148	0.619779	0.618408	0.617036
52	0.615661	0.614285	0.612907	0.611527	0.610145	0.608761	0.607376	0.605988	0.604599	0.603208
53	0.601815	0.60042	0.599024	0.597625	0.596225	0.594823	0.593419	0.592013	0.590606	0.589196
54	0.587785	0.586372	0.584958	0.583541	0.582123	0.580703	0.579281	0.577858	0.576432	0.575005
55	0.573576	0.572146	0.570714	0.56928	0.567844	0.566406	0.564967	0.563526	0.562083	0.560639
56	0.559193	0.557745	0.556296	0.554844	0.553392	0.551937	0.550481	0.549023	0.547563	0.546102
57	0.544639	0.543174	0.541708	0.54024	0.538771	0.5373	0.535827	0.534352	0.532876	0.531399
58	0.529919	0.528438	0.526956	0.525472	0.523986	0.522499	0.52101	0.519519	0.518027	0.516533
59	0.515038	0.513541	0.512043	0.510543	0.509041	0.507538	0.506034	0.504528	0.50302	0.501511
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
60	0.5	0.498488	0.496974	0.495459	0.493942	0.492424	0.490904	0.489382	0.48786	0.486335
61	0.48481	0.483282	0.481754	0.480223	0.478692	0.477159	0.475624	0.474088	0.472551	0.471012
62	0.469472	0.46793	0.466387	0.464842	0.463296	0.461749	0.4602	0.45865	0.457098	0.455545
63	0.45399	0.452435	0.450878	0.449319	0.447759	0.446198	0.444635	0.443071	0.441506	0.439939
64	0.438371	0.436802	0.435231	0.433659	0.432086	0.430511	0.428935	0.427358	0.425779	0.424199
65	0.422618	0.421036	0.419452	0.417867	0.416281	0.414693	0.413104	0.411514	0.409923	0.40833
66	0.406737	0.405142	0.403545	0.401948	0.400349	0.398749	0.397148	0.395546	0.393942	0.392337
67	0.390731	0.389124	0.387516	0.385906	0.384295	0.382683	0.38107	0.379456	0.377841	0.376224
68	0.374607	0.372988	0.371368	0.369747	0.368125	0.366501	0.364877	0.363251	0.361625	0.359997
69	0.358368	0.356738	0.355107	0.353475	0.351842	0.350207	0.348572	0.346936	0.345298	0.34366
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
70	0.34202	0.34038	0.338738	0.337095	0.335452	0.333807	0.332161	0.330514	0.328867	0.327218
71	0.325568	0.323917	0.322266	0.320613	0.318959	0.317305	0.315649	0.313992	0.312335	0.310676
72	0.309017	0.307357	0.305695	0.304033	0.30237	0.300706	0.299041	0.297375	0.295708	0.29404
73	0.292372	0.290702	0.289032	0.287361	0.285688	0.284015	0.282341	0.280667	0.278991	0.277315
74	0.275637	0.273959	0.27228	0.2706	0.26892	0.267238	0.265556	0.263873	0.262189	0.260505
75	0.258819	0.257133	0.255446	0.253758	0.252069	0.25038	0.24869	0.246999	0.245307	0.243615
76	0.241922	0.240228	0.238533	0.236838	0.235142	0.233445	0.231748	0.23005	0.228351	0.226651
77	0.224951	0.22325	0.221548	0.219846	0.218143	0.21644	0.214735	0.21303	0.211325	0.209619
78	0.207912	0.206204	0.204496	0.202787	0.201078	0.199368	0.197657	0.195946	0.194234	0.192522
79	0.190809	0.189095	0.187381	0.185667	0.183951	0.182236	0.180519	0.178802	0.177085	0.175367
x	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
80	0.173648	0.171929	0.170209	0.168489	0.166769	0.165048	0.163326	0.161604	0.159881	0.158158
81	0.156434	0.15471	0.152986	0.151261	0.149535	0.147809	0.146083	0.144356	0.142629	0.140901
82	0.139173	0.137445	0.135716	0.133986	0.132256	0.130526	0.128796	0.127065	0.125333	0.123601
83	0.121869	0.120137	0.118404	0.116671	0.114937	0.113203	0.111469	0.109734	0.107999	0.106264
84	0.104528	0.102793	0.101056	0.09932	0.097583	0.095846	0.094108	0.092371	0.090633	0.088894
85	0.087156	0.085417	0.083678	0.081939	0.080199	0.078459	0.076719	0.074979	0.073238	0.071497
86	0.069756	0.068015	0.066274	0.064532	0.062791	0.061049	0.059306	0.057564	0.055822	0.054079
87	0.052336	0.050593	0.04885	0.047106	0.045363	0.043619	0.041876	0.040132	0.038388	0.036644
88	0.034899	0.033155	0.031411	0.029666	0.027922	0.026177	0.024432	0.022687	0.020942	0.019197
89	0.017452	0.015707	0.013962	0.012217	0.010472	0.0087265	0.0069813	0.0052360	0.0034907	0.0017453
90	0	0.0017453	0.0034907	0.0052360	0.0069813	0.0087265	0.010472	0.012217	0.013962	0.015707

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 309 27-04-2022 13:26:46

NATURAL TANGENTS

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.0017453	0.0034907	0.0052360	0.0069814	0.0087269	0.010472	0.012218	0.013964	0.015709
1	0.017455	0.019201	0.020947	0.022693	0.024439	0.026186	0.027933	0.029679	0.031426	0.033173
2	0.034921	0.036668	0.038416	0.040164	0.041912	0.043661	0.04541	0.047159	0.048908	0.050658
3	0.052408	0.054158	0.055909	0.05766	0.059411	0.061163	0.062915	0.064667	0.06642	0.068173
4	0.069927	0.071681	0.073435	0.07519	0.076946	0.078702	0.080458	0.082215	0.083972	0.08573
5	0.087489	0.089248	0.091007	0.092767	0.094528	0.096289	0.098051	0.099813	0.101576	0.10334
6	0.105104	0.106869	0.108635	0.110401	0.112168	0.113936	0.115704	0.117473	0.119243	0.121013
7	0.122785	0.124557	0.126329	0.128103	0.129877	0.131652	0.133428	0.135205	0.136983	0.138761
8	0.140541	0.142321	0.144102	0.145884	0.147667	0.149451	0.151236	0.153022	0.154808	0.156596
9	0.158384	0.160174	0.161965	0.163756	0.165549	0.167343	0.169137	0.170933	0.17273	0.174528
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.176327	0.178127	0.179928	0.181731	0.183534	0.185339	0.187145	0.188952	0.19076	0.19257
11	0.19438	0.196192	0.198005	0.19982	0.201635	0.203452	0.205271	0.20709	0.208911	0.210733
12	0.212557	0.214381	0.216208	0.218035	0.219864	0.221695	0.223526	0.22536	0.227194	0.229031
13	0.230868	0.232707	0.234548	0.23639	0.238234	0.240079	0.241925	0.243774	0.245624	0.247475
14	0.249328	0.251183	0.253039	0.254897	0.256756	0.258618	0.26048	0.262345	0.264211	0.266079
15	0.267949	0.269821	0.271694	0.273569	0.275446	0.277325	0.279205	0.281087	0.282971	0.284857
16	0.286745	0.288635	0.290527	0.29242	0.294316	0.296213	0.298113	0.300014	0.301918	0.303823
17	0.305731	0.30764	0.309552	0.311465	0.313381	0.315299	0.317219	0.319141	0.321065	0.322991
18	0.32492	0.32685	0.328783	0.330718	0.332656	0.334595	0.336537	0.338481	0.340428	0.342377
19	0.344328	0.346281	0.348237	0.350195	0.352156	0.354119	0.356084	0.358052	0.360022	0.361995
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.36397	0.365948	0.367928	0.369911	0.371897	0.373885	0.375875	0.377869	0.379864	0.381863
21	0.383864	0.385868	0.387874	0.389884	0.391896	0.39391	0.395928	0.397948	0.399971	0.401997
22	0.404026	0.406058	0.408092	0.41013	0.41217	0.414214	0.41626	0.418309	0.420361	0.422417
23	0.424475	0.426536	0.428601	0.430668	0.432739	0.434812	0.436889	0.438969	0.441053	0.443139
24	0.445229	0.447322	0.449418	0.451517	0.45362	0.455726	0.457836	0.459949	0.462065	0.464185
25	0.466308	0.468434	0.470564	0.472698	0.474835	0.476976	0.47912	0.481267	0.483419	0.485574
26	0.487733	0.489895	0.492061	0.494231	0.496404	0.498582	0.500763	0.502948	0.505136	0.507329
27	0.509525	0.511726	0.51393	0.516138	0.518351	0.520567	0.522787	0.525012	0.52724	0.529473
28	0.531709	0.53395	0.536195	0.538445	0.540698	0.542956	0.545218	0.547484	0.549755	0.55203
29	0.554309	0.556593	0.558881	0.561174	0.563471	0.565773	0.568079	0.57039	0.572705	0.575026
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0.57735	0.57968	0.582014	0.584353	0.586697	0.589045	0.591398	0.593757	0.59612	0.598488
31	0.600861	0.603239	0.605622	0.60801	0.610403	0.612801	0.615204	0.617613	0.620026	0.622445
32	0.624869	0.627299	0.629734	0.632174	0.634619	0.63707	0.639527	0.641989	0.644456	0.646929
33	0.649408	0.651892	0.654382	0.656877	0.659379	0.661886	0.664398	0.666917	0.669442	0.671972
34	0.674509	0.677051	0.679599	0.682154	0.684714	0.687281	0.689854	0.692433	0.695018	0.69761
35	0.700208	0.702812	0.705422	0.708039	0.710663	0.713293	0.71593	0.718573	0.721223	0.723879
36	0.726543	0.729213	0.731889	0.734573	0.737264	0.739961	0.742666	0.745377	0.748096	0.750821
37	0.753554	0.756294	0.759041	0.761796	0.764558	0.767327	0.770104	0.772888	0.77568	0.778479
38	0.781286	0.7841	0.786922	0.789752	0.79259	0.795436	0.79829	0.801151	0.804021	0.806898
39	0.809784	0.812678	0.81558	0.818491	0.821409	0.824336	0.827272	0.830216	0.833169	0.83613
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0.8391	0.842078	0.845066	0.848062	0.851067	0.854081	0.857104	0.860136	0.863177	0.866227
41	0.869287	0.872356	0.875434	0.878521	0.881619	0.884725	0.887842	0.890967	0.894103	0.897249
42	0.900404	0.903569	0.906745	0.90993	0.913125	0.916331	0.919547	0.922773	0.92601	0.929257
43	0.932515	0.935783	0.939063	0.942352	0.945653	0.948965	0.952287	0.955621	0.958966	0.962322
44	0.965689	0.969067	0.972458	0.975859	0.979272	0.982697	0.986134	0.989582	0.993043	0.996515
45	1	1.0035	1.00701	1.01053	1.01406	1.01761	1.02117	1.02474	1.02832	1.03192

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 310 27-04-2022 13:26:46

NATURAL TANGENTS

46	1.03553	1.03915	1.04279	1.04644	1.0501	1.05378	1.05747	1.06117	1.06489	1.06862
47	1.07237	1.07613	1.0799	1.08369	1.08749	1.09131	1.09514	1.09899	1.10285	1.10672
48	1.11061	1.11452	1.11844	1.12238	1.12633	1.13029	1.13428	1.13828	1.14229	1.14632
49	1.15037	1.15443	1.15851	1.16261	1.16672	1.17085	1.175	1.17916	1.18334	1.18754
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	1.19175	1.19599	1.20024	1.20451	1.20879	1.2131	1.21742	1.22176	1.22612	1.2305
51	1.2349	1.23931	1.24375	1.2482	1.25268	1.25717	1.26169	1.26622	1.27077	1.27535
52	1.27994	1.28456	1.28919	1.29385	1.29853	1.30323	1.30795	1.31269	1.31745	1.32224
53	1.32704	1.33187	1.33673	1.3416	1.3465	1.35142	1.35637	1.36134	1.36633	1.37134
54	1.37638	1.38145	1.38653	1.39165	1.39679	1.40195	1.40714	1.41235	1.41759	1.42286
55	1.42815	1.43347	1.43881	1.44418	1.44958	1.45501	1.46046	1.46595	1.47146	1.47699
56	1.48256	1.48816	1.49378	1.49944	1.50512	1.51084	1.51658	1.52235	1.52816	1.534
57	1.53986	1.54576	1.5517	1.55766	1.56366	1.56969	1.57575	1.58184	1.58797	1.59414
58	1.60033	1.60657	1.61283	1.61914	1.62548	1.63185	1.63826	1.64471	1.6512	1.65772
59	1.66428	1.67088	1.67752	1.68419	1.69091	1.69766	1.70446	1.71129	1.71817	1.72509
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	1.73205	1.73905	1.7461	1.75319	1.76032	1.76749	1.77471	1.78198	1.78929	1.79665
61	1.80405	1.8115	1.81899	1.82654	1.83413	1.84177	1.84946	1.8572	1.86499	1.87283
62	1.88073	1.88867	1.89667	1.90472	1.91282	1.92098	1.9292	1.93746	1.94579	1.95417
63	1.96261	1.97111	1.97966	1.98828	1.99695	2.00569	2.01449	2.02335	2.03227	2.04125
64	2.0503	2.05942	2.0686	2.07785	2.08716	2.09654	2.106	2.11552	2.12511	2.13477
65	2.14451	2.15432	2.1642	2.17416	2.18419	2.1943	2.20449	2.21475	2.2251	2.23553
66	2.24604	2.25663	2.2673	2.27806	2.28891	2.29984	2.31086	2.32197	2.33317	2.34447
67	2.35585	2.36733	2.37891	2.39058	2.40235	2.41421	2.42618	2.43825	2.45043	2.4627
68	2.47509	2.48758	2.50018	2.51289	2.52571	2.53865	2.5517	2.56487	2.57815	2.59156
69	2.60509	2.61874	2.63252	2.64642	2.66046	2.67462	2.68892	2.70335	2.71792	2.73263
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	2.74748	2.76247	2.77761	2.79289	2.80833	2.82391	2.83965	2.85555	2.87161	2.88783
71	2.90421	2.92076	2.93748	2.95437	2.97144	2.98868	3.00611	3.02372	3.04152	3.0595
72	3.07768	3.09606	3.11464	3.13341	3.1524	3.17159	3.191	3.21063	3.23048	3.25055
73	3.27085	3.29139	3.31216	3.33317	3.35443	3.37594	3.39771	3.41973	3.44202	3.46458
74	3.48741	3.51053	3.53393	3.55761	3.5816	3.60588	3.63048	3.65538	3.68061	3.70616
75	3.73205	3.75828	3.78485	3.81177	3.83906	3.86671	3.89474	3.92316	3.95196	3.98117
76	4.01078	4.04081	4.07127	4.10216	4.1335	4.1653	4.19756	4.2303	4.26352	4.29724
77	4.33148	4.36623	4.40152	4.43735	4.47374	4.51071	4.54826	4.58641	4.62518	4.66458
78	4.70463	4.74534	4.78673	4.82882	4.87162	4.91516	4.95945	5.00451	5.05037	5.09704
79	5.14455	5.19293	5.24218	5.29235	5.34345	5.39552	5.44857	5.50264	5.55777	5.61397
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	5.67128	5.72974	5.78938	5.85024	5.91236	5.97576	6.04051	6.10664	6.17419	6.24321
81	6.31375	6.38587	6.45961	6.53503	6.61219	6.69116	6.77199	6.85475	6.93952	7.02637
82	7.11537	7.20661	7.30018	7.39616	7.49465	7.59575	7.69957	7.80622	7.91582	8.02848
83	8.14435	8.26355	8.38625	8.51259	8.64275	8.77689	8.9152	9.05789	9.20516	9.35724
84	9.51436	9.6768	9.84482	10.0187	10.1988	10.3854	10.5789	10.7797	10.9882	11.2048
85	11.4301	11.6645	11.9087	12.1632	12.4288	12.7062	12.9962	13.2996	13.6174	13.9507
86	14.3007	14.6685	15.0557	15.4638	15.8945	16.3499	16.8319	17.3432	17.8863	18.4645
87	19.0811	19.7403	20.4465	21.2049	22.0217	22.9038	23.8593	24.8978	26.0307	27.2715
88	28.6363	30.1446	31.8205	33.6935	35.8006	38.1885	40.9174	44.0661	47.7395	52.0807
89	57.29	63.6567	71.6151	81.847	95.4895	114.589	143.237	190.984	286.478	572.957
90	∞									

XI Std Physics Glossary Vol-1 Malayalam.indd 311 27-04-2022 13:26:46

CLASS 11 VOL-1 — PHYSICS
MALAYALAM MEDIUM

Academic Coordinator

K. Chandrasekaran,
Lecturer, DIET, Chennai.

Reviewer

V. S. Sreeja, P.G. Asst.,
G.H.S.S., Mathicode.

S. Seena, P.G. Asst.,
GTRHSS., Kalingarajapuram.

List of Translators

R.S. Bindhu, P.G. Asst.,
PPM H.S.S., Anducode.

V. S. Sreeja, P.G. Asst.,
G.H.S.S., Mathicode.

S.R. Bindhulekha, P.G. Asst.,
G.H.S.S., Kottaram.

S. Seena, P.G. Asst.,
GTRHSS., Kalingarajapuram.

P. Usha Kumari, P.G. Asst.,
AIDED HSS, Mottakala.

B.U. Usha, P.G. Asst.,
Sree Devi G.H.S.S., Kollemcode.

B.H. Vijayalakshmi, B.T. Asst.,
PPM H.S.S., Anducode.

EMIS Technology

R. M. Satheesh,
State Coordinator Technical,
TN EMIS., Samagra Shiksha.

K. P. Sathya Narayana,
IT Consultant, TN EMIS., Samagra Shiksha.

R. Arun Maruthi Selvan,
Technical Project Consultant,
TN EMIS., Samagra Shiksha.

Layout & Illustrations

Ranjith, Pixels Print Media,
Parassala, Kerala.

In-House QC

Manohar R, Manikaraj Prabahar MA

Coordination

Ramesh Munisamy

This book has been printed on 80 G.S.M.
Elegant Maplitho paper.

Printed by offset at:

XI Std Physics Author List Vol-1 Malayalam.indd 312 22/07/2022 10:07:23