ഊർജതന്ത്രം

സ്റ്റാൻഡേർഡ് IX

ഭാഗം - 1

കേരളസർക്കാർ
പൊതുവിദ്യാഭ്യാസ വകുപ്പ്

സംസ്ഥാന വിദ്യാഭ്യാസ ഗവേഷണ പരിശീലന സമിതി (SCERT), കേരളം
2019

NT-461-1-PHYSICS-9-M-VOL.1

ദേശീയഗാനം

ജനഗണമന അധിനായക ജയഹേ
ഭാരത ഭാഗ്യവിധാതാ,
പഞ്ചാബസിന്ധു ഗുജറാത്ത മറാഠാ
ദ്രാവിഡ ഉത്ക്കല ബംഗാ,
വിന്ധ്യഹിമാചല യമുനാഗംഗാ,
ഉച്ഛല ജലധിതരംഗാ,
തവശുഭനാമേ ജാഗേ,
തവശുഭ ആശിഷ മാഗേ,
ഗാഹേ തവ ജയ ഗാഥാ
ജനഗണമംഗലദായക ജയഹേ
ഭാരത ഭാഗ്യവിധാതാ,
ജയഹേ, ജയഹേ, ജയഹേ,
ജയ ജയ ജയ ജയഹേ!

പ്രതിജ്ഞ

ഇന്ത്യ എന്റെ രാജ്യമാണ്. എല്ലാ ഇന്ത്യക്കാരും എന്റെ സഹോദരീ സഹോദരന്മാരാണ്.

ഞാൻ എന്റെ രാജ്യത്തെ സ്നേഹിക്കുന്നു; സമ്പൂർണവും വൈവിധ്യപൂർണവുമായ അതിന്റെ പാരമ്പര്യത്തിൽ ഞാൻ അഭിമാനം കൊള്ളുന്നു.

ഞാൻ എന്റെ മാതാപിതാക്കളെയും ഗുരുക്കന്മാരെയും മുതിർന്നവരെയും ബഹുമാനിക്കും.

ഞാൻ എന്റെ രാജ്യത്തിന്റെയും എന്റെ നാട്ടുകാരുടെയും ക്ഷേമത്തിനും ഐശ്വര്യത്തിനും വേണ്ടി പ്രയത്നിക്കും.

പ്രിയപ്പെട്ട വിദ്യാർഥികളേ,

ചുറ്റുപാടുകൾ നിരീക്ഷിക്കാനും ലളിതമായ പരീക്ഷണങ്ങളിലും അന്വേഷണപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഏർപ്പെടാനും മുൻ ക്ലാസുകളിൽ നിങ്ങൾക്ക് അവസരം ലഭിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ലഭിച്ച വിവരങ്ങൾ ചിട്ടയായി രേഖപ്പെടുത്താനും ചർച്ചയിലൂടെയും വിശകലനത്തിലൂടെയും ആശയങ്ങൾ സ്വാംശീകരിക്കാനും ക്ലാസ്റൂം പ്രവർത്തനങ്ങൾ സഹായകമായിട്ടുണ്ടാവും. ശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതി ബോധ്യപ്പെടുന്നതോടൊപ്പം അവ നിത്യജീവിതത്തിൽ പ്രയോഗിക്കാനുള്ള ശേഷി ആർജിക്കാനും കഴിയേണ്ടതുണ്ട്. ഒപ്പം പരിസ്ഥിതിസൗഹാർദപരമായ കാഴ്ചപ്പാടും രൂപപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. ഇതെല്ലാം കഴിവതും നേരിട്ടുള്ള അനുഭവങ്ങളിലൂടെയും അന്വേഷണങ്ങളിലൂടെയും തിരിച്ചറിവുകളിലൂടെയുമാകണം. അതിന് ഉതകും വിധമാണ് ഈ പാഠപുസ്തകത്തിലെ ആശയങ്ങൾ അവതരിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത്.

സമഗ്ര എന്ന വിദ്യാഭ്യാസ പോർട്ടലും സാങ്കേതികമായി ശക്തിപ്പെടുത്തിയ ക്യു.ആർ.കോഡും ക്ലാസ്റൂം പഠനപ്രവർത്തനങ്ങൾ ആയാസരഹിതവും രസകരവും ആക്കിത്തീർക്കും. ദേശീയതൊഴിൽ നൈപുണി ചട്ടക്കൂടും (എൻ.എസ്.ക്യു.എഫ്), ദുരന്തനിവാരണമാർഗങ്ങളും ഐ.സി.ടി. സാധ്യതകളും ഈ പാഠപുസ്തകത്തിൽ പരിഗണിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ചിന്തിച്ചും ചോദ്യം ചെയ്തും ആശയങ്ങളെ വിമർശനാത്മകമായി സമീപിച്ചും അധ്യാപകരോടും സഹപാഠികളോടുമൊപ്പം അന്വേഷിച്ചും കണ്ടെത്തിയും മുന്നേറാം. ഇങ്ങനെ പഠനം ആനന്ദകരമായ അനുഭവമാക്കാൻ നിങ്ങൾക്ക് കഴിയുമാറാകട്ടെ.

സ്നേഹാശംസകളോടെ,

ഡോ. ജെ. പ്രസാദ്
ഡയറക്ടർ
എസ്.സി.ഇ.ആർ.ടി.

State Council of Educational Research and Training (SCERT)
Poojappura, Thiruvananthapuram 695012, Kerala
Website : www.scertkerala.gov.in, *e-mail* : scertkerala@gmail.com
Phone : 0471 - 2341883, Fax : 0471 - 2341869
Typesetting and Layout : SCERT
Printed at : KBPS, Kakkanad, Kochi-30

© Department of Education, Government of Kerala

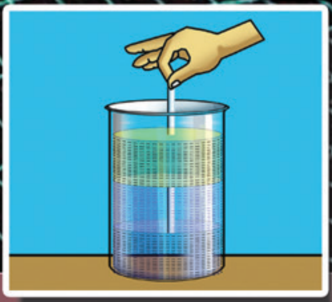
ഉള്ളടക്കം

1. ദ്രവബലങ്ങൾ 07

2. ചലനസമവാക്യങ്ങൾ............................. 29

3. ചലനവും ചലനനിയമങ്ങളും 43

4. ഗുരുത്വാകർഷണം 63



ഈ പുസ്തകത്തിൽ സൗകര്യത്തിനായി
ചില മുദ്രകൾ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു.

അധികവായനയ്ക്ക്
(വിലയിരുത്തലിന് വിധേയമാക്കേണ്ടതില്ല)

ആശയവ്യക്തത വരുത്തുന്നതിന് ICT സാധ്യത

വിലയിരുത്താം

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

തൊഴിൽ നൈപുണി

1

ദ്രവബലങ്ങൾ

കപ്പൽ ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും? അതേകാരണം കൊണ്ടായിരിക്കുമോ ബ്ലേഡ് ജലോപരിതലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നത്?

എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും ഇതുപോലെ ജലോപരിതലത്തിൽ നിർത്താൻ സാധിക്കുന്നില്ലല്ലോ!

ഇങ്ങനെയൊരു സംശയം നിങ്ങൾക്കുണ്ടായിട്ടുണ്ടോ?

ബക്കറ്റിൽ ജലമെടുക്കുക. ഒരു ഒഴിഞ്ഞ പ്ലാസ്റ്റിക് കുപ്പി നന്നായി അടച്ചശേഷം ജലോപരിതലത്തിൽ വയ്ക്കുക. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

- -

പ്ലാസ്റ്റിക്കുപ്പി കൈകൊണ്ട് ജലത്തിനടിയിലേക്കു താഴ്ത്താൻ ശ്രമിക്കൂ. നിങ്ങൾക്ക് ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടതായി വരുന്നില്ലേ? ഇത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?

താഴ്ത്തിയ ശേഷം ജലത്തിനടിയിലുള്ള പ്ലാസ്റ്റിക് കുപ്പിയിൽനിന്ന് കൈ വിട്ടുനോക്കൂ. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

അത് മുകളിലേക്ക് ഉയരുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്?

- ഭാരമുള്ള വസ്തുക്കൾ താഴേക്കല്ലേ പോകേണ്ടത്?
- കുപ്പിയുടെ ഭാരത്തേക്കാൾ കൂടിയ ബലം മുകളിലേക്ക് അനുഭവപ്പെട്ടത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?
- ദ്രാവകങ്ങൾക്ക് മുകളിലേക്കു ബലം പ്രയോഗിക്കാൻ സാധിക്കുമോ?

ചിത്രം 1.1

ചിത്രം 1.2 (a)

ചിത്രം 1.2 (b)

മറ്റൊരു സന്ദർഭം ശ്രദ്ധിക്കൂ.

മുങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ ജലത്തിനുള്ളിൽ ഉയർത്തുമ്പോൾ വായുവിൽ ഉയർത്തുന്നതിനേക്കാൾ ഭാരം കുറഞ്ഞതായി അനുഭവപ്പെടുന്നു. എന്തായിരിക്കും കാരണം? നിങ്ങളുടെ അനുമാനം എഴുതൂ.

ഒരു ദ്രാവകം അതിൽ വച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൽ മുകളിലേക്ക് ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു എന്നു നിങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയല്ലോ. ഈ ബലമാണ് പ്ലവക്ഷമബലം. ദ്രാവകങ്ങൾ മാത്രമല്ല, വാതകങ്ങളും ഈ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. വാതകങ്ങളെയും ദ്രാവകങ്ങളെയും നാം പൊതുവെ ദ്രവങ്ങൾ എന്നാണു വിളിക്കുന്നത്.

ദ്രവത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽ അനുഭവപ്പെടുന്നത് രണ്ടു ബലങ്ങളാണ്:

1. വസ്തുവിന്മേൽ താഴേക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്ന ഭാരം.
2. വസ്തുവിന്മേൽ മുകളിലേക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം.

ഒരു വസ്തു ദ്രവത്തിൽ ഭാഗികമായോ പൂർണമായോ മുങ്ങിയിരിക്കുമ്പോൾ ആ ദ്രവം വസ്തുവിൽ മുകളിലേക്ക് ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ഈ ബലമാണ് പ്ലവക്ഷമബലം.

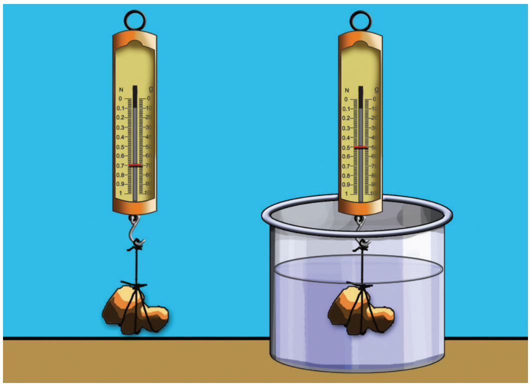
നിത്യജീവിതത്തിൽ ദ്രാവകങ്ങളിലും വാതകങ്ങളിലും പ്ലവക്ഷമബലം അനുഭവപ്പെടുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ പട്ടികയാക്കൂ.

- ഹൈഡ്രജൻ നിറച്ച ബലൂൺ വായുവിൽ ഉയർന്നു പറക്കുന്നു.
-

ഒരു ദ്രാവകത്തിൽ വസ്തുവിന് അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം അളക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണ്?

പ്ലവക്ഷമബലം അളക്കാം

ഏകദേശം ഒരേ വലുപ്പമുള്ള ഒരു കല്ലും ലോഹക്കഷണവുമെടുക്കുക. ഒരു സ്പ്രിങ് ബാലൻസ് (ന്യൂട്ടൺ അളവിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയത് അഭികാമ്യം) ഉപയോഗിച്ച് ഇവയുടെ ഓരോന്നിന്റെയും വായുവിലുള്ള ഭാരം കണക്കാക്കുക. തുടർന്ന് ഓരോന്നിനെയും ജലത്തിൽ താഴ്ത്തി ജലത്തിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ഭാരവും കണ്ടെത്തുക. ലഭിച്ച വിവരങ്ങൾ പട്ടിക 1.1 ൽ എഴുതൂ.



ചിത്രം 1.3

വസ്തു	വായുവിലെ ഭാരം (W_1)	ജലത്തിലെ ഭാരം (W_2)	ഭാരക്കുറവ് = (W_1-W_2)
കല്ല്	______ N	______ N	______ N
ലോഹക്കഷണം	______ N	______ N	______ N

പട്ടിക 1.1

കല്ലിനും ലോഹക്കഷണത്തിനും ജലത്തിൽ അനുഭവപ്പെട്ട ഭാരക്കുറവിന് കാരണമെന്തായിരിക്കും?

ജലത്തിൽ അനുഭവപ്പെട്ട ഭാരക്കുറവായിരിക്കുമല്ലോ പ്ലവക്ഷമബലം.

അതായത് ഒരു വസ്തു ദ്രവത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം കണക്കാക്കാൻ വസ്തുവിന് ആ ദ്രവത്തിലുണ്ടായ ഭാരക്കുറവ് കണ്ടെത്തിയാൽ മതി എന്നു മനസ്സിലായല്ലോ.

ഒരു വസ്തുവിന് എല്ലാ ദ്രാവകങ്ങളിലും ഒരേ അളവിലുള്ള പ്ലവക്ഷമബലമാണോ അനുഭവപ്പെടുന്നത്?

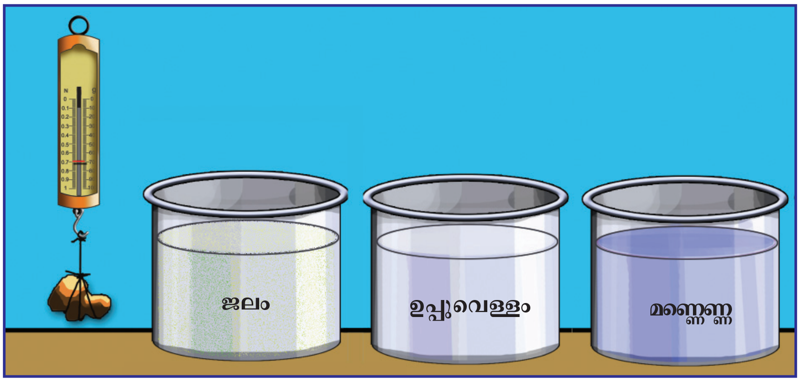
5BAQPT

പ്ലവക്ഷമബലത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ

പ്ലവക്ഷമബലത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ എന്തൊക്കെയായിരിക്കും? നമുക്ക് നോക്കാം.

ജലം, ഉപ്പുവെള്ളം, മണ്ണെണ്ണ എന്നിവ മൂന്നു ബീക്കറുകളിലായി എടുക്കുക. ഈ ദ്രാവകങ്ങൾ ഓരോന്നും കല്ലിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം എത്രയെന്ന് കണ്ടെത്തി പട്ടികയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

IT @ School Edubuntu വിൽ *PhET* ലെ *Buoyancy* എന്ന ഭാഗം കാണുക.



ചിത്രം 1.4

കല്ലിന്റെ വായുവിലെ ഭാരം = ... N

ദ്രാവകം	കല്ലിന്റെ ഭാരം (ദ്രാവകത്തിൽ)	കല്ലിനുണ്ടായ ഭാരക്കുറവ് അഥവാ പ്ലവക്ഷമബലം (വായുവിലെ ഭാരം – ദ്രാവകത്തിലെ ഭാരം)
ജലം		
ഉപ്പുവെള്ളം		
മണ്ണെണ്ണ		

പട്ടിക 1.2

ദ്രാവകം	സാന്ദ്രത (kg/m^3)
ജലം	1000
മണ്ണെണ്ണ	810
ഉപ്പുവെള്ളം	1025 (ഏകദേശം)

പട്ടിക 1.3

പട്ടിക 1.2 ൽ ലഭിച്ച വിവരങ്ങളും പട്ടിക 1.3 ൽ നൽകിയ വിവരങ്ങളും പരിശോധിച്ച് താഴെ കൊടുത്ത ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തൂ.

- കല്ലിന് പ്ലവക്ഷമബലം ഏറ്റവും കൂടുതൽ അനുഭവപ്പെട്ടത് ഏതു ദ്രാവകത്തിലാണ്?
- കല്ലിന് പ്ലവക്ഷമബലം ഏറ്റവും കുറവ് അനുഭവപ്പെട്ടത് ഏതു ദ്രാവകത്തിലാണ്? ആ ദ്രാവകത്തിന്റെ സാന്ദ്രത മറ്റുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതലോ കുറവോ?

അങ്ങനെയെങ്കിൽ ദ്രാവകത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയും പ്ലവക്ഷമബലവും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടോ?

ഒരു ദ്രാവകത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിന് അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഒരു ഘടകമാണ് **ദ്രാവകത്തിന്റെ സാന്ദ്രത** എന്നു മനസ്സിലായല്ലോ.

- കടലിൽനിന്നു ശുദ്ധജലത്തടാകത്തിലേക്കു പ്രവേശിക്കുന്ന കപ്പൽ ജലത്തിൽ കൂടുതൽ താഴുമോ ഉയരുമോ? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

ഇരുമ്പുകട്ട

ചെമ്പുകട്ട

ചിത്രം 1.5

ദ്രാവകത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയ്ക്കനുസരിച്ച് പ്ലവക്ഷമബലം വ്യത്യസ്തമാകുന്നുണ്ടല്ലോ. എന്നാൽ ഒരു ദ്രാവകത്തിൽ, തുല്യ ഭാരമുള്ള വസ്തുക്കൾക്കെല്ലാം ഒരേ പ്ലവക്ഷമബലമായിരിക്കുമോ അനുഭവപ്പെടുക?

ഒരേ ഭാരമുള്ള ഒരു ചെമ്പുകട്ടയിലും ഇരുമ്പുകട്ടയിലും ജലം പ്രയോഗിക്കുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം കണക്കാക്കിനോക്കൂ.

വസ്തു	വായുവിലെ ഭാരം	ജലത്തിലെ ഭാരം	പ്ലവക്ഷമബലം
ചെമ്പുകട്ട			
ഇരുമ്പുകട്ട			

പട്ടിക 1.4

ഓരോന്നിനും അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം കണ്ടെത്തിയല്ലോ.

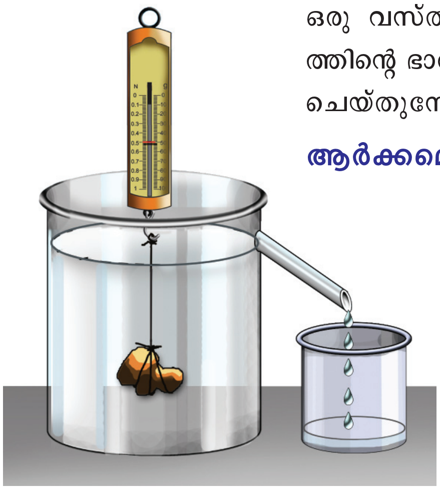
- അവ വ്യത്യസ്തമായത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?
- ചെമ്പുകട്ടയുടെയും ഇരുമ്പുകട്ടയുടെയും ഭാരം ഒന്നുതന്നെയായതിനാൽ മാസും ഒരുപോലെ ആയിരിക്കുമല്ലോ. എന്നാൽ അവയുടെ വ്യാപ്തം ഒരുപോലെയാണോ?

ഒരു ദ്രാവകത്തിൽ ഒരു വസ്തുവിന് അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം **വസ്തുവിന്റെ വ്യാപ്തത്തെ**യും ആശ്രയിക്കുന്നു എന്നു ബോധ്യമായല്ലോ.

ഒരു വസ്തു ഒരു ദ്രവത്തിലിരിക്കുമ്പോൾ അത് ആദേശം ചെയ്യുന്ന ദ്രവത്തിന്റെ ഭാരവും പ്ലവക്ഷമബലവും തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടോ? ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തുനോക്കാം.

ആർക്കമെഡീസ് തത്ത്വം (Archimedes' Principle)

ഒരു കല്ലും ഇരുമ്പുകട്ടയും എടുത്ത് അവയ്ക്ക് ജലത്തിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം കണ്ടെത്തുക. ഒപ്പം ആ വസ്തുക്കൾ ആദേശം ചെയ്യുന്ന ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തം ഒരു കവിഞ്ഞൊഴുകുംപാത്രം ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്തൂ. കവിഞ്ഞൊഴുകിയ ജലത്തിന്റെ ഭാരം സ്പ്രിങ്ത്രാസ് ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്തി പട്ടിക 1.5 ൽ എഴുതൂ.



ചിത്രം 1.6

വസ്തു	വസ്തുവിന്റെ വായുവിലെ ഭാരം	വസ്തുവിന്റെ ജലത്തിലെ ഭാരം	ഭാരക്കുറവ് (പ്ലവക്ഷമബലം)	കവിഞ്ഞൊഴുകിയ ജലത്തിന്റെ ഭാരം
കല്ല്				
ഇരുമ്പുകട്ട				

5BJLRG

പട്ടിക 1.5

പട്ടിക 1.5 വിശകലനം ചെയ്ത് താഴെ തന്നിരിക്കുന്നവയ്ക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തൂ.

- കല്ലിന് ജലത്തിലുണ്ടായ ഭാരക്കുറവ് (പ്ലവക്ഷമബലം) എത്ര?
- കല്ലിന് അനുഭവപ്പെട്ട പ്ലവക്ഷമബലവും കല്ല് ആദേശം ചെയ്ത ജലത്തിന്റെ ഭാരവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധമെന്ത്?
- ഇരുമ്പുകട്ടയ്ക്ക് അനുഭവപ്പെട്ട പ്ലവക്ഷമബലവും ഇരുമ്പുകട്ട ആദേശം ചെയ്ത ജലത്തിന്റെ ഭാരവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധമെന്ത്?
- ഇവയിൽനിന്നു നിങ്ങൾ എത്തിച്ചേരുന്ന നിഗമനമെന്ത്?

\- -

ദ്രാവകം ഒരു വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം വസ്തു ആദേശം ചെയ്യുന്ന ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും എന്നു മനസ്സിലായല്ലോ. ഇത് ആർക്കമെഡീസ് തത്ത്വം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ആർക്കമെഡീസ് തത്ത്വം

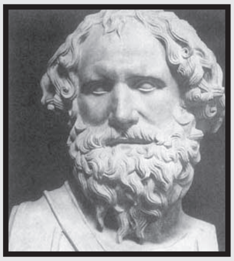
ഒരു വസ്തു ഭാഗികമായോ പൂർണമായോ ഒരു ദ്രവത്തിൽ മുങ്ങിയിരിക്കുമ്പോൾ അതിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലം വസ്തു ആദേശം ചെയ്യുന്ന ദ്രവത്തിന്റെ ഭാരത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും.

പ്ലവനം (Floatation)

ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തുനോക്കൂ.

10 cm നീളവും 10 cm വീതിയുമുള്ള ഒരു അലുമിനിയം ഫോയിൽ എടുക്കുക. അതുപയോഗിച്ച് ഒരു ചെറുപാത്രം ഉണ്ടാക്കൂ. ഈ ചെറുപാത്രത്തെ ഒരു ട്രഫിലെ ജലോപരിതലത്തിൽ വച്ചു നോക്കൂ. അത് താഴ്ന്നുപോകുന്നുണ്ടോ?

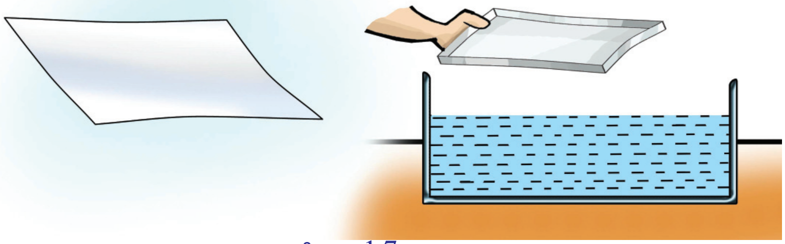
ആർക്കമെഡീസ്



തെക്കൻ ഇറ്റലിയിലെ തുറമുഖനഗരമായ സിറാക്യൂസിൽ 287 ബി.സി യിലാണ് ആർക്കമെഡീസ് ജനിച്ചത്. ഹെയ്റോ രണ്ടാമൻ എന്ന രാജാവിന്റെ കാലത്താണ് അദ്ദേഹം ജീവിച്ചിരുന്നത്.

ഹെയ്റോരാജാവിന്റെ നിർദേശപ്രകാരം സ്വർണപ്പണിക്കാരൻ ഒരു കിരീടം നിർമിച്ചു നൽകി. ആ സ്വർണകിരീടത്തിൽ മായം കലർന്നിട്ടുണ്ടോ എന്നു പരിശോധിക്കാൻ രാജാവ് ആർക്കമെഡീസിനോട് കല്പിച്ചു. ഈ പ്രശ്നം ആർക്കമെഡീസിനെ വല്ലാതെ കുഴക്കി. ശുദ്ധമായ സ്വർണത്തിന്റെ സാന്ദ്രത കണ്ടെത്താൻ സ്വർണക്കട്ടിയുടെ മാസിനെ അതിന്റെ വ്യാപ്തംകൊണ്ട് ഹരിച്ചാൽ മതി എന്ന് അദ്ദേഹത്തിനറിയാം. എന്നാൽ കിരീടത്തിന് യാതൊരു കുഴപ്പവും പറ്റാതെ അതിന്റെ വ്യാപ്തം എങ്ങനെ കണ്ടുപിടിക്കും എന്നതായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തെ കുഴക്കിയ പ്രശ്നം. ഒരു ദിവസം കുളിക്കാനായി നിറയെ ജലം നിറച്ച കുളിത്തൊട്ടിയിൽ കയറിക്കിടന്നപ്പോൾ ജലം കവിഞ്ഞൊഴുകുന്നതായി അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. ഇതിൽനിന്ന് ഒരു വസ്തുവിന്റെ വ്യാപ്തം കണക്കാക്കാൻ, ആ വസ്തു ആദേശം ചെയ്യുന്ന ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കണ്ടാൽ മതി എന്ന് അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി. അങ്ങനെ കിരീടത്തിന്റെ വ്യാപ്തവും സാന്ദ്രതയും കണ്ടെത്തി കിരീടത്തിൽ മായം കലർന്നിട്ടുണ്ട് എന്ന് ആർക്കമെഡീസ് ഉറപ്പിച്ചു.

212 ബി.സി യിൽ രണ്ടാം പ്യൂണിക് യുദ്ധത്തിൽ (Punic war) ഒരു റോമൻ പട്ടാളക്കാരന്റെ വാളാൽ അദ്ദേഹം വധിക്കപ്പെട്ടു. വൃത്തങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള സങ്കീർണമായ ഗണിതക്രിയകളിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന സമയത്താണ് അതു സംഭവിച്ചത്.



ചിത്രം 1.7

ഇനി അലുമിനിയം ഫോയിൽപ്പാത്രം നിവർത്തിയശേഷം അതിനെ പല പ്രാവശ്യം മടക്കി ചെറുതാക്കുക. അത് ജലത്തിലിട്ടു നോക്കൂ. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

- പാത്രത്തിന്റെ രൂപത്തിലായിരുന്നപ്പോഴും മടക്കി ചെറുതാക്കിയപ്പോഴും അലുമിനിയം ഫോയിലിന്റെ ഭാരത്തിലോ മാസിലോ വ്യത്യാസമുണ്ടായോ?

- വസ്തുവിന്റെ വ്യാപ്തത്തിലോ? എങ്കിൽ സാന്ദ്രതയിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടാകുമോ?

അലുമിനിയം ഫോയിൽപ്പാത്രം ജലത്തിൽ പൊങ്ങിനിൽക്കാനും ചുരുട്ടിയ അലുമിനിയം ഫോയിൽ താഴ്ന്നുപോകാനും കാരണമെന്തെന്ന് ഒരു പരീക്ഷണത്തിലൂടെ പരിശോധിക്കാം.

കല്ല്, മരക്കട്ട, റബ്ബർ, കോർക്ക് തുടങ്ങിയ കുറച്ചു വസ്തുക്കൾ ഓരോന്നായി ജലത്തിലിട്ടു നോക്കൂ. അവയിൽനിന്നു ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നവ ഏതെല്ലാമെന്നു കണ്ടെത്തൂ.

എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇവ ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നത്?

പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഓരോ വസ്തുവിനും അനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലവും ആ വസ്തു ആദേശം ചെയ്യുന്ന ജലത്തിന്റെ ഭാരവും കണ്ടെത്തി പട്ടിക 1.6 ൽ എഴുതൂ.

ക്രമ നം	വസ്തു	വായുവിലെ ഭാരം	ജലത്തിലെ ഭാരം	പ്ലവക്ഷമബലം	വസ്തു ആദേശം ചെയ്ത ജലത്തിന്റെ ഭാരം
1 2 3					

പട്ടിക 1.6

- പട്ടിക 1.6 വിശകലനം ചെയ്ത് ഓരോ വസ്തുവിന്റെയും ഭാരവും അതിനനുഭവപ്പെടുന്ന പ്ലവക്ഷമബലവും വസ്തു ആദേശം ചെയ്യുന്ന ജലത്തിന്റെ ഭാരവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കണ്ടെത്തൂ.

- ഒരു വസ്തു ഒരു ദ്രാവകത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന സാഹചര്യം എപ്പോഴായിരിക്കും എന്നു കുറിക്കൂ.

പ്ലവനതത്ത്വം (Principle of floatation)

ഒരു വസ്തു ദ്രവത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ ഭാരവും വസ്തു ആദേശം ചെയ്യുന്ന ദ്രവത്തിന്റെ ഭാരവും തുല്യമായിരിക്കും.

ഒരു വസ്തു ദ്രവത്തിൽ മുങ്ങിയിരിക്കുമ്പോൾ ആദേശം ചെയ്യുന്ന ദ്രവത്തിന്റെ വ്യാപ്തം വസ്തുവിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും.

5BTHT4

നിങ്ങൾ ഇതുവരെ മനസ്സിലാക്കിയ ആശയങ്ങളിൽനിന്നു താഴെ പറയുന്നവയ്ക്കുള്ള കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തൂ.

- കല്ലിന് ജലത്തിനുള്ളിൽ ഭാരക്കുറവ് അനുഭവപ്പെടുന്നു.

- മുട്ട ശുദ്ധജലത്തിൽ താഴ്ന്നുപോകുമെങ്കിലും ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നു.

- മണ്ണെണ്ണ ജലത്തിനു മുകളിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നു.

- കപ്പൽ ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നു.

- ഒരു വസ്തു ഒരു ദ്രാവകത്തിൽ താഴ്ത്തിവച്ചപ്പോൾ അത് അതേ സ്ഥാനത്തു തന്നെ നിൽക്കുന്നു.

ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത (Relative density)

മണ്ണെണ്ണയും ജലവും ഒരേ പാത്രത്തിലെടുത്താൽ മണ്ണെണ്ണ ജലത്തിനു മുകളിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നത് മണ്ണെണ്ണയ്ക്ക് ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറവായതിനാലാണ് എന്നറിയാമല്ലോ.

ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കൂടിയ ദ്രാവകങ്ങൾക്കും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ദ്രാവകങ്ങൾക്കും ഉദാഹരണം എഴുതൂ.

ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കൂടിയത്	ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞത്
• തേൻ	• മണ്ണെണ്ണ
•	•

പട്ടിക 1.7

ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത 1000 kg/m^3 ആണല്ലോ. പദാർഥങ്ങളുടെ സാന്ദ്രത ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയുമായി താരതമ്യം ചെയ്തു പറയാറുണ്ട്. ഇപ്രകാരം ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയുടെ എത്രമടങ്ങാണ് ഒരു പദാർഥത്തിന്റെ സാന്ദ്രത എന്നു പറയുന്നതാണ് ആ പദാർഥത്തിന്റെ ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത. ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ദ്രാവകമാണല്ലോ മണ്ണെണ്ണ. മണ്ണെണ്ണയുടെ സാന്ദ്രത ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയുടെ എത്രമടങ്ങാണ് എന്ന് എങ്ങനെ കണ്ടെത്താം?

മണ്ണെണ്ണയുടെ സാന്ദ്രതയും ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം കണ്ടെത്തിയാൽ മതിയല്ലോ. ഈ അനുപാതസംഖ്യയാണ് മണ്ണെണ്ണയുടെ ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത.

ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത 1000 kg/m³ ഉം മണ്ണെണ്ണയുടേത് 810 kg/m³ ഉം ആണെങ്കിൽ മണ്ണെണ്ണയുടെ ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത എത്രയായിരിക്കും?

$$\text{മണ്ണെണ്ണയുടെ ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത} = \frac{\text{മണ്ണെണ്ണയുടെ സാന്ദ്രത}}{\text{ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത}}$$

$$= \frac{810\,kg/m^3}{1000\,kg/m^3} = 0.81$$

വസ്തുവിന്റെ സാന്ദ്രതയെയും ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയെയും ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന അനുപാതസംഖ്യയാണ് ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത.

$$\text{ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത} = \frac{\text{വസ്തുവിന്റെ സാന്ദ്രത}}{\text{ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത}}$$

ഒരു അനുപാതസംഖ്യയായതിനാൽ ഇതിന് യൂണിറ്റില്ല.

ഹൈഡ്രോമീറ്റർ
ചിത്രം 1.8

ഒരു ദ്രാവകത്തിന്റെ ആപേക്ഷികസാന്ദ്രത അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് ഹൈഡ്രോമീറ്റർ.

ഒരു ലാക്ടോമീറ്റർ ഉണ്ടാക്കുന്ന വിധം താഴ്ന്ന ക്ലാസിൽ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതേ രീതിയിൽ ഒരു ഹൈഡ്രോമീറ്റർ നിർമിക്കൂ. ഇവ രണ്ടും പ്ലവനതത്ത്വത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണ്.

നിങ്ങൾ നിർമിച്ച ഹൈഡ്രോമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കൂടിയ ദ്രാവകങ്ങളും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ദ്രാവകങ്ങളും കണ്ടെത്തൂ. നിങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ താഴെ കൊടുത്ത ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തുക.

ലാക്ടോമീറ്റർ
ചിത്രം 1.9

- ഹൈഡ്രോമീറ്റർ ജലത്തിലിട്ടാൽ സൂചിപ്പിക്കുന്ന അങ്കനം എത്രയായിരിക്കും?
- ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രതകൂടിയ ദ്രാവകത്തിൽ ഹൈഡ്രോമീറ്റർ വച്ചാൽ ദ്രാവക ഉപരിതലം ഹൈഡ്രോമീറ്ററിലെ 1 എന്ന രേഖപ്പെടുത്തലിനേക്കാൾ താഴെയായിരിക്കുമോ മുകളിലായിരിക്കുമോ?
- ഹൈഡ്രോമീറ്റർ കൂടുതൽ താഴുന്നത് ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കൂടിയതിലോ കുറഞ്ഞതിലോ?
- ഹൈഡ്രോമീറ്ററിലെ അങ്കനവില താഴേക്കു വരുംതോറും കൂടിക്കൂടി വരുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്?

ചിത്രം 1.10

പാലിലെ ജലത്തിന്റെ തോത് അളക്കുന്നത് കണ്ടിട്ടുണ്ടോ?

അതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് ലാക്ടോമീറ്റർ. ഇത് അടിസ്ഥാനപരമായി ഒരു ഹൈഡ്രോമീറ്റർ തന്നെയാണ്.

പാലിൽ മായം ചേർക്കുന്നതു കുറ്റകരമാണ്. മായം ചേർത്ത പാൽ കഴിക്കുന്നത് നമ്മുടെ ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണ്.

പാസ്കൽ നിയമം (Pascal's law)

മണ്ണുമാന്തിയന്ത്രം ഉപയോഗിച്ച് കുന്നിടിച്ച് വയൽ നികത്തുന്നത് പതിവു കാഴ്ചയായിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 1.11

പരിസ്ഥിതിപരിപാലനത്തിനും ദുരന്തനിവാരണത്തിനും സഹായകമാകേണ്ട മണ്ണുനീക്കിയന്ത്രങ്ങൾ പരിസ്ഥിതി നാശത്തിനുള്ള ചാലകശക്തിയായി മാറുന്നുണ്ടോ?

ഇന്ന് നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടുകളിലെ പ്രവണതകൾ അടിസ്ഥാനമാക്കി ക്ലാസിൽ ഒരു സംവാദം സംഘടിപ്പിക്കൂ.

നമ്മുടെ ജൈവവൈവിധ്യത്തെ നശിപ്പിക്കുന്നതും പരിസ്ഥിതിക്ക് ദോഷം വരുത്തുന്നതുമായ ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ പലതരത്തിലുള്ള പ്രകൃതി ദുരന്തങ്ങൾക്കും കാരണമാവുന്നതുകൊണ്ട് ഇവ നിയന്ത്രിക്കേണ്ടതുണ്ട്. മണ്ണു നീക്കുക എന്നത് പണ്ട് ശ്രമകരമായ ഒരു ജോലിയായിരുന്നു. എന്നാൽ മണ്ണുമാന്തിയന്ത്രം (Excavator) വന്നതോടെ അത് വളരെ എളുപ്പം ചെയ്യാവുന്ന ജോലിയായി മാറി. മണ്ണുമാന്തിയന്ത്രത്തിലെ ഒരു ചെറിയ ലിവർ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതോടെ ഭാരമുള്ള യന്ത്രക്കൈകൾ ചലിക്കുകയായി. ഇത് എങ്ങനെയാണ് സാധ്യമാകുന്നത്?

ഒഴിഞ്ഞ ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് ടൂത്ത്പേസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ നിറയെ ജലമെടുത്ത് ഭദ്രമായി അടയ്ക്കുക. ട്യൂബിൽ അവിടവിടെയായി മൊട്ടുസൂചികൊണ്ട് രണ്ടോ മൂന്നോ ദ്വാരമിടുക. ട്യൂബിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഭാഗത്ത് വിരൽകൊണ്ട് അമർത്തിനോക്കൂ.

ചിത്രം 1.12

ചിത്രം 1.13

- എല്ലാ ദ്വാരങ്ങളിൽനിന്നും ജലധാര ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടോ?

പല്ല് തേക്കാനായി ടൂത്ത്പേസ്റ്റ് എടുക്കുമ്പോൾ നിറഞ്ഞ ട്യൂബിന്റെ ഏതു ഭാഗത്തു ബലം പ്രയോഗിച്ചാലും ട്യൂബിൽനിന്നു പേസ്റ്റ് പുറത്തുവരുമല്ലോ. മറ്റൊരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തുനോക്കാം.

ബ്ലെയ്സ് പാസ്കൽ

1623 ജൂൺ 19 ന് ഫ്രാൻസിൽ ജനിച്ചു. ഗണിതം, ഭൗതികശാസ്ത്രം, തത്ത്വ ചിന്ത, ദൈവശാസ്ത്രം എന്നീ മേഖലകളിൽ കഴിവു തെളിയിച്ചു. 16-ാമത്തെ വയസ്സിൽ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിലെ രണ്ട് ഗവേഷണമേഖലകളായ പ്രൊജക്ടീവ് ജ്യോമട്രി (Projective geometry), പ്രോബബിലിറ്റി തിയറി (Probability theory) എന്നിവയുടെ തുടക്കം കുറിക്കുന്നതിൽ മുഖ്യ പങ്കു വഹിച്ചു.

1642 ൽ, 19-ാമത്തെ വയസ്സിൽ കണക്കുകൂട്ടൽയന്ത്രങ്ങൾ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യാനും നിർമിക്കാനും തുടങ്ങി. ഏകദേശം 50 മാതൃകകളും 20 യന്ത്രങ്ങളുമുണ്ടാക്കി. അദ്ദേഹം നിർമിച്ച ഒരു കണക്കുകൂട്ടൽയന്ത്രം Pascal's calculator എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ദ്രാവകങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട മേഖലകളായ ഹൈഡ്രോഡയനാമിക്സ്, ഹൈഡ്രോസ്റ്റാറ്റിക്സ് എന്നിവയിൽ പഠനം നടത്തി.

സുഷിരങ്ങളില്ലാത്ത ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് സഞ്ചിയിൽ നിറയെ ജലമെടുത്ത് വായു ഇല്ലാത്ത വിധത്തിൽ കെട്ടി ഭദ്രമാക്കുക. ഇതിൽ പല ഭാഗത്തായി മൊട്ടുസൂചി ഉപയോഗിച്ച് ദ്വാരങ്ങളിടുക.

എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

ഇനി അതിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്ത് കൈകൊണ്ട് അമർത്തിനോക്കൂ.

- എല്ലാ ദ്വാരങ്ങളിൽനിന്നും ഒരുപോലെ ജലധാര ഉണ്ടായത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?

സഞ്ചിയുടെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്ത് പ്രയോഗിക്കുന്ന മർദ്ദം മറ്റു ഭാഗങ്ങളിലേക്ക് തുല്യമായി വ്യാപിക്കുന്നതുകൊണ്ടല്ലേ ഇങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നത്? ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട നിയമം ആദ്യമായി ആവിഷ്കരിച്ചത് ബ്ലെയ്സ് പാസ്കലാണ്.

പാസ്കൽനിയമം

ഒരു സംവൃതവ്യൂഹത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ദ്രാവകത്തിന്റെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്ത് പ്രയോഗിക്കുന്ന മർദ്ദം ദ്രാവകത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗത്തും ഒരുപോലെ അനുഭവപ്പെടും.

മർദ്ദം പ്രയോഗിച്ച് ദ്രാവകങ്ങളുടെ വ്യാപ്തം കുറയ്ക്കാൻ സാധിക്കുമോ?

- ഒരു സിറിഞ്ചിൽ ജലം നിറച്ച് അഗ്രഭാഗം അടച്ചുപിടിച്ച് പിസ്റ്റൺ അമർത്തിനോക്കൂ. ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തം മാറുന്നുണ്ടോ?

മർദ്ദം പ്രയോഗിച്ച് ദ്രാവകങ്ങളുടെ വ്യാപ്തം കുറയ്ക്കാൻ സാധിക്കില്ല എന്നതാണ് പാസ്കൽനിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം.

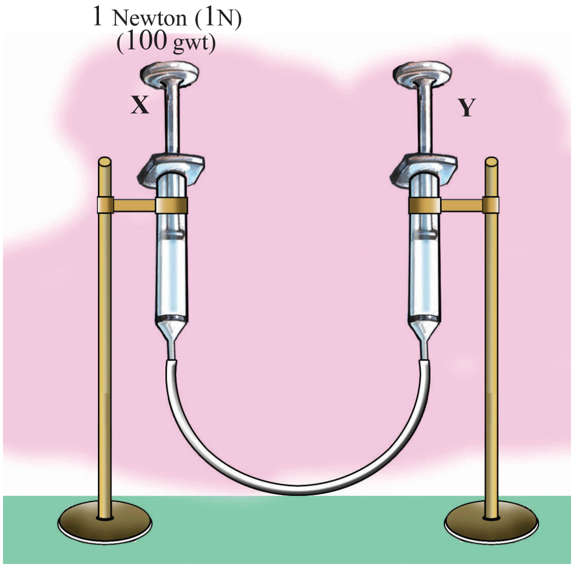
നിത്യജീവിതസന്ദർഭങ്ങളിൽ പാസ്കൽനിയമം അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രവർത്തിക്കുന്ന അനേകം ഉപകരണങ്ങളുണ്ട്.

ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ള പട്ടിക വിപുലീകരിക്കൂ.

- വാഹനങ്ങളുടെ ഹൈഡ്രോളിക് ബ്രേക്ക്
- ഹൈഡ്രോളിക് ജാക്ക്
- ഹൈഡ്രോളിക് പ്രസ്സ്
-

ഹൈഡ്രോളിക് ജാക്കുകളിൽ വലിയ ഭാരങ്ങൾ ഉയർത്തുന്നത് എങ്ങനെയാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തുനോക്കാം.

ഒരേ വലുപ്പമുള്ള രണ്ടു സിറിഞ്ചുകൾ ജലം നിറച്ച ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് ട്യൂബുകൊണ്ട് ബന്ധിപ്പിച്ച ശേഷം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ക്രമീകരിക്കുക.



ചിത്രം 1.14

- X എന്ന ഭാഗം അൽപ്പം അമർത്തിനോക്കൂ. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?
- X എന്ന അഗ്രവും Y എന്ന അഗ്രവും ഒരേ നിലയിലാക്കിയ ശേഷം X എന്ന അഗ്രത്തിൽ 1N (ഏകദേശം 100 gwt) ഭാരമുള്ള ഒരു തൂക്കക്കട്ടി വയ്ക്കൂ. Y എന്ന അഗ്രത്തിന് എന്തു സംഭവിച്ചു?
- Y എന്ന അഗ്രത്തിലും 1N (100 gwt) ഭാരമുള്ള ഒരു തൂക്കക്കട്ടി വച്ചുനോക്കൂ. ഇപ്പോൾ നിങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണം എന്താണ്?

  ഇനി X എന്ന ഭാഗത്തെ സിറിഞ്ചിനു പകരം അൽപ്പംകൂടി വ്യാസം കുറഞ്ഞ സിറിഞ്ച് വയ്ക്കുക. പ്രവർത്തനം ആവർത്തിക്കുക.

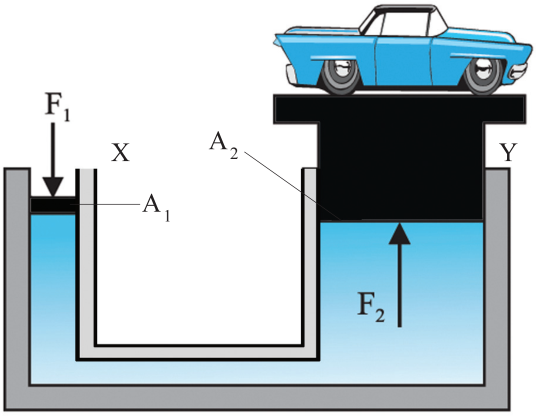
- Y എന്ന ഭാഗത്ത് 1N (100 gwt) വച്ചാൽ തുലനം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നുണ്ടോ?

  Y എന്ന ഭാഗത്തെ ഭാരം വർധിപ്പിച്ച് രണ്ടഗ്രങ്ങളും ഒരേ നിലയിലാകാൻ എത്ര ഭാരം ആവശ്യമാണെന്നു കണ്ടെത്തൂ.

- തുലനനിലയിലാക്കാൻ Y എന്ന ഭാഗത്ത് കൂടുതൽ ഭാരം പ്രയോഗിക്കേണ്ടി വന്നത് ആ അഗ്രത്തെ ജലത്തിന്റെ ഉപരിതല പരപ്പളവ് കൂടിയതുകൊണ്ടല്ലേ?

ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കൂ.

ഒരു ഹൈഡ്രോളിക് ജാക്കിന്റെ ചിത്രമാണ് നൽകിയിരിക്കുന്നത്. ദ്രാവകം നിറച്ചതും വ്യത്യസ്ത ഛേദതല പരപ്പളവുമുള്ള രണ്ടു സിലിണ്ടറുകളെ ഒരു കുഴലുപയോഗിച്ച് പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

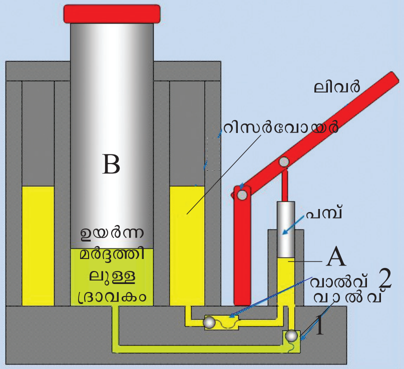


ചിത്രം 1.15

ചെറിയ പിസ്റ്റണിന്റെ ഛേദതല പരപ്പളവ് A_1 ഉം വലിയ പിസ്റ്റണിന്റെ ഛേദതല പരപ്പളവ് A_2 ഉം ആണ്. X എന്ന ഭാഗത്തെ പിസ്റ്റണിൽ F_1 ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ Y എന്ന ഭാഗത്തെ പിസ്റ്റണിൽ F_2 ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു എങ്കിൽ, പാസ്കൽ നിയമപ്രകാരം X എന്ന

ഹൈഡ്രോളിക് ജാക്ക്

കാർ കഴുകുന്ന സർവീസ്സ്റ്റേഷനുകളിൽ കാർ ഉയർത്തുന്ന സംവിധാനം കണ്ടിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഈ സംവിധാനമാണ് ഹൈഡ്രോളിക് ജാക്ക്.



ലിവർ താഴ്ത്തുമ്പോൾ അതുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പമ്പ് താഴുകയും ദ്രാവകം അമർത്തപ്പെടുകയും വാൽവ് 1 വഴി ടാങ്ക് B യിൽ എത്തുകയും തദ്ഫലമായി ജാക്ക് ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. ലിവർ ഉയർത്തുമ്പോൾ റിസർവോയറിൽനിന്നു ദ്രാവകം വാൽവ് 2 വഴി A ടാങ്കിലേക്ക് എത്തുന്നു. തുടർച്ചയായി ലിവർ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി ജാക്ക് കൂടുതൽ ഉയരുന്നു.

ഭാഗത്ത് പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട മർദ്ദം Y എന്ന ഭാഗത്ത് അനുഭവപ്പെടുന്ന മർദ്ദത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും.

അതായത് $P_x = P_y$

$P = \frac{F}{A}$ ആയതിനാൽ,

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \left[\frac{A_2}{A_1}\right] F_1$$

രണ്ടാമത്തെ പിസ്റ്റണിന്റെ ഛേദതല പരപ്പളവ് ആദ്യത്തേതിന്റെ 100 മടങ്ങ് ആയാൽ

$A_2 = 100A_1$ ആണല്ലോ $\frac{A_2}{A_1} = 100$ $F_2 = 100F_1$

അതായത് ചെറിയ പിസ്റ്റണിൽ ഒരു ന്യൂട്ടൺ [1N] ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ വലിയ പിസ്റ്റണിൽ 100 N ബലം അനുഭവപ്പെടും.

എന്നാൽ ട്യൂബിന്റെ ഇരു അഗ്രങ്ങളിലും ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രവൃത്തിയുടെ അളവ് തുല്യമായതുകൊണ്ട് Y അഗ്രത്ത് 1cm ഉയർത്തണമെങ്കിൽ x അഗ്രത്ത് 100 cm താഴ്ത്തേണ്ടിവരില്ലേ?

ഇത് എങ്ങനെയാണ് ഉപകാരപ്രദമാകുന്നത്?

പാസ്കൽനിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിർമിക്കപ്പെട്ട വിവിധ ഉപകരണങ്ങളെ മുകളിൽ വിശദീകരിച്ച ആശയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ വിശകലനം ചെയ്ത് സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.

പാസ്കൽനിയമവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഒരു ഗണിതക്രിയ നിർധാരണം ചെയ്യാം.

- വ്യത്യസ്ത ഛേദതല പരപ്പളവുള്ള ദ്രാവകം നിറച്ച രണ്ടു കുഴലുകൾ പരസ്പരം ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. ചെറിയ കുഴലിന്റെ ഛേദതല പരപ്പളവ് 0.001256 m^2 (4 cm വ്യാസം) ഉം വലിയ കുഴലിന്റെ ഛേദതല പരപ്പളവ് 0.020096 m^2 (16 cm വ്യാസം) ഉം ആയാൽ ചെറിയ പിസ്റ്റണിൽ 10 N ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ വലിയ പിസ്റ്റണിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം എത്രയായിരിക്കും?

ദ്രവത്തിൽ മർദ്ദം നഷ്ടമില്ലാതെ പ്രേഷണം ചെയ്താൽ,

പാസ്കൽനിയമപ്രകാരം $F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$

$$\therefore F_2 = \frac{0.020096}{0.001256} \times 10$$

$$= 16 \times 10 \quad = 160\ N$$

വിവിധ വലുപ്പത്തിലുള്ള സിറിഞ്ചുകളും പ്ലാസ്റ്റിക് ട്യൂബും ജലവും ഉപയോഗിച്ച് ഒരു ഹൈഡ്രോളിക് ജാക്കിന്റെ ലഘുമാതൃക നിർമിച്ച് അവതരിപ്പിക്കൂ.

ഈ രീതിയിൽ ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ മാത്രമാണോ ദ്രാവകം മുകളിലേക്ക് ഉയരുന്നത്?

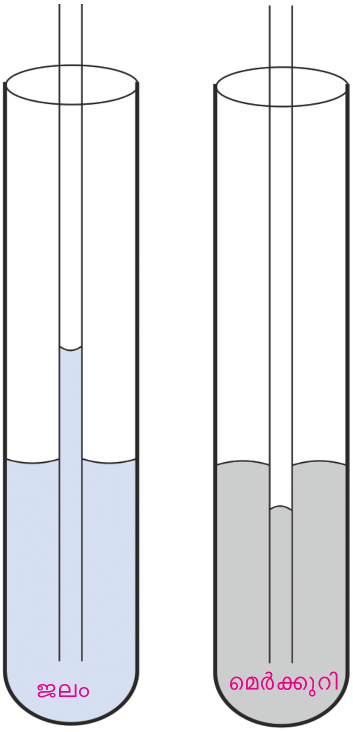
താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചില സന്ദർഭങ്ങൾ പരിശോധിക്കൂ.

- ചോക്കുപയോഗിച്ച് മഷി ഒപ്പിയെടുക്കാൻ സാധിക്കും.
- മണ്ണെണ്ണവിളക്കിൽ തിരിയിലൂടെ മണ്ണെണ്ണ ഉയരുന്നു.
- ചുമരുകളിൽ മഴക്കാലത്ത് നനവു പടരുന്നു.
- കോട്ടൺതുണികൊണ്ട് വിയർപ്പ് ഒപ്പിയെടുക്കുന്നു.

ഈ സന്ദർഭങ്ങളിലെല്ലാം ദ്രാവകങ്ങൾ അവയുടെ ഭാരത്തെ അവഗണിച്ചുകൊണ്ട് ഉയരുകയോ മറ്റു ഭാഗങ്ങളിലേക്കു പടരുകയോ ചെയ്യുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്?

കേശികത്വം (Capillarity)

രണ്ടു ബോയിലിങ് ട്യൂബുകളിലായി എടുത്ത ജലത്തിലേക്കും മെർക്കുറിയിലേക്കും ഓരോ കേശികക്കുഴൽ (Capillary tube) താഴ്ത്തിനോക്കൂ.



ചിത്രം 1.16 ചിത്രം 1.17

- ട്യൂബിനകത്തെ ജലനിരപ്പിന് എന്തു സംഭവിച്ചു?

 -

 ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന് എതിരെ അഥവാ ജലത്തിന്റെ ഭാരത്തിന് എതിരായി ജലം ട്യൂബിലൂടെ മുകളിലേക്ക് ഉയർന്നു നിൽക്കുന്നതാണ് കേശിക ഉയർച്ച (Capillary rise).

- മെർക്കുറിക്കും കേശിക ഉയർച്ച തന്നെയാണോ സംഭവിച്ചത്?

 നിങ്ങൾ എന്താണ് നിരീക്ഷിച്ചത്?

 -

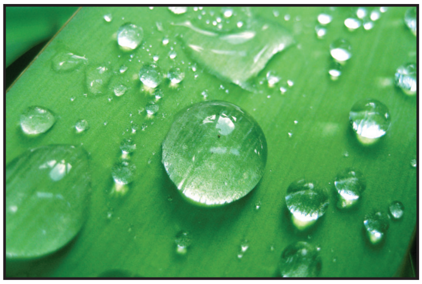
ഇപ്രകാരം ഒരു കുഴലിൽ ദ്രാവകം താഴുന്നതാണ് കേശികതാഴ്ച (Capillary depression).

> ***കേശികത്വം***
>
> *ഒരു നേരിയ കുഴലിലൂടെയോ സൂക്ഷ്മസുഷിരങ്ങളിലൂടെയോ ദ്രാവകങ്ങൾ സ്വാഭാവികമായി ഉയരുകയോ താഴുകയോ ചെയ്യുന്ന പ്രതിഭാസമാണ് കേശികത്വം (Capillarity).*

കേശിക ഉയർച്ച, കേശികതാഴ്ച എന്നീ പ്രതിഭാസങ്ങൾക്കു കാരണമെന്താണ്? നമുക്ക് നോക്കാം.

ചിത്രങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കൂ.

5CC9HE



ചിത്രം 1.18

- എന്തുകൊണ്ടാണ് ചില പ്രാണികൾക്ക് ജലോപരിതലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയുന്നത്?
- ദ്രാവക ഉപരിതലത്തിൽ പേപ്പർ ക്ലിപ്പ് പൊങ്ങിനിൽക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണ്?
- ദ്രാവകപ്രതലം ഒരു പാടപോലെ വലിഞ്ഞുനിൽക്കുന്നുണ്ടോ?

 ജലോപരിതലത്തിലെ കണികകൾ പരസ്പരം ആകർഷിക്കുന്നതുമൂലം ജലോപരിതലം ഒരു പാടപോലെ വലിഞ്ഞുനിൽക്കുന്നു. ഇതിനു കാരണമായ ബലമാണ് പ്രതലബലം.

 മേൽപ്പറഞ്ഞവയ്ക്കെല്ലാം കാരണമാകുന്നതും പ്രതലബലം തന്നെയാണല്ലോ.

ചിത്രം 1.19

പ്രാരംഭചിത്രത്തിൽ കണ്ടതുപോലെ ഒരു ഗ്ലാസിലെ ജലോപരിതലത്തിൽ ബ്ലേഡ് പൊങ്ങിനിൽക്കുന്ന രീതിയിൽ വയ്ക്കുക.

ഒരു സോപ്പുകഷണമെടുത്ത് ജലോപരിതലത്തിൽ സ്പർശിച്ചാൽ എന്തു സംഭവിക്കും?

ഇവിടെ ഉണ്ടായ മാറ്റം എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കും?

ഇവിടെ സോപ്പ് സ്പർശിച്ചപ്പോൾ പ്രതലബലം കുറയുകയും പ്രതലത്തിൽ പൊങ്ങിനിന്ന ബ്ലേഡ് ഒരു വശത്തേക്കു ചലിക്കുകയും ചെയ്തില്ലേ.

ഒരു ഗ്ലാസ്പേപ്പറിനു മുകളിൽ അടുത്തടുത്തായി രണ്ടു മെർക്കുറിത്തുള്ളികൾ വീഴ്ത്തുന്നു. അവ തമ്മിൽ സ്പർശിക്കത്തക്ക വിധത്തിൽ ഒരു പെൻസിലുപയോഗിച്ച് അടുപ്പിക്കൂ.

എന്തു നിരീക്ഷിച്ചു?

- രണ്ടു തുള്ളികളിലെയും തന്മാത്രകൾ ഒരേ പദാർഥത്തിന്റേതല്ലേ?
- ഒരേ ഇനം തന്മാത്രകളുടെ ആകർഷണം മൂലമല്ലേ തുള്ളികൾ ഒന്നായി മാറിയത്?

5CL5Y2

ഇത്തരത്തിൽ ഒരേ ഇനം തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലമാണ് കൊഹിഷൻ ബലം (Cohesive force).

താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കൂ.

- ഈർക്കിൽ, പെൻസിൽ എന്നിവ ജലത്തിൽ മുക്കി ഉയർത്തിയാൽ ജലം അവയിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചതായി കാണുന്നു.
- ചോക്ക് ഉപയോഗിച്ച് ബ്ലാക്ക്ബോർഡിൽ വരച്ചാൽ ചോക്കുകണങ്ങൾ ബ്ലാക്ക്ബോർഡിൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നു.
- കറൻസിനോട്ടുകൾ എണ്ണുമ്പോൾ കൈവിരലുകൾ ഇടയ്ക്കിടെ നനയ്ക്കാറുണ്ട്.

ഈ സന്ദർഭങ്ങളിലെല്ലാം ഒരു വസ്തു മറ്റൊന്നിൽ ഒട്ടിപ്പിടിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?

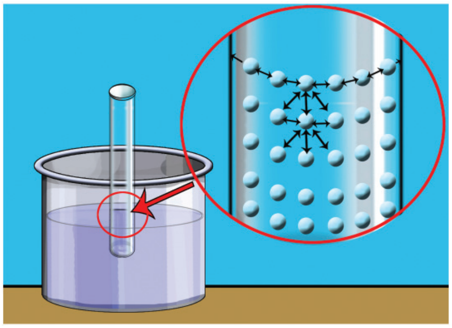
വ്യത്യസ്തയിനം തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലമാണ് ഇതിനു കാരണം.

വ്യത്യസ്തയിനം തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലമാണ് അഡ്ഹിഷൻ ബലം (Adhesive force).

അഡ്ഹിഷൻ, കൊഹിഷൻ ബലങ്ങൾക്ക് നിത്യജീവിതത്തിൽനിന്ന് കൂടുതൽ ഉദാഹരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തി സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.

ദ്രാവകോപരിതലത്തിലെ (ചിത്രം 1.20) തന്മാത്രകൾ നിരീക്ഷിക്കൂ.

- പാത്രത്തിന്റെ അരുകിൽ സ്പർശിച്ചിരിക്കുന്ന ജലതന്മാത്രകൾക്ക് ഏതെല്ലാം തരം ബലങ്ങളാണ് അനുഭവപ്പെടുക?
- ഉപരിതലത്തിലുള്ള മറ്റു തന്മാത്രകൾ തമ്മിലോ?
- പാത്രത്തിന്റെ അരുകിൽ സ്പർശിച്ചിരിക്കുന്ന തന്മാത്രകൾ മറ്റുള്ളവയേക്കാൾ അൽപ്പം ഉയർന്നിരിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?



ചിത്രം 1.20

- ദ്രാവക ഉപരിതലത്തിലിരിക്കുന്ന തന്മാത്രയുടെ പരിണതബലം ഏതു ദിശയിലേക്കാണ്?
- ദ്രാവക ഉപരിതലം ഇലാസ്തികമായ പാടപോലെ പ്രവർത്തിക്കാനുള്ള കാരണമെന്തായിരിക്കും?
- ദ്രാവക ഉപരിതലം പാടപോലെ വർത്തിക്കുന്ന പ്രതലബലത്തിന് കാരണമാകുന്നത് തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ഏത് ആകർഷണബലമാണ്?

പ്രതലബലത്തിനു കാരണം ദ്രാവക ഉപരിതലത്തിലെ തന്മാത്രകളുടെ കൊഹിഷൻ ബലമാണ്.

നിങ്ങൾ ഇതുവരെ മനസ്സിലാക്കിയവയിൽനിന്നു കേശിക ഉയർച്ചയ്ക്കും കേശികതാഴ്ചയ്ക്കും കാരണമെന്തായിരിക്കുമെന്ന് ചർച്ചചെയ്ത് കണ്ടെത്തൂ.

അഡ്ഹിഷൻ ബലം കൊഹിഷൻ ബലത്തേക്കാൾ കൂടുതലായാൽ കേശിക ഉയർച്ച (Capillary rise) ഉണ്ടാകും.

അഡ്ഹിഷൻ ബലത്തേക്കാൾ കൂടുതലാണ് കൊഹിഷൻ ബലമെങ്കിൽ കേശികതാഴ്ച (Capillary depression) അനുഭവപ്പെടും.

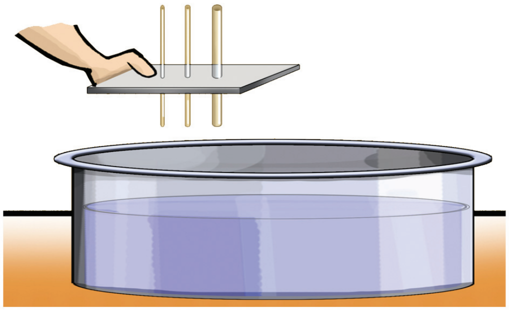
മറ്റൊരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തുനോക്കൂ.

വ്യത്യസ്ത വ്യാസമുള്ള കേശികക്കുഴലുകൾ ചിത്രത്തിലേതുപോലെ ഒരു കാർഡ്ബോർഡ് കഷണത്തിൽ ക്രമീകരിച്ച് ജലത്തിൽ താഴ്ത്തി കേശിക ഉയർച്ച താരതമ്യം ചെയ്യൂ.

- ഏതിലാണ് കേശിക ഉയർച്ച കൂടുതൽ?

  വ്യാസം കുറഞ്ഞതിൽ / വ്യാസം കൂടിയതിൽ
- കേശിക ഉയർച്ച കുറഞ്ഞതോ?

  വ്യാസം കുറഞ്ഞതിൽ / വ്യാസം കൂടിയതിൽ
- കുഴലിന്റെ വ്യാസവും കേശിക ഉയർച്ചയും തമ്മിൽ എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു? നിങ്ങളുടെ നിഗമനം കുറിക്കൂ.


ചിത്രം 1.21

കുഴലിന്റെ വ്യാസം കുറയുന്തോറും കേശിക ഉയർച്ച കൂടുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?
കുഴലിന്റെ വ്യാസം കുറയുമ്പോൾ അതിനകത്ത് ഉൾക്കൊള്ളാവുന്ന ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരവും കുറയുമല്ലോ.

കുഴലിനകത്തെ ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരത്തെ താങ്ങിനിർത്തുന്നത് അഡ്ഹിഷൻബലമാണ്. അഡ്ഹിഷൻബലം ദ്രാവകത്തിന്റെയും അതുമായി സമ്പർക്കത്തിൽ വരുന്ന പ്രതലങ്ങളുടെ സ്വഭാവത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ട്യൂബുമായുള്ള അഡ്ഹിഷൻ ബലം ദ്രാവകത്തിന്റെ കൊഹിഷൻ ബലത്തേക്കാൾ കൂടുതലായതിനാൽ ദ്രാവകത്തിന് കൂടുതൽ ഉയരാൻ സാധിക്കുന്നു. അതിനാൽ വ്യാസം കുറയുന്തോറും കേശിക ഉയർച്ച കൂടുന്നു. ജലംപോലുള്ള ദ്രാവകങ്ങളിൽ കേശിക ഉയർച്ചയ്ക്കുള്ള കാരണമിതാണ്. എന്നാൽ കുഴലിനകത്തെ ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരം ഇതിനെ എതിർക്കുന്നു.

കുഴലിനകത്തെ ദ്രാവകത്തിന്റെ ഭാരവും അഡ്ഹിഷൻബലവും തുല്യമായാൽ പിന്നീട് ദ്രാവകം ഉയരുമോ?

കുഴലിന്റെ വ്യാസം കുറയുമ്പോൾ ദ്രാവകനിരപ്പ് കൂടുതൽ ഉയരുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും എന്നു വ്യക്തമായല്ലോ.

വലിയ കുഴലിൽ ദ്രാവകനിരപ്പ് കൂടുതൽ ഉയരുന്നതനുസരിച്ച് ദ്രാവകത്തിന്റെ വ്യാപ്തവും തന്മൂലം ഭാരവും കൂടുമല്ലോ. എങ്കിൽ വ്യാസം കൂടുമ്പോൾ കേശിക ഉയർച്ച കുറയുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?

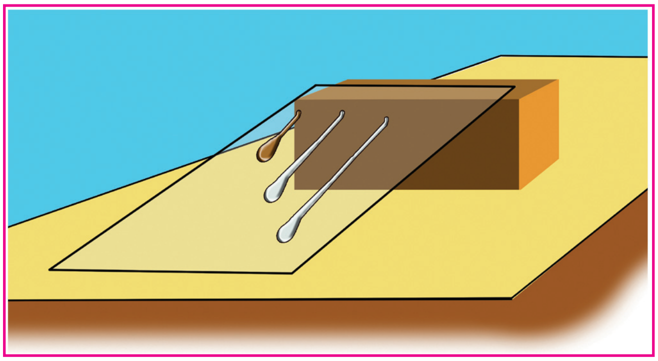
വിസ്കസ് ബലം (Viscous force)

"ജലം ഒഴുകുന്ന വേഗത്തിൽ തേൻ ഒഴുകുന്നില്ല." എന്തായിരിക്കും കാരണം?

ഒരു ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റിന്റെ ഒരറ്റത്തായി മണ്ണെണ്ണ, ജലം, ഗ്ലിസറിൻ, തേൻ എന്നിവയുടെ ഓരോ തുള്ളി ഒരേ വരിയിൽ വ്യത്യസ്ത സ്ഥാനങ്ങളിലായി വീഴ്ത്തൂ. ഈ ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റിനെ അൽപ്പം ചരിച്ചു പിടിക്കൂ. ഓരോ ദ്രാവകത്തിന്റെയും ഒഴുക്കിന്റെ വേഗം താരതമ്യം ചെയ്ത് എഴുതൂ.

ചിത്രം 1.22

- തേനിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ ജലം ഒഴുകുന്നു.
-

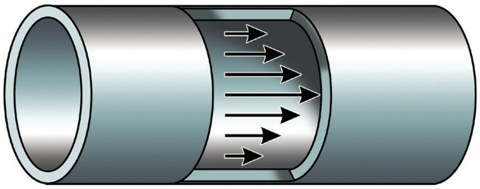


ചിത്രം 1.23

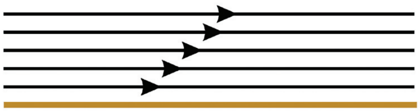
ദ്രാവകങ്ങളുടെ ഒഴുക്കിന്റെ വേഗം വ്യത്യസ്തമാണെന്നു കണ്ടല്ലോ. എന്തുകൊണ്ടാണിത്?

ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റ് മൂലമുള്ള ഘർഷണം കൂടാതെ ഓരോ ദ്രാവകത്തിന്റെയും വിവിധ അടുക്കുകൾ തമ്മിലും ഒരു ഘർഷണബലമുണ്ട്. ഈ ഘർഷണബലമാണ് ദ്രാവകത്തിന്റെ ഒഴുക്കിനെ തടയുന്നത്.

ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കുക.



ചിത്രം 1.24 (a)
കുഴലിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലം



ചിത്രം 1.24 (b)
പരന്ന പ്രതലത്തിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലം

ഓരോ ദ്രാവകപടലവും അതിനോടു ചേർന്നിരിക്കുന്ന ദ്രാവകപടലത്തിന്റെ ഒഴുക്കിനെ തടയുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഈ വേഗവ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുന്നത്.

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ദ്രാവകപടലങ്ങൾക്കിടയിൽ അവയുടെ ആപേക്ഷികചലനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്ന വിധത്തിൽ പടലങ്ങൾക്ക് സമാന്തരമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഘർഷണബലമാണ് വിസ്കസ് ബലം.

ദ്രാവകപടലങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ആപേക്ഷികചലനം കുറയ്ക്കത്തവിധത്തിൽ അവയ്ക്കിടയിൽ ബലം ഉളവാക്കാൻ ദ്രാവകത്തിനുള്ള സവിശേഷസ്വഭാവമാണ് അതിന്റെ വിസ്കോസിറ്റി (Viscosity).

ജലത്തേക്കാൾ വിസ്കോസിറ്റി കൂടിയവയും കുറഞ്ഞവയുമായ ദ്രാവകങ്ങൾ കണ്ടെത്തി പട്ടികപ്പെടുത്തൂ.

വിസ്കോസിറ്റി കൂടിയവ	വിസ്കോസിറ്റി കുറഞ്ഞവ
• തേൻ	• മണ്ണെണ്ണ

പട്ടിക 1.8

വിസ്കോസിറ്റി കൂടിയവയെ വിസ്കസ് ദ്രാവകങ്ങൾ (Viscous liquids) എന്നും വിസ്കോസിറ്റി വളരെ കുറഞ്ഞവയെ മൊബൈൽ ദ്രാവകങ്ങൾ (Mobile liquids) എന്നും വിളിക്കാം.

വൈദ്യുതാഘാതമേറ്റ ആളുടെ ശരീരം അമർത്തിത്തടവുകയും തിരുമ്മുകയും ചെയ്യണമെന്ന് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നതുമൂലം ശരീരത്തിൽ എന്തു മാറ്റമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്? നോക്കാം.

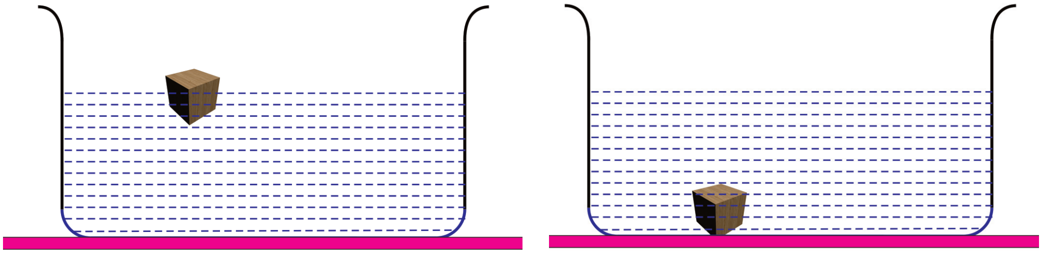
രണ്ടു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബുകളിൽ അൽപ്പം തേൻ എടുക്കുക. ഒരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിലുള്ള തേൻ ചൂടാക്കൂ. ചൂടുള്ള തേനും ചൂടാക്കാത്ത തേനും ഒരു ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റിൽ രണ്ടു സ്ഥാനത്ത് ഒഴിച്ചശേഷം ഗ്ലാസ്പ്ലേറ്റ് ചരിച്ച് അവയുടെ ഒഴുക്ക് നിരീക്ഷിക്കൂ. ചൂടാക്കിയ തേൻ വേഗത്തിൽ ഒഴുകിയത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും? നിങ്ങളുടെ നിഗമനം കുറിക്കൂ.

താപനില വർധിക്കുമ്പോൾ ഒരു ദ്രാവകത്തിന്റെ വിസ്കോസിറ്റി കുറയുന്നു.

വൈദ്യുതാഘാതമേൽക്കുന്ന ഒരാളുടെ ശരീരതാപനില പെട്ടെന്നു കുറയുന്നു. അപ്പോൾ രക്തത്തിന്റെ വിസ്കോസിറ്റി കൂടുന്നതിനാൽ രക്തക്കുഴലുകളിലൂടെ രക്തത്തിന് എളുപ്പത്തിൽ ഒഴുകാൻ സാധിക്കാതെ ഹൃദയാഘാതം സംഭവിക്കാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. ശരീരത്തെ തിരുമ്മി ചൂടുപിടിപ്പിക്കുമ്പോൾ രക്തത്തിന്റെ വിസ്കോസിറ്റി സാധാരണനിലയിലാവുകയും അയാൾ അപകടനില തരണം ചെയ്യുകയും ചെയ്യുന്നു.

വിലയിരുത്താം

1. ഒരു കല്ലിന്റെ വായുവിലെ ഭാരം 120 N ഉം ജലത്തിലെ ഭാരം 100 N ഉം ആണെങ്കിൽ ജലം കല്ലിൽ പ്രയോഗിച്ച പ്ലവക്ഷമബലം കണക്കാക്കുക.
2. ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിനെ മണ്ണെണ്ണയിൽ ഇട്ടപ്പോൾ താഴ്ന്നുപോയെങ്കിൽ അത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?
3. ഒരു വസ്തു വ്യത്യസ്ത ദ്രാവകങ്ങളിൽ വച്ചിരിക്കുന്നതിന്റെ ചിത്രങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുക.



ദ്രാവകം A ദ്രാവകം B

   a. ചിത്രത്തിലുള്ള ദ്രാവകം A, B എന്നിവയിൽ ഓരോന്നിലും വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണബലവും പ്ലവക്ഷമബലവും താരതമ്യം ചെയ്യുക.

   b. A, B എന്നിവയിൽ വസ്തുവിനേക്കാൾ സാന്ദ്രത കൂടിയ ദ്രാവകമേത്? എന്തുകൊണ്ട്?

4. 1000 N ഭാരമുള്ള ഒരു വസ്തു ജലത്തിൽ താഴ്ന്നുപോകുന്നു. കവിഞ്ഞൊഴുകിയ ജലത്തിന്റെ ഭാരം 250 N.

   a. വസ്തുവിന്റെ ജലത്തിലെ ഭാരമെത്രയായിരിക്കും?

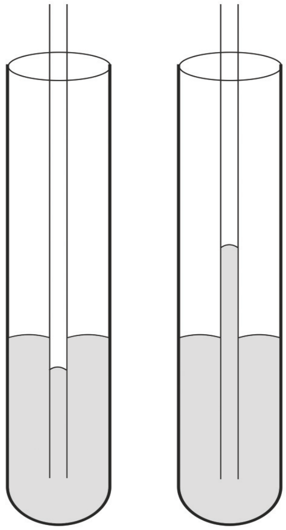
   b. ഇതേ ഭാരമുള്ള മറ്റൊരു വസ്തു ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നുവെങ്കിൽ ആ വസ്തുവിന്റെ ജലത്തിലെ ഭാരം എത്രയായിരിക്കും? അപ്പോൾ കവിഞ്ഞൊഴുകിയ ജലത്തിന്റെ ഭാരം എത്രയായിരിക്കും?

5. U ആകൃതിയിലുള്ള ഒരു കുഴലിന്റെ ഒരഗ്രമുഖത്തിന്റെ പരപ്പളവ് 0.01 m^2 ഉം രണ്ടാമത്തെ അഗ്രത്തിന്റെ പരപ്പളവ് 1 m^2 ഉം ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. ഒന്നാമത്തെ അഗ്രത്തിലെ ദ്രാവകോപരിതലത്തിൽ ഒരു ബലം പ്രയോഗിച്ചപ്പോൾ രണ്ടാമത്തെ അഗ്രത്തിലെ ദ്രാവകോപരിതലത്തിൽ 20000 N ബലം അനുഭവപ്പെട്ടു. എങ്കിൽ ഒന്നാമത്തെ അഗ്രത്തെ ദ്രാവകോപരിതലത്തിൽ പ്രയോഗിച്ച ബലം എത്രയായിരിക്കും?
6. താഴെ പറയുന്ന പ്രസ്താവനകളുടെ കാരണം എഴുതുക.

   a ചോക്കുകൊണ്ട് മഷി ഒപ്പിയെടുക്കാൻ സാധിക്കും.

   b. ടിഷ്യൂപേപ്പർ ഉപയോഗിച്ച് വിയർപ്പ് ഒപ്പിയെടുക്കാൻ സാധിക്കും.

7. ശരിയായ ചിത്രം ഏത്? കാരണം എഴുതുക.



ചിത്രം A ചിത്രം B

8. ഒരു ഹൈഡ്രോളിക് ലിഫ്റ്റ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത് പരമാവധി 3000 kg ഭാരമുള്ള വാഹനങ്ങൾ ഉയർത്താനാണ്. ഇതിൽ വാഹനം നിർത്തുന്ന പ്ലാറ്റ്ഫോം ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പിസ്റ്റണിന്റെ പ്രതലപരപ്പളവ് 580 cm^2 ആണ്. എങ്കിൽ ചെറിയ പിസ്റ്റണിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന പരമാവധി മർദ്ദം എത്ര?

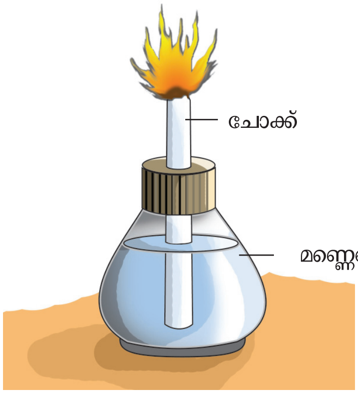
തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ വസ്തുക്കൾ കണ്ടെത്തി പട്ടിക തയാറാക്കുക.
2. ഒരു തയ്യൽസൂചി ജലോപരിതലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്ന രീതിയിൽ വയ്ക്കുക.
3. സ്പ്രിങ് ബാലൻസ്, ജലം, കവിഞ്ഞൊഴുകുംജാർ എന്നിവ ഉപയോഗിച്ച് വ്യത്യസ്ത ആകൃതിയിലും വലുപ്പത്തിലുമുള്ള വസ്തുക്കളുടെ സാന്ദ്രത കണ്ടെത്തി പട്ടികപ്പെടുത്തുക.
4. ഒരു ഹൈഡ്രോമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് വിവിധ ദ്രാവകങ്ങളിൽ മായം ചേർത്തിട്ടുണ്ടോ എന്നു കണ്ടെത്തുക.
5. പല വലുപ്പമുള്ള സിറിഞ്ചുകളും റബ്ബർ ട്യൂബുകളുമുപയോഗിച്ച് ഹൈഡ്രോളിക് ലിഫ്റ്റിന്റെ മാതൃക ഉണ്ടാക്കി പ്രദർശിപ്പിക്കുക.
6. വ്യത്യസ്ത വ്യാസമുള്ള കേശികക്കുഴലുകൾ സംഘടിപ്പിച്ച് വിവിധ ദ്രാവകങ്ങളുടെ കേശിക ഉയർച്ചയും താഴ്ചയും പരിശോധിച്ച് എഴുതു.
7. പലതരം മണ്ണുകൾ ശേഖരിച്ച് അവയുടെ ജല ആഗിരണശേഷി കണ്ടെത്തി എഴുതുക.
8. ജലത്തിനകത്ത് കോഴിമുട്ട വച്ച സ്ഥാനത്തുതന്നെ നിലനിർത്താൻ കഴിയുമോ? പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ കണ്ടെത്തൂ.

9. കോട്ടൺ തുണികൊണ്ട് തിരിയുണ്ടാക്കി നാം വിളക്കു കത്തിക്കാറുണ്ടല്ലോ. തിരിയിലൂടെ എങ്ങനെയായിരിക്കും എണ്ണ മുകളിലേക്കു കയറുന്നത്?

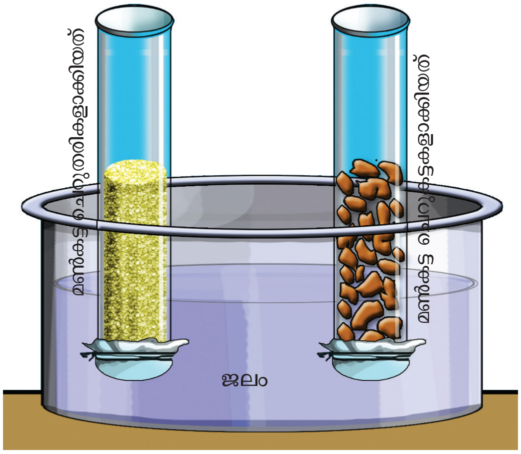
ചോക്ക് ഉപയോഗിച്ച് മണ്ണെണ്ണവിളക്കുണ്ടാക്കാമോ?

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ഒരു മണ്ണെണ്ണവിളക്കുണ്ടാക്കി പ്രകാശിപ്പിച്ചുനോക്കൂ.



10. വേനൽക്കാലം ആരംഭിക്കുന്നതിനുമുമ്പു പറമ്പ് കിളയ്ക്കുന്നത് എന്തിനായിരിക്കും?

ജലത്തിന്റെ കേശിക ഉയർച്ചയുമായി ഇതിന് ബന്ധമുണ്ടോ? നമുക്ക് ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തുനോക്കാം.



ഏകദേശം 4 cm വ്യാസമുള്ള രണ്ടു ഗ്ലാസ്ട്യൂബുകളെടുത്ത് രണ്ടിന്റെയും ഓരോ അഗ്രം കോട്ടൺ തുണികൊണ്ട് മൂടിക്കെട്ടുക. നന്നായി ഉണങ്ങിയ മൺകട്ടയുടെ ഒരു കഷണം ചെറുതരികളാക്കിയും മറ്റൊരു കഷണം ചെറുകട്ടകളായും ഓരോ ഗ്ലാസ് ട്യൂബിലും നിറയ്ക്കുക. ഈ ഗ്ലാസ്ട്യൂബുകളെ ഒരു ട്രഫിൽ എടുത്ത ജലത്തിൽ താഴ്ത്തിവയ്ക്കുക. അൽപ്പസമയം കഴിഞ്ഞ് നിരീക്ഷിക്കുക.

- കൂടുതൽ ഉയരത്തിലേക്ക് ജലം കയറിയത് ഏതിലാണ്?
- ചെറുമൺകട്ടകൾ ഉള്ള കുഴലിൽ ജലത്തിനുണ്ടായ ഉയർച്ച കുറഞ്ഞത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും?
- പറമ്പ് കിളച്ചിടുമ്പോൾ മൺതരികൾ തമ്മിലുള്ള അടുപ്പം കൂടുമോ കുറയുമോ?

ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽനിന്നു വേനൽക്കാലത്തിനുമുമ്പ് പറമ്പ് കിളയ്ക്കുന്നത് പറമ്പിലെ ജലാംശം നിലനിർത്താൻ സഹായിക്കുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് ചർച്ച ചെയ്ത് വിശദമാക്കൂ.

- കേശിക ഉയർച്ച പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന കൂടുതൽ സന്ദർഭങ്ങൾ കണ്ടെത്തി എഴുതൂ.

2

ചലനസമവാക്യങ്ങൾ

കുട്ടിയുടെ സംശയനിവാരണം നടത്താൻ നിങ്ങൾക്ക് കഴിയുമോ? ശ്രമിച്ചു നോക്കാം.

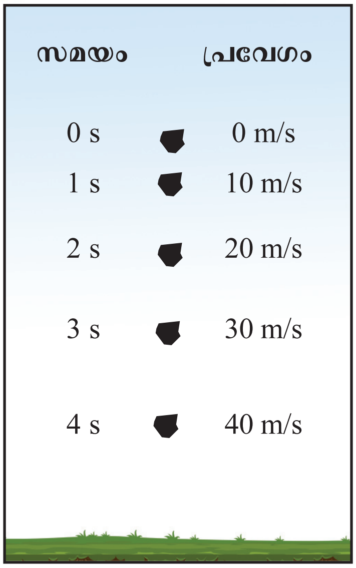
നിർബാധം പതിക്കുന്ന ഒരു കല്ലിന്റെ ഓരോ സെക്കന്റ് കഴിയുമ്പോഴും ഉള്ള പ്രവേഗമാണ് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. (ചിത്രം 2.1)

ഇതിൽനിന്നു കല്ലിന്റെ ചലനത്തെ സംബന്ധിച്ച് എന്തൊക്കെ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാം (ഇവിടെ നിർബാധം പതിക്കുന്ന കല്ലിന്റെ ഓരോ സെക്കന്റിലും ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവേഗവർധനവ് 9.8 m/s എന്നത് സൗകര്യത്തിന് വേണ്ടി 10 m/s എന്നായി നിജപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു).

ചിത്രം 2.1-ലെ വിവരങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.

സമയം s	0	1		
പ്രവേഗം m/s	0	10		

പട്ടിക 2.1



ചിത്രം 2.1

ഇവിടെ കല്ലിന്റെ ആദ്യ പ്രവേഗം (u) എത്രയാണ്? അന്ത്യപ്രവേഗമോ (v)?

4 s സമയം കൊണ്ട് കല്ലിനുണ്ടായ ത്വരണം കണക്കാക്കാമോ?

ത്വരണം (a) = $\frac{\text{പ്രവേഗമാറ്റം}}{\text{സമയം}}$ അതായത്

$a = \frac{v-u}{t}$ ആണല്ലോ. ത്വരണം കണക്കാക്കി സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.

ത്വരണം കണ്ടെത്തുന്നതിനുള്ള സമവാക്യത്തിൽ നിന്ന്, അന്ത്യപ്രവേഗം v കണക്കാക്കാനുള്ള സമവാക്യം രൂപീകരിക്കൂ.

അന്ത്യപ്രവേഗം $v = u + at$

ഇത് **ഒന്നാം ചലനസമവാക്യം** എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നു.

ഇവിടെ കല്ലിന്റെ ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വിവരങ്ങൾ കാണിക്കാൻ ചിത്രത്തെയാണ് ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയത്. വിവരങ്ങളെയും അവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധവും കാണിക്കാൻ മറ്റേതെങ്കിലും രീതികൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതായി നിങ്ങൾക്കറിയാമോ?

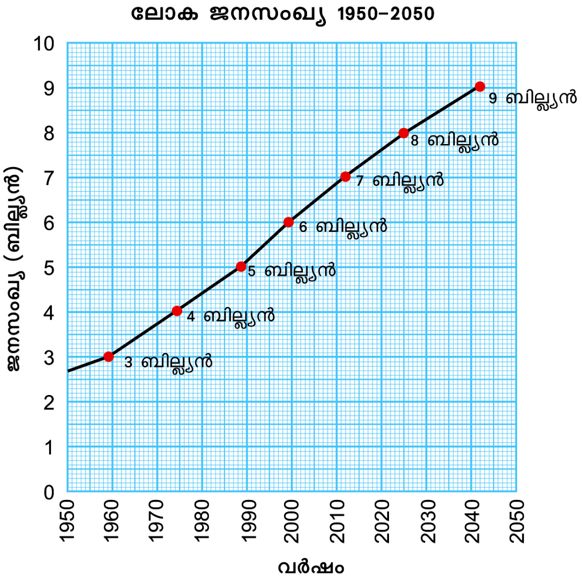
ജനസംഖ്യാ വർധനവിനെ സംബന്ധിച്ചും ക്രിക്കറ്റ് മാച്ചിൽ ഒരു ടീമിന്റെ പ്രകടനത്തെ സംബന്ധിച്ചുമുള്ള ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഗ്രാഫുകൾ നിരീക്ഷിക്കൂ. (ചിത്രം 2.2 (a), ചിത്രം 2.2 (b))

എന്തൊക്കെ വിവരങ്ങളെയാണ് ഓരോ ഗ്രാഫിലും ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്?

ഗ്രാഫ് - 1 → ജനസംഖ്യ, വർഷം

ഗ്രാഫ് - 2 →

നൽകിയിരിക്കുന്ന ഗ്രാഫുകളിൽ ഓരോന്നിൽനിന്നും എന്തൊക്കെ കാര്യങ്ങളാണ് നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നത്?



ഗ്രാഫ് (1)

ചിത്രം 2.2 (a)

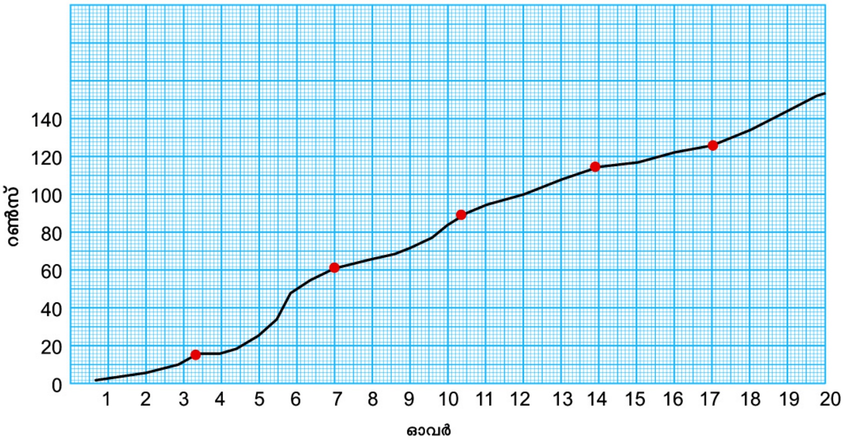
ഉദാഹരണമായി ഗ്രാഫ് (2) ൽ നിന്ന് ഓരോ ഓവറിലും ടീം നേടിയ റൺ എത്രയെന്നും ഏറ്റവും മികച്ച ഓവർ ഏതാണെന്നും തുടങ്ങി നിരവധി കാര്യങ്ങൾ നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാം.

ഇതുപോലെ ഗ്രാഫ് (1) ൽ നിന്ന് എന്തൊക്കെ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാമെന്ന് സയൻസ് ഡയറിയിൽ കുറിക്കൂ.

ചലനം - ഗ്രാഫിക ചിത്രീകരണം

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ചലനത്തെ സംബന്ധിക്കുന്ന വിവരങ്ങളെയും ഇത്തരത്തിൽ ഗ്രാഫിൽ ചിത്രീകരിക്കാൻ കഴിയുമോ?

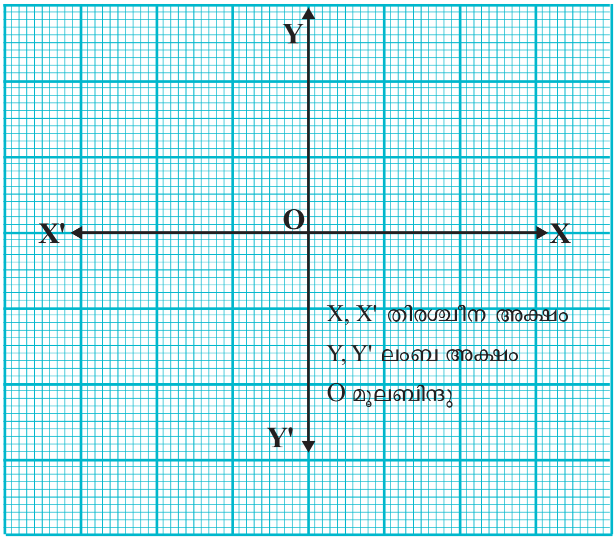
ഇതിനായി ഗ്രാഫിനെ കുറിച്ചുള്ള ചില അടിസ്ഥാനാശയങ്ങൾ നമുക്ക് അറിയേണ്ടതുണ്ട്.



ഗ്രാഫ് (2)

ചിത്രം 2.2 (b)

എന്താണ് ഗ്രാഫ്?



ചിത്രം 2.3

ഇത് ഒരു ദ്വിമാനചിത്രമാണ്. രണ്ട് അളവുകളെ ബന്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഗ്രാഫുകളിൽ ചിത്രീകരിക്കാൻ കഴിയും. ഗ്രാഫിന് രണ്ട് അക്ഷങ്ങളുണ്ട്. തിരശ്ചീന അക്ഷത്തെ X അക്ഷം എന്നും ലംബ അക്ഷത്തെ Y അക്ഷം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ മൂലബിന്ദു O (origin) എന്ന ബിന്ദുവാണ്. ഇവിടെയാണ് X, Y അക്ഷങ്ങൾ സന്ധിക്കുന്നത്. മൂലബിന്ദുവിൽനിന്ന് വലത്തോട്ടുള്ളത് പോസിറ്റീവ് X അക്ഷവും (OX) ഇടത്തോട്ടുള്ളത് നെഗറ്റീവ് X അക്ഷവും (OX') ആകുന്നു. ഇതുപോലെ Y അക്ഷത്തിൽ OY പോസിറ്റീവും OY' നെഗറ്റീവുമായി കണക്കാക്കുന്നു.

ഗ്രാഫിന്റെ ഉപയോഗമെന്ത്?

ഗ്രാഫ് ഉപയോഗിച്ച് അളവുകൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ചിത്രീകരിക്കാനും ഈ ബന്ധത്തെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി ഗ്രാഫിൽനിന്നു സമവാക്യം രൂപീകരിക്കാനും കഴിയും. ഗണിതക്രിയവഴി കണ്ടെത്തേണ്ട പല അറിവുകളെയും എളുപ്പത്തിൽ ഗ്രാഫിൽനിന്നു കണ്ടെത്താനാകും. ഈ ഉപയോഗങ്ങൾ എങ്ങനെ പ്രായോഗികമാക്കാം?

സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ്

ഒരു ഗ്രാഫ് പേപ്പറിൽ X'OX, Y'OY വരയ്ക്കുക. ഇവിടെ X അക്ഷം സമയം രേഖപ്പെടുത്താനും Y അക്ഷം സ്ഥാനം രേഖപ്പെടുത്താനും ഉപയോഗിക്കാം. പട്ടിക 2.2 ൽ കൊടുത്ത അളവുകൾ ഇതിൽ അങ്കനം ചെയ്യുക. അവയെ കൂട്ടി യോജിപ്പിക്കുക. ലഭിച്ച ഗ്രാഫിന്റെ സ്വഭാവമെന്ത്?

അക്ഷം X സമയം (s)	0	1	2	3
അക്ഷം Y സ്ഥാനം (m)	0	1	2	3

പട്ടിക 2.2

ഈ ഗ്രാഫിനെ സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ് എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഗ്രാഫിന് പേരു നൽകുമ്പോൾ Y അക്ഷത്തിലെ അളവ് ആദ്യവും X അക്ഷത്തിലെ അളവ് രണ്ടാമതും ഉപയോഗിക്കും.

- താഴെ കൊടുത്ത വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.

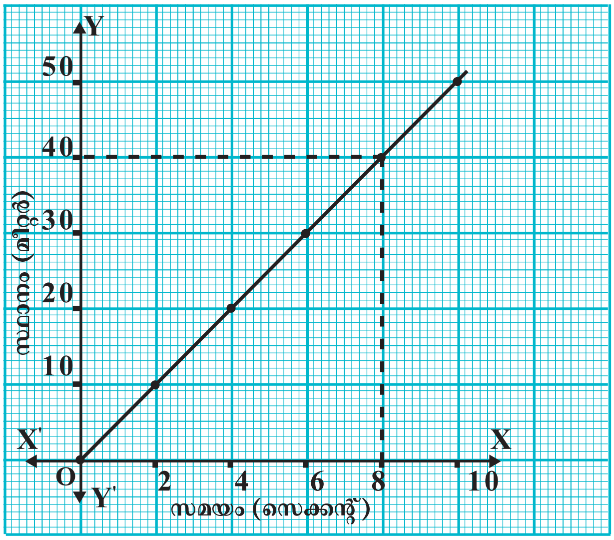
5CV1ZP

സമയം (s)	0	1	2	3	4	5	6
സ്ഥാനം (m)	0	2	4	6	8	10	12

പട്ടിക 2.3

സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫിൽനിന്ന് ഒരു നിശ്ചിതസമയത്തെ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം എങ്ങനെ കണ്ടെത്താം?

- ഒരു കാറിന്റെ ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ് തന്നിരിക്കുന്നു. 8 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് കാർ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം ഗ്രാഫിൽനിന്നു കണ്ടെത്തുക.



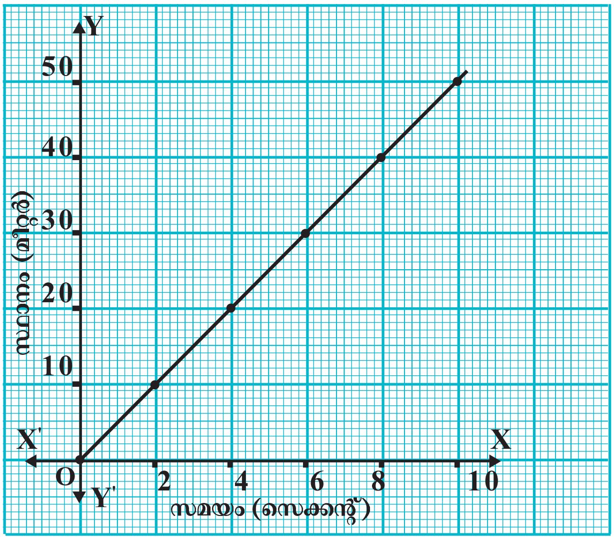
ചിത്രം 2.4

- 8-ാ മത്തെ സെക്കന്റ് സൂചിപ്പിക്കുന്ന ബിന്ദുവിൽനിന്നു സമയം രേഖപ്പെടുത്തിയ X അക്ഷത്തിന് ഒരു ലംബം വരയ്ക്കുക. ഇത് ഗ്രാഫിനെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ സന്ധിക്കുമല്ലോ. ഈ ബിന്ദുവിൽനിന്നു Y അക്ഷത്തിലേക്ക് മറ്റൊരു ലംബം വരയ്ക്കുക. ഇപ്രകാരം വരച്ച ലംബം Y അക്ഷത്തിൽ സന്ധിക്കുന്ന ബിന്ദു

സൂചിപ്പിക്കുന്ന വിലയാണ് സ്ഥാനാന്തരം. ഗ്രാഫിൽനിന്ന് ഈ ദൂരം കണ്ടെത്താമോ?

8 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് കാർ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം = ... m

- ഒരു കാറിന്റെ ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ചുവടെ കൊടുത്ത സ്ഥാന-സമയഗ്രാഫിൽനിന്നും വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ച് പട്ടിക 2.4 പൂർത്തിയാക്കാൻ ശ്രമിച്ചുനോക്കൂ.

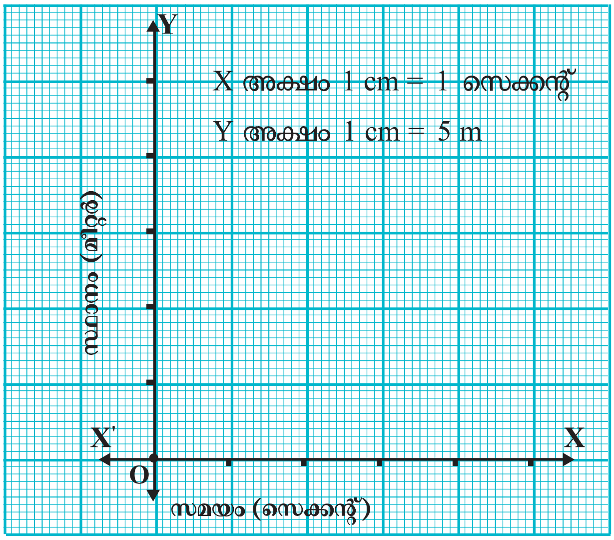


ചിത്രം 2.5

സ്ഥാനം (m)	0	2	-	6	8	
പ്രവേഗം (m/s)	0	10	20	-	-	

പട്ടിക 2.4

ചിത്രം 2.5 ൽ നൽകിയ ഗ്രാഫിന്റെ തോത് (Scale) മാറ്റം വരുത്തി ചിത്രം 2.6 ൽ വരച്ചു നോക്കിയാലോ.



ചിത്രം 2.6

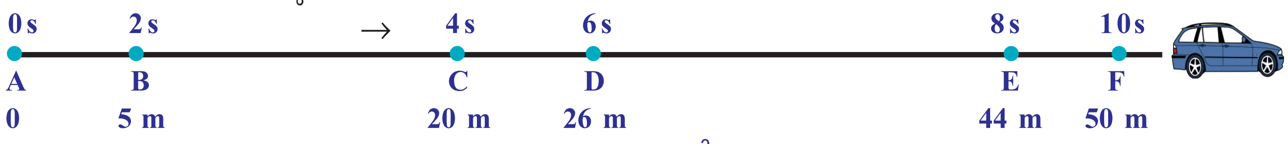
ചിത്രം 2.6 ൽ നിങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തിയ ഗ്രാഫ് ചിത്രം 2.5 ലെ ഗ്രാഫുമായി താരതമ്യം ചെയ്തുനോക്കൂ. എന്തു മാറ്റമാണ് നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്നത്?

NT-461-3-PHYSICS-9-M-VOL.1

ഓരോ ഗ്രാഫിൽനിന്നും 5 സെക്കന്റ് സമയംകൊണ്ട് വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന സ്ഥാനാന്തരം കണ്ടെത്തൂ. വിലയിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നില്ലല്ലോ.

തന്നിരിക്കുന്ന അളവുകളെ ഗ്രാഫ്‌പേപ്പറിൽ ഒതുക്കാവുന്ന രീതിയിലാക്കുന്നതിനാണ് നമുക്ക് തോത് എടുക്കേണ്ടിവരുന്നത്. തോത് കൂടുന്നതനുസരിച്ച് ഗ്രാഫിന്റെ വലുപ്പം കുറഞ്ഞുവരും. എന്നാൽ മൂല്യത്തിൽ വ്യത്യാസം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

ഒരു കാറിന്റെ ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചിത്രീകരണമാണ് താഴെ നൽകിയിരിക്കുന്നത്.



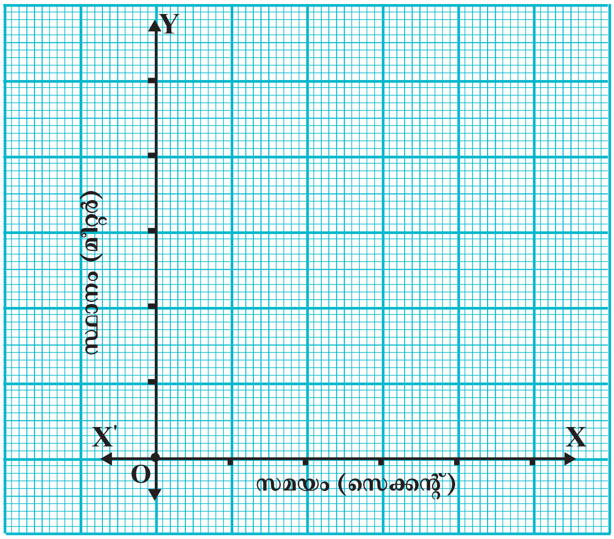
ചിത്രം 2.7

ചിത്രത്തിന്റെ സഹായത്താൽ ചുവടെ തന്ന പട്ടിക പൂർത്തീകരിക്കൂ.

സമയം (s)	0	2	4	6	8	10
സ്ഥാനം (m)	0	5	....	....	....	....

പട്ടിക 2.5

പട്ടികയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കാറിന്റെ ചലനം സൂചിപ്പിക്കുന്ന സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ് പൂർത്തിയാക്കൂ.



ചിത്രം 2.8

നിങ്ങൾക്ക് ചിത്രം 2.8 ൽ ലഭിച്ച ഗ്രാഫും പട്ടിക 2.2 നെ അടിസ്ഥാനമാക്കി മുമ്പ് വരച്ച ഗ്രാഫും സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ് തന്നെയാണെങ്കിലും ഇവ തമ്മിൽ എന്തു വ്യത്യാസം നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്നു?

സമവേഗത്തിൽ ചലിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാന-സമയഗ്രാഫ് നേർരേഖയായിരിക്കും. നേർരേഖയിലല്ലാത്ത സന്ദർഭത്തിൽ വസ്തു അസമവേഗത്തിലായിരിക്കും.

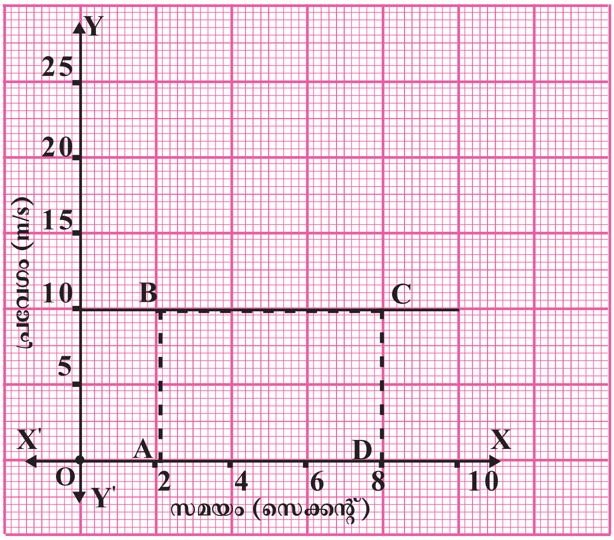
- ഗ്രാഫ് ഉപയോഗിച്ച് 3 സെക്കന്റിൽ കാറിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം കണ്ടെത്തൂ.
- 45 മീറ്റർ സ്ഥാനാന്തരം സംഭവിക്കാനെടുത്ത സമയം ഗ്രാഫിൽനിന്നു കണ്ടെത്തൂ.

പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫ്

സമയം (s)	0	2	4	6	8	10
പ്രവേഗം (m/s)	10	10	10	10	10	10

പട്ടിക 2.6

പട്ടികയിലെ വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കൂ.



ചിത്രം 2.9

നിങ്ങൾ വരച്ച ഗ്രാഫിൽനിന്ന് രണ്ടാമത്തെയും എട്ടാമത്തെയും സെക്കന്റിനിടയിലുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം കണക്കാക്കാൻ കഴിയുമോ?

$$\text{പ്രവേഗം} = \frac{\text{സ്ഥാനാന്തരം}}{\text{സമയം}}$$ ആണല്ലോ.

എങ്കിൽ സ്ഥാനാന്തരം = പ്രവേഗം × സമയം

ഗ്രാഫിൽ ഇത് AB × AD ക്ക് തുല്യമായിരിക്കും. (ABCD യുടെ പരപ്പളവിന്)

ഇത് ഗ്രാഫിൽ BC ക്ക് താഴെവരുന്ന ഭാഗത്തിന്റെ പരപ്പളവിന് തുല്യമാണ്.

ഒരു പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫിൽ നിശ്ചിത സമയ ഇടവേളകൾക്കിടയിൽ വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന സ്ഥാനാന്തരം ഗ്രാഫിന് ചുവടെയുള്ള ഭാഗത്തിന്റെ പരപ്പളവിനു തുല്യമായിരിക്കും.

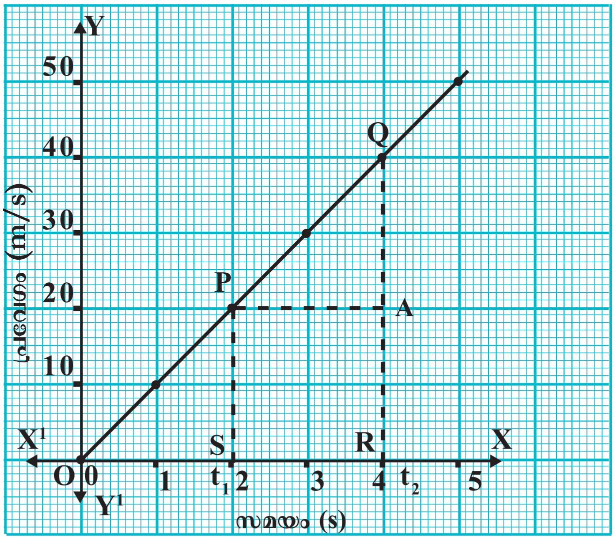
ഗ്രാഫിൽനിന്നു സ്ഥാനാന്തരം, പ്രവേഗം തുടങ്ങിയവ കണ്ടെത്താൻ കഴിയും എന്നു മനസ്സിലായല്ലോ.

ഗ്രാഫിന്റെ ഉപയോഗങ്ങളിൽ മറ്റൊന്ന് സമവാക്യരൂപീകരണമാണ്. ഗ്രാഫിൽനിന്നു ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സമവാക്യങ്ങൾ എങ്ങനെ രൂപീകരിക്കാമെന്നു നോക്കാം.

ഇനി നിർബാധം പതിക്കുന്ന ഒരു കല്ലിന്റെ ചലനത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പൂർത്തീകരിച്ച പട്ടിക 2.1 ലെ വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു പ്രവേഗ-സമയഗ്രാഫ് വരയ്ക്കൂ.

ചലനസമവാക്യങ്ങൾ (Equations of motion)

സമത്വരണത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ (നിർബാധം പതിക്കുന്ന കല്ലിന്റെ) പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫ് ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന രീതിയിലല്ലേ ലഭിക്കുന്നത്?



ചിത്രം 2.10

- t_1 ൽ നിന്നും t_2 ൽനിന്നും ഗ്രാഫിലേക്കു ലംബം വരയ്ക്കുക. ഇവ P, Q എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ സന്ധിക്കുന്നു.
- P യിൽനിന്ന് QR ലേക്ക് മറ്റൊരു ലംബം വരയ്ക്കുക. അത് A ൽ സന്ധിക്കുന്നു.

ഗ്രാഫിലെ PQRS എന്ന ലംബകത്തെ പരിഗണിച്ചാൽ P എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്ന ബിന്ദുവിൽ വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം u എന്നും Q എന്ന ബിന്ദുവിൽ അതിന്റെ പ്രവേഗം v എന്നും കണക്കാക്കിയാൽ;

PS = AR = u

QR = v

SR = $t = t_2 - t_1$

AQ = QR − AR

= v − u ആണല്ലോ.

പ്രവേഗ-സമയ ബന്ധം കാണിക്കുന്ന സമവാക്യം

ഗ്രാഫിൽനിന്നു ത്വരണം എങ്ങനെ കണ്ടെത്തും?

SR സമയ ഇടവേളയിലുണ്ടായ പ്രവേഗവ്യത്യാസം എത്രയായിരിക്കും? ഇത് AQ അല്ലേ? എങ്കിൽ ത്വരണം എങ്ങനെ കണക്കാക്കാം?

$$\text{ത്വരണം} = \frac{\text{പ്രവേഗവ്യത്യാസം}}{\text{സമയം}}$$

ത്വരണം $a = \frac{AQ}{SR}$

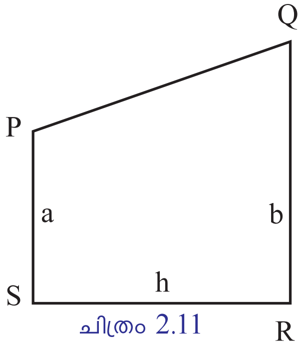
ഇതിൽ നിന്ന് $a=\frac{v-u}{t}$ എന്ന് എഴുതാമല്ലോ.

$$at = v - u.$$

$v = u + at$ ഇതാണല്ലോ ഒന്നാം ചലനസമവാക്യം.

സ്ഥാന-സമയ ബന്ധം കാണിക്കുന്ന സമവാക്യം

തന്നിരിക്കുന്ന (ചിത്രം 2.10) പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫിൽനിന്ന് S മുതൽ R വരെയുള്ള ഇടവേളയിലെ സ്ഥാനാന്തരം കണക്കാക്കാൻ X അക്ഷത്തിലെ S, R എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ നിന്നും ലംബങ്ങൾ പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫിലേക്ക് വരച്ച് ചതുർഭുജം നിർമിക്കുക. ഈ ചതുർഭുജത്തിന്റെ പരപ്പളവ് സംഖ്യാ പരമായി സ്ഥാനാന്തരത്തിനു തുല്യമായിരിക്കും. ചിത്രം 2.11 ഇപ്രകാരം ലഭിച്ച ചതുർഭുജമാണ്.



ചിത്രം 2.11

അതുകൊണ്ട് S മുതൽ R വരെയുള്ള ഇടവേളയിലെ സ്ഥാനാന്തരം കണക്കാക്കാൻ PQRS എന്ന ചതുർഭുജത്തിന്റെ പരപ്പളവ് കണക്കാക്കിയാൽ മതിയല്ലോ.

ചതുർഭുജം PQRS ഒരു ലംബകമാണ്. ലംബകത്തിന്റെ പരപ്പളവ് കാണാനുള്ള സമവാക്യമാണ് $A = \frac{1}{2} h (a + b)$.

a, b എന്നിവ സമാന്തരവശങ്ങളുടെ അളവും h അവ തമ്മിലുള്ള അകലവുമാണ്.

സ്ഥാനാന്തരം = ചതുർഭുജം PQRS ന്റെ പരപ്പളവ്

$= \frac{1}{2} SR \; (PS + QR)$

$PS = u$, $QR = v$, $SR = t$ എന്നീ വിലകൾ സമവാക്യത്തിൽ ആരോപിച്ചാൽ

സ്ഥാനാന്തരം $= \frac{1}{2} t (u + v)$

$= \frac{1}{2} t (u + u + at)$

$= \frac{1}{2} t [2u + at]$

$= \frac{1}{2} t \times 2u + \frac{1}{2} t \times at$

$= ut + \frac{1}{2} at^2$

$\mathbf{s = ut + \frac{1}{2} at^2}$ ഇത് രണ്ടാം ചലനസമവാക്യമെന്നറിയപ്പെടുന്നു.

സ്ഥാന-പ്രവേഗ ബന്ധം കാണിക്കുന്ന സമവാക്യം

ഇനി മൂന്നാം ചലനസമവാക്യം കണ്ടെത്താം.

തന്നിരിക്കുന്ന ഗ്രാഫിൽനിന്നു സ്ഥാനാന്തരം = ചതുർഭുജത്തിന്റെ പരപ്പളവ്,

$s = \frac{1}{2} t (u + v)$

വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം $a=\frac{v-u}{t}$ ആണല്ലോ. ഇതിൽനിന്ന് $t=\frac{v-u}{a}$

ഇത് മുകളിലത്തെ സമവാക്യത്തിൽ ആരോപിച്ചാൽ

$$s = \frac{1}{2}\left(\frac{v-u}{a}\right)(v+u) = \frac{1}{2}\frac{(v-u)(v+u)}{a} = \frac{(v^2-u^2)}{2a}$$

$$2as = v^2 - u^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

ഒരു വസ്തു സഞ്ചരിക്കാനെടുത്ത സമയം അറിയില്ലെങ്കിലും u, a, s എന്നിവ അറിയാമെങ്കിൽ വസ്തുവിന്റെ അന്ത്യപ്രവേഗം കണ്ടെത്താൻ സഹായിക്കുന്ന ചലനസമവാക്യമാണ് $\mathbf{v^2 = u^2 + 2as}$. ഇതാണ് മൂന്നാം ചലനസമവാക്യം.

എങ്കിൽ ചലനസമവാക്യങ്ങൾ ഒന്നു ക്രോഡീകരിച്ച് എഴുതിനോക്കൂ.

$$\mathbf{v = u + at}$$

$$\mathbf{s = ut + \frac{1}{2}at^2}$$

$$\mathbf{v^2 = u^2 + 2as}$$

സമത്വരണത്തോടെയുള്ള ചലനങ്ങൾക്കു മാത്രമാണ് ഈ സമവാക്യങ്ങൾ ബാധകമാവുക.

- നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ട ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം 4-ാമത്തെ സെക്കന്റിൽ 20 m/s ഉം 8-ാമത്തെ സെക്കന്റിൽ 40 m/s ഉം ആണ്. എങ്കിൽ 4-ാമത്തെയും 8-ാമത്തെയും സെക്കന്റുകൾക്കിടയിൽ വസ്തു സഞ്ചരിച്ച ദൂരമെത്ര?

4-ാമത്തെ സെക്കന്റിലെ പ്രവേഗം $u = 20$ m/s

8-ാമത്തെ സെക്കന്റിലെ പ്രവേഗം $v = 40$ m/s

ത്വരണം $a = \frac{v-u}{t} = \frac{40-20}{4} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}^2$

സഞ്ചരിച്ച ദൂരം $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= 20 \times 4 + \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2$

$= 80 + 40 = 120$ m

- ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാർ 3 m/s² മന്ദീകരണം ലഭിക്കത്തക്കരീതിയിൽ ബ്രേക്ക് ചെയ്തപ്പോൾ നാല് സെക്കന്റ് സമയംകൊണ്ട് നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ എത്തി. എങ്കിൽ ബ്രേക്ക് ചെയ്തതു മുതൽ നിൽക്കുന്നതു വരെ കാർ എത്ര ദൂരം സഞ്ചരിച്ചിട്ടുണ്ടാകും എന്നു കണ്ടെത്തുക.

$a = -3 \text{ m/s}^2$

$t = 4$ s

$v = 0$

$v = u + at$

$-u = -3 \times 4 + 0$

$u = 12$ m/s

കാറിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം

$s = ut + \frac{1}{2} at^2$

$= (12 \times 4) + \frac{1}{2} (-3) \times 16$

$= 24$ m

- സമത്വരണത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന കാറിന്റെ പ്രവേഗം 5 s കൊണ്ട് 20 m/s ൽനിന്ന് 40 m/s ലേക്ക് എത്തുന്നു എങ്കിൽ

  a) കാറിന്റെ ത്വരണം എത്രയായിരിക്കും?

  b) ഈ സമയംകൊണ്ട് കാറിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം എത്രയായിരിക്കും?

  a) u = 20 m/s, v = 40 m/s, t = 5 s

$$a = \frac{v-u}{t} = \frac{40-20}{5} = \frac{20}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

കാറിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

$= 20 \times 5 + \frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2$

$= 150$ m

- റെയിൽവേസ്റ്റേഷനിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ട ഒരു ട്രെയിനിന്റെ പ്രവേഗം 10 മിനിറ്റ് കൊണ്ട് 72 km/h ആയി എങ്കിൽ

  a) ട്രെയിനിന്റെ ത്വരണം കണ്ടുപിടിക്കുക.

  b) ഈ സമയംകൊണ്ട് ട്രെയിൻ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം കണക്കാക്കുക.

a) ഇവിടെ u = 0, $v = 72 \text{ km/h} = \frac{72 \times 1000}{60 \times 60} = 20 \text{ m/s}$

t = 10 min = 600 s

ത്വരണം $a = \frac{v-u}{t} = \frac{20-0}{600} = \frac{1}{30} \text{ m/s}^2$

b) $v^2 = u^2 + 2as$

$(20)^2 = 0^2 + 2 \times \frac{1}{30} \times s$

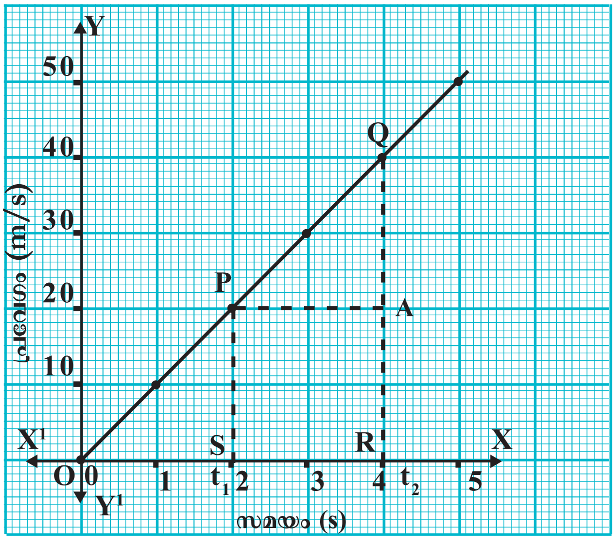
$400 = \frac{1}{15} \times s$

$s = 400 \times 15 = 6000 \text{ m} = 6 \text{ km}$

- നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്ന് ഒരു കാർ സമത്വരണത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ചലനം ആരംഭിച്ച് 5 s കൊണ്ട് 100 m ദൂരം എത്തിയെങ്കിൽ കാറിന്റെ ത്വരണം കാണുക.

- നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്നു ചലനം ആരംഭിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു 5 m/s^2 ത്വരണത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. എങ്കിൽ 3 s കഴിയുമ്പോഴുള്ള വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം എത്രയായിരിക്കും?

താഴെ കൊടുത്ത ഗ്രാഫിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പട്ടിക (2.7) പൂർത്തിയാക്കി, വിവിധ ഘട്ടങ്ങളിൽ സ്ഥാനാന്തരം, പരപ്പളവ് എന്നിവ താരതമ്യം ചെയ്തുനോക്കൂ.



ചിത്രം 2.12

സ്ഥാനാന്തരം	പരപ്പളവ്
0 മുതൽ 2 സെക്കന്റ് വരെ വസ്തുവിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ $= 0 \times 2 + \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2$ $= 20$ m	Δ OSP യുടെ പരപ്പളവ് $= \frac{1}{2}$ bh $= \frac{1}{2}$ OS $\times$PS $= \frac{1}{2} \times 2 \times 20$ $=$ 20 m
0 മുതൽ 4 സെക്കന്റ് വരെ വസ്തുവിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ $= 0 \times 4 + \frac{1}{2}\ 10 \times 4^2 = 80$	Δ ORQ ന്റെ പരപ്പളവ് $= \frac{1}{2}$ bh $= \frac{1}{2}$ OR $\times$ QR $= \frac{1}{2} \times 4 \times 40$ $=$ 80 m
2 മുതൽ 4 സെക്കന്റ് വരെ വസ്തുവിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം s = ... = ... = ...	ലംബകം SPQR ന്റെ പരപ്പളവ് = SPAR ന്റെ പരപ്പളവ് + Δ PAQ ന്റെ പരപ്പളവ് = ... = ... = ...

പട്ടിക 2.7

ഒരു പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫിൽനിന്ന് പ്രത്യേക സമയ ഇടവേളയിലെ സ്ഥാനാന്തരം കണക്കാക്കാൻ ആ സമയങ്ങളിൽനിന്ന് പ്രവേഗ-സമയഗ്രാഫിലേക്ക് ലംബങ്ങൾ വരച്ചാൽ കിട്ടുന്ന ജ്യാമിതീയരൂപത്തിന്റെ പരപ്പളവ് കണ്ടാൽ മതി.

പാഠാരംഭത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ച തെങ്ങിന്റെ ഉയരം കണ്ടെത്തുന്നതിനായി തേങ്ങയ്ക്കുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം കണ്ടെത്തിയാൽ മതിയെന്നു മനസ്സിലായല്ലോ. ഇവിടെ തെങ്ങിൽ നിന്നു തേങ്ങ തറയിൽ പതിക്കാൻ 2 s സമയം എടുത്താൽ ഉയരം 20 m എന്നു കണക്കാക്കാമല്ലോ.

വിലയിരുത്താം

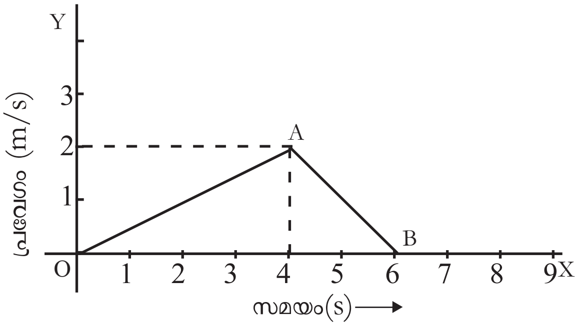
1. സ്ഥാന-സമയ ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.

സമയം (s)	0	3	6	9	12	15	18
സ്ഥാനം (m)	0	5	10	15	20	25	30

2. വേഗ-സമയ ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.

സമയം (s)	0	2	4	6	8	10
വേഗം (m/s)	10	15	20	20	20	15

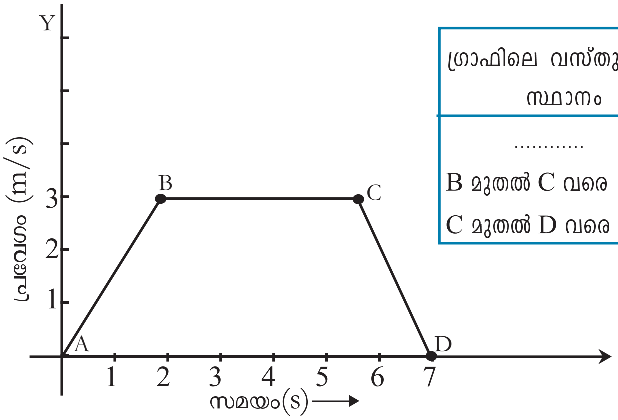
3. ഗ്രാഫ് പരിശോധിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം എഴുതുക.



(a) വസ്തുവിന്റെ ചലനം സമചലനമോ/ അസമചലനമോ?

(b) വസ്തുവിന് O മുതൽ A വരെ സമത്വരണമാണോ? A മുതൽ B വരെയോ?

4. ഗ്രാഫ് പരിശോധിച്ച് പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.

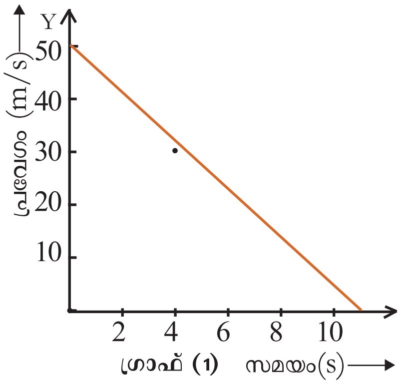


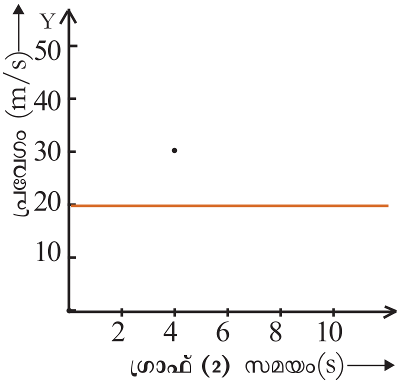
ഗ്രാഫിലെ വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം	ചലനത്തിന്റെ സ്വഭാവം
....	പ്രവേഗം കൂടുന്നു.
B മുതൽ C വരെ	....
C മുതൽ D വരെ	....

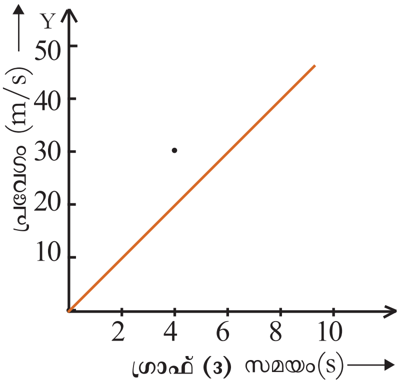
5. നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്നു പുറപ്പെട്ട ഒരു ട്രെയിനിന്റെ പ്രവേഗം 5 മിനിറ്റ് കൊണ്ട് 72 km/h (20 m/s) ആണെങ്കിൽ ത്വരണവും ആ സമയംകൊണ്ട് ട്രെയിൻ സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും കണ്ടുപിടിക്കുക.

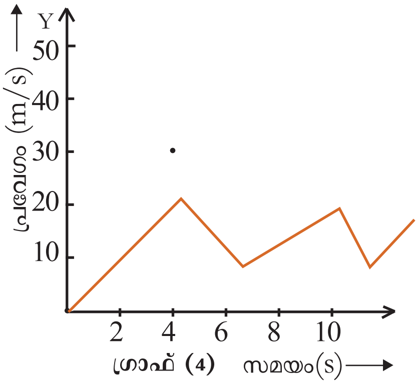
6. 18 km/h (5m/s) ൽനിന്ന് 5 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് 54 km/h (15m/s) പ്രവേഗത്തിൽ എത്തിയ കാറിന്റെ ത്വരണവും സ്ഥാനാന്തരവും കണക്കാക്കുക.

7. ചുവടെ കൊടുത്ത ഗ്രാഫുകൾ ശ്രദ്ധിക്കൂ.









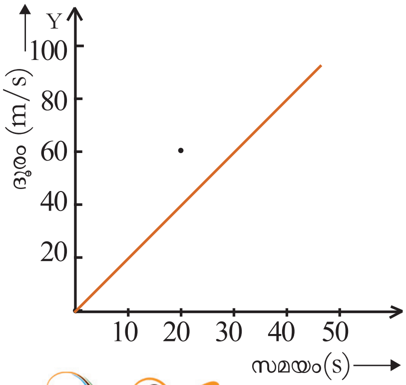
a) സമപ്രവേഗത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഗ്രാഫ് ഏതാണ്?

b) അസമത്വരണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഗ്രാഫ് ഏത്?

c) നിർബാധം പതിക്കുന്ന കല്ലിന്റെ ചലനത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഗ്രാഫ് ഏത്?

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്നു ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു കാറിന്റെ ദൂര-സമയ ഗ്രാഫ് കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഈ കാറിന്റെ ചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വേഗ-സമയ ഗ്രാഫ് വരച്ച് സവിശേഷതകൾ കുറിക്കുക.



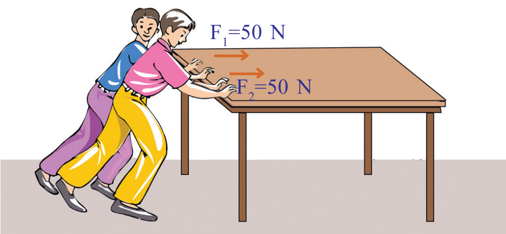
3

ചലനവും ചലനനിയമങ്ങളും

ചിത്രത്തിലെ കുട്ടികളുടെ ചലനം നിരീക്ഷിക്കുക. ഇത്തരം ചലനങ്ങൾക്കു കാരണമായ ബലങ്ങളെക്കുറിച്ചു നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഉയരത്തിൽനിന്നു താഴേക്കു വരുന്ന കുട്ടികൾ വീണ്ടും ഉയർന്നു പോകുന്നതിന്റെ കാരണം എന്താണ്? എല്ലാവിധ ചലനങ്ങൾക്കും ബലം ആവശ്യമുണ്ടോ? ഇല്ലെങ്കിൽ അത്തരം ചലനങ്ങളുടെ പൊതുസ്വഭാവങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ്? നമുക്ക് ഒരന്വേഷണം നടത്താം.

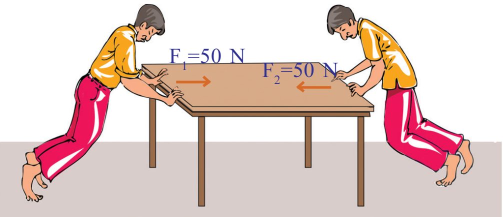
അസന്തുലിത ബാഹ്യബലവും ചലനവും (Unbalanced external force and Motion)

ചിത്രങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കൂ.



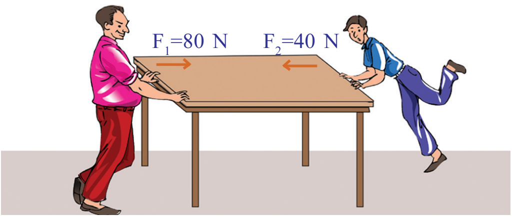
ഒരേ വശത്തുനിന്ന് രണ്ടു കുട്ടികൾ
ഒരേ ദിശയിൽ മേശ തള്ളുന്നു.

ചിത്രം 3.1

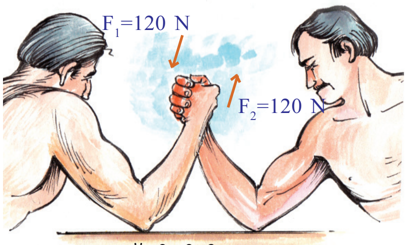


രണ്ടു കുട്ടികൾ എതിർദിശകളിൽനിന്ന്
തുല്യബലം ഉപയോഗിച്ച് മേശ തള്ളുന്നു.

ചിത്രം 3.2



എതിർദിശകളിൽ നിന്ന് രണ്ടുപേർ
വ്യത്യസ്ത ബലം ഉപയോഗിച്ച് മേശ തള്ളുന്നു.
ചിത്രം 3.3



പഞ്ചഗുസ്തിയിൽ തുല്യബലം
പ്രയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ
ചിത്രം 3.4

ഒരു ഭാഗം ജയിക്കുമ്പോൾ
ചിത്രം3.5

മുകളിൽ കൊടുത്ത ഓരോ സന്ദർഭത്തിലും വസ്തുവിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ആകെ ബലം കണ്ടെത്തി പട്ടിക പൂരിപ്പിക്കുക. (ബലം സദിശമായതിനാൽ, വിപരീതദിശയിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത ദിശയിലുള്ള ബലത്തിന്റെ അളവ് പോസിറ്റീവ് ആയും എതിർദിശയിലുള്ള ബലത്തിന്റെ അളവ് നെഗറ്റീവ് ആയും പരിഗണിക്കുമല്ലോ.)

ചിത്രീകരണം	F_1 ന്യൂട്ടൺ (N)	F_2 ന്യൂട്ടൺ (N)	ആകെ ബലം/ പരിണതബലം
ചിത്രം 3.1	50	....	....
ചിത്രം 3.2	50	-50	പൂജ്യം
ചിത്രം 3.3	....	....	40
ചിത്രം 3.4	120	....	പൂജ്യം
ചിത്രം 3.5		....	....

പട്ടിക 3.1

പട്ടിക പരിശോധിക്കൂ.

- ഏതെല്ലാം ചിത്രങ്ങളിലെ സന്ദർഭങ്ങളിലാണ് വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ആകെ ബലം പൂജ്യമായത് ?
- അപ്പോഴെല്ലാം ചലനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടോ?

ഇത്തരം ബലങ്ങളെ സന്തുലിതബലങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു വസ്തുവിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ആകെ ബലം അഥവാ പരിണത ബലം പൂജ്യമെങ്കിൽ, പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലങ്ങളെ സന്തുലിത ബലങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരം ബലങ്ങൾക്കു നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള വസ്തുക്കളെ ചലിപ്പിക്കാനോ ചലിക്കുന്ന വസ്തുക്കളെ നിശ്ചലമാക്കാനോ കഴിയില്ല.

- പരിണതബലം പൂജ്യമല്ലാത്ത സന്ദർഭങ്ങൾ പട്ടികയിൽനിന്നു കണ്ടെത്തൂ?
- ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ വസ്തുക്കൾക്കു ചലനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടോ?

നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായം സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ. അസന്തുലിത ബലങ്ങൾക്ക് ഒരു നിർവചനം കണ്ടെത്തൂ.

. . . .

. . . .

ചിത്രം3.6

താഴെ കൊടുത്ത പ്രവർത്തനം ശ്രദ്ധിക്കൂ.

ഒരു മേശയുടെ രണ്ടറ്റങ്ങളിൽ ഓരോ കപ്പി ഘടിപ്പിക്കുക. ഒരു മരക്കട്ടയുടെ രണ്ടഗ്രത്തും കെട്ടിയ ചരടുകൾ കപ്പികളിലൂടെ കടത്തി അവയുടെ അഗ്രങ്ങളിൽ സമാനമായ തട്ടുകൾ തൂക്കിയിടുക. തട്ടുകളിൽ ഭാരം വയ്ക്കുന്നതനുസരിച്ചു മരക്കട്ടയുടെ ചലനത്തെയും അതിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലത്തെയും സംബന്ധിച്ച് നിങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.

- തട്ടുകളിൽ തുല്യഭാരം വയ്ക്കുമ്പോൾ മരക്കട്ടയിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം സന്തുലിതമോ അസന്തുലിതമോ?
- മേൽപ്പറഞ്ഞ സന്ദർഭത്തിൽ മരക്കട്ടയ്ക്ക് ചലനം സംഭവിക്കുമോ?
- മരക്കട്ടയിൽ ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും ഒരു തട്ടിലെ ഭാരം വർധിപ്പിക്കുക. ഇപ്പോൾ ബലം സന്തുലിതമോ അസന്തുലിതമോ? മരക്കട്ടയ്ക്ക് ചലനമുണ്ടാകുമോ?
- ക്രമേണ തട്ടിലെ ഭാരം വർധിപ്പിച്ചാൽ കട്ടയുടെ ചലനവേഗത്തിന് എന്തു മാറ്റമാണുണ്ടാവുക? കൂടുന്നു/കുറയുന്നു
- കുറഞ്ഞ ഭാരമുള്ള തട്ടിൽ ഭാരം ക്രമേണ വർധിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് മരക്കട്ടയുടെ ഇപ്പോഴുള്ള ചലനദിശ മാറ്റാൻ കഴിയുമോ?

മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണഫലങ്ങളിൽനിന്ന് എന്തു മനസ്സിലാക്കാം?

ഒരു വസ്തുവിൽ അസന്തുലിതബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള വസ്തുവിനു ചലനം സംഭവിക്കുകയും ചലനാവസ്ഥയിലുള്ള വസ്തുവിന്റെ ചലനദിശയ്ക്കോ വേഗത്തിനോ മാറ്റം വരുകയും ചെയ്യുന്നു.

അസന്തുലിതബലങ്ങൾ ചലനമുണ്ടാക്കുന്നുവെന്നു നമ്മൾ കണ്ടല്ലോ. എന്നാൽ എല്ലാ അസന്തുലിതബലങ്ങളും ചലനമുണ്ടാക്കുന്നുണ്ടോ? നമുക്കു പരിശോധിക്കാം.

ചിത്രം 3.7

- ഒരു വാഹനത്തിനുള്ളിൽ നിന്നുകൊണ്ട് ആ വാഹനത്തെ തള്ളിനീക്കാൻ ശ്രമിച്ചാൽ ഫലമെന്തായിരിക്കും? വാഹനം ചലിക്കുന്നു/വാഹനം ചലിക്കുന്നില്ല.

ഇതേ വാഹനത്തെ പുറത്തിറങ്ങി തള്ളിയാലോ?

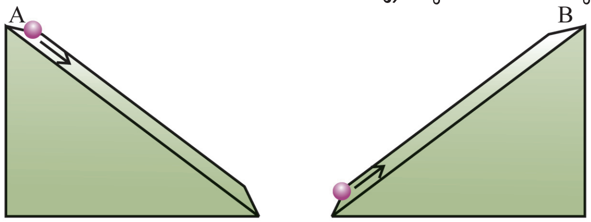
- ഒരു കസേരയിൽ ഇരുന്നുകൊണ്ട് മുകളിലേക്കു ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ അതിനെ ഉയർത്തുക സാധ്യമാണോ? ഉയർത്തണമെങ്കിൽ കാൽ നിലത്ത് അമർത്തേണ്ടിവരുമല്ലോ.

ആന്തരികബലങ്ങൾക്കു വസ്തുവിനെ ചലിപ്പിക്കാൻ കഴിയില്ല എന്നും ഒരു വസ്തു ചലിക്കണമെങ്കിൽ അസന്തുലിത ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടി വരുമെന്നും ബോധ്യമായല്ലോ. എന്നാൽ ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന് നേർരേഖാ സമചലനത്തിൽ തുടരുന്നതിന് അസന്തുലിത ബാഹ്യബലം ആവശ്യമാണോ? ഗലീലിയോ എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഈ വിഷയത്തിൽ പഠനം നടത്തുകയും പരീക്ഷണനിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ വിശദീകരിക്കുകയും ചെയ്തു.

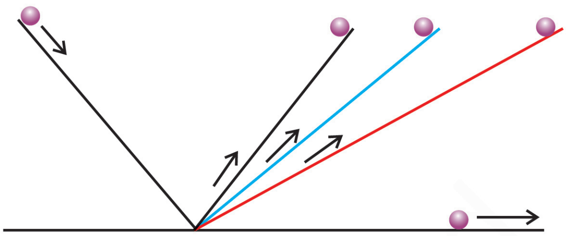
ഗലീലിയോയുടെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ

മിനുസമുള്ള രണ്ടു പ്രതലങ്ങളെ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ തുല്യ ചരിവു വരുന്ന രീതിയിൽ ക്രമീകരിക്കുക. ഒരു നിശ്ചിത ഉയരത്തിൽ നിന്ന് A എന്ന പ്രതലത്തിലൂടെ ഒരു ബോൾ ഉരുട്ടിവിടുക. ബോൾ താഴെയെത്തുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത വേഗം കൈവരിക്കുമല്ലോ.

- B എന്ന പ്രതലത്തിലൂടെ ഉരുണ്ടു കയറുമ്പോൾ ബോളിന്റെ വേഗത്തിന് എന്തു സംഭവിക്കും?



ചിത്രം 3.8 (a)



ചിത്രം 3.8 (b)

- ഈ പ്രതലത്തിന്റെ ചരിവ് കുറച്ചാലോ? എന്തായിരിക്കും നിരീക്ഷണഫലം?
- ചരിവ് കുറയ്ക്കുന്ന ഓരോ സന്ദർഭത്തിലും പന്ത് ഒരേ ഉയരത്തിലെത്തുമെന്നതിനാൽ കൂടുതൽ ദൂരം സഞ്ചരിക്കേണ്ടിവരില്ലേ? (ചിത്രം 3.8 (b) ശ്രദ്ധിക്കുക.)
- അങ്ങനെയെങ്കിൽ പ്രതലം തിരശ്ചീനമാക്കുമ്പോൾ (അഥവാ ചരിവ് പൂജ്യമാക്കുമ്പോൾ) പന്തിന്റെ ചലനം അനന്തമായി നീളുകയില്ലേ?

ഗലീലിയോ നടത്തിയ ഈ പരീക്ഷണം, വയറിങ്ങിന് ഉപയോഗിക്കുന്ന ചാനൽ ഉപയോഗിച്ച് നമുക്കും ചെയ്തുനോക്കാവുന്നതാണ്. എന്നാൽ പ്രായോഗികതലത്തിൽ പന്തിന്റെ ചലനം അനന്തമായി തുടരുന്നതിനുപകരം നിലയ്ക്കുന്നതായി കാണാം. ഇതിനു കാരണമായ ബലം

ഏതായിരിക്കും? ഈ ബലം ഇല്ലായിരുന്നെങ്കിൽ പന്ത് അനന്തമായി നേർരേഖാ സമചലനത്തിൽത്തന്നെ തുടരുമായിരുന്നില്ലേ?

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന് നേർരേഖാ സമചലനത്തിൽ തുടരുന്നതിന് അസന്തുലിത ബാഹ്യബലം ആവശ്യമില്ല.

ഗലീലിയോയുടെ നിരീക്ഷണങ്ങളുടെ തുടർച്ചയെന്നോണമാണ് ന്യൂട്ടൺ ചലനനിയമങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചത്.

ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലനനിയമം

ഒരു വസ്തുവിന് അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയ്ക്കോ ചലനാവസ്ഥയ്ക്കോ മാറ്റം വരുത്തുന്നതിന് അസന്തുലിത ബാഹ്യബലം ആവശ്യമാണെന്ന് നമ്മൾ മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഇത്തരം ബലങ്ങൾ പ്രയോഗിക്കാത്തിടത്തോളം കാലം ഓരോ വസ്തുവും അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലോ ചലനാവസ്ഥയിലോ തന്നെ തുടരുകയില്ലേ? ഈ നിഗമനങ്ങളാണ് ന്യൂട്ടനെ ഒന്നാം ചലനനിയമത്തിലെത്തിച്ചത്.

അസന്തുലിതമായൊരു ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതു വരെ ഓരോ വസ്തുവും അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലോ നേർരേഖാ സമചലനത്തിലോ തുടരുന്നതാണ്. ഇതാണ് ഒന്നാം ചലനനിയമം.

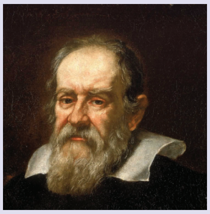
സ്ഥിരാവസ്ഥയെയും ചലനാവസ്ഥയെയും സംബന്ധിച്ച് വസ്തുക്കളുടെ ചില പൊതുവായ പ്രവണതകളെ ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലനനിയമം വിശദമാക്കുന്നുണ്ട്. നമുക്ക് ചില പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ഇത് മനസ്സിലാക്കാം.

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതു പോലെ വെള്ളം നിറച്ച ഒരു ബോട്ടിലിനെ കട്ടിയുള്ളതും പരുപരുത്തതുമായ ഒരു പേപ്പറിനു മുകളിൽ വയ്ക്കുക. പേപ്പറിനെ ഒരു വശത്തേക്കു വേഗത്തിൽ വലിക്കുക. നിങ്ങൾ എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

- പേപ്പർ വലിക്കുന്നതിനു മുൻപ് ബോട്ടിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിലായിരുന്നില്ലേ?
- പേപ്പർ വലിക്കുമ്പോൾ ബോട്ടിലിന്റെ മുകൾഭാഗം നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽത്തന്നെ തുടരുന്ന പ്രവണത കാണിക്കുന്നില്ലേ?

ഗലീലിയോ ഗലീലി (1564-1642)

ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധ മേഖലകളിൽ കഴിവു തെളിയിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഗലീലിയോ ഗലീലി. കുട്ടിയായിരിക്കുമ്പോൾ



തന്നെ ഗണിതത്തിലും പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിലും അതീവ താൽപര്യം പ്രകടിപ്പിച്ചിരുന്നെങ്കിലും പിതാവിന്റെ ആഗ്രഹ പ്രകാരം പിസാ സർവകലാശാലയിലെ വൈദ്യശാസ്ത്ര വിദ്യാർഥിയായി ചേരുകയാണുണ്ടായത്. വലിയ വസ്തുക്കൾ ഭൂമിയിൽ വേഗത്തിൽ വീഴുമെന്ന അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ വാദഗതിയെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹം പഠനം നടത്തി. പിസയിലെ ചരിഞ്ഞഗോപുരത്തിൽ വച്ചു നടത്തിയ പരീക്ഷണത്തിലൂടെ അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ഈ വാദഗതി തെറ്റാണെന്നു തെളിയിച്ചു. 1585 മുതൽ 1592 വരെയുള്ള കാലയളവിലാണ് ഗലീലിയോ തന്റെ ആദ്യത്തെ ശാസ്ത്രപുസ്തകമായ 'The Little Balance' രചിച്ചത്. സമത്വരണത്തിലുള്ള വസ്തുക്കൾ സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരം സമയത്തിന്റെ വർഗത്തിന് നേർ അനുപാതത്തിലാണെന്ന് അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ഗലീലിയോ നിർമിച്ച ദൂരദർശിനി അന്നു നിലവിലുള്ളതിനേക്കാൾ അനേകം മടങ്ങ് ശേഷിയുള്ളതാണ്. ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ചുള്ള തുടർച്ചയായ നിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ വ്യാഴത്തിന്റെ ഉപഗ്രഹങ്ങളെ കണ്ടെത്തുന്നതിനും ഭ്രമണം തിരിച്ചറിയുന്നതിനും അദ്ദേഹത്തിന് സാധിച്ചു. ശനിയുടെ വലയങ്ങളും ക്ഷീരപഥത്തിലെ നക്ഷത്രങ്ങളും അദ്ദേഹം ദൂരദർശിനി ഉപയോഗിച്ച് നിരീക്ഷണവിധേയമാക്കി. ആകാശനിരീക്ഷണങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള 'Starry Messenger' സൂര്യകളങ്കങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള 'Discourse on Floating Bodies', 'Letters on Sunspots' എന്നീ പുസ്തകങ്ങളും അദ്ദേഹം രചിച്ചതാണ്.

ചിത്രം 3.9

- ബോട്ടിലിന്റെ താഴ്ഭാഗം ചലനാവസ്ഥ പ്രാപിക്കുന്നത് പേപ്പറും ബോട്ടിലും തമ്മിലുള്ള ഘർഷണബലം കൊണ്ടായിരിക്കുമല്ലോ. മിനുസമുള്ള പേപ്പർ ഉപയോഗിച്ച് ഈ പരീക്ഷണം ചെയ്താൽ, ബോട്ടിൽ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽ തന്നെ തുടരുന്നതുകാണാം.

ഈ പ്രവണതയെ നിശ്ചല ജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു.

നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന് അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽത്തന്നെ തുടരുന്നതിനുള്ള പ്രവണതയെ അഥവാ നിശ്ചലാവസ്ഥയ്ക്കു മാറ്റം വരുത്താനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയെ നിശ്ചല ജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു.

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്കും ഇത്തരം പ്രവണതകളുണ്ടോ? നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം.

ചിത്രം 3.10

മുകളിലെ പ്രവർത്തനത്തിനുപയോഗിച്ച ബോട്ടിൽ പരുപരുത്തതും കട്ടികൂടിയതുമായ ഒരു പേപ്പറിനു മുകളിൽ വയ്ക്കുക. പേപ്പർ സാവധാനം വലിച്ചുകൊണ്ടു ബോട്ടിൽ ചലനാവസ്ഥയിലേക്കു കൊണ്ടുവരുക. വേഗം കുറേശ്ശെയായി വർധിപ്പിക്കുക. ഒരു നിശ്ചിതവേഗമെത്തുമ്പോൾ പേപ്പർ വലിക്കുന്നതു നിർത്തുക. നിങ്ങൾ എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു? (ചിത്രം 3.10)

- പേപ്പർ വലിക്കുന്നതു നിർത്തുന്നതിനുമുൻപ് ബോട്ടിൽ ചലനാവസ്ഥയിലായിരുന്നില്ലേ?
- പേപ്പർ വലിക്കുന്നതു നിർത്തുമ്പോൾ ബോട്ടിലിന്റെ മുകൾഭാഗം ചലനാവസ്ഥയിൽത്തന്നെ തുടരുന്ന പ്രവണത കാണിക്കുന്നില്ലേ?
- ബോട്ടിലിന്റെ താഴ്ഭാഗം നിശ്ചലാവസ്ഥ പ്രാപിക്കുന്നത് ഘർഷണബലം കൊണ്ടാണല്ലോ. മിനുസമുള്ള ഒരു പേപ്പർ ഉപയോഗിച്ച് പരീക്ഷണം ചെയ്താൽ ബോട്ടിൽ മൊത്തമായും ചലനം തുടരുന്നതു കാണാം.

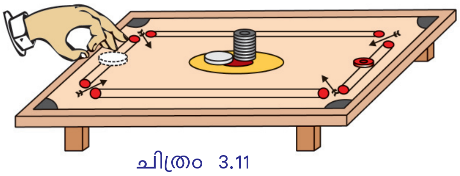
504X2C

ഈ പ്രവണതയെ ചലനജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ചലനജഡത്വത്തിന് ഒരു നിർവചനം എഴുതൂ.

....

....

താഴെ പറയുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ ചർച്ചചെയ്ത് കാരണം കണ്ടെത്തൂ.



ചിത്രം 3.11

- കുറച്ചു കാരംബോർഡ് കോയിനുകൾ ഒന്നിനുമുകളിൽ ഒന്നായി ക്രമത്തിൽ അടുക്കിവയ്ക്കുക. ഒരു സ്ട്രൈക്കർ ഉപയോഗിച്ച് ഏറ്റവും അടിയിലുള്ള കോയിൻ തട്ടിത്തെറിപ്പിക്കുക. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?
- ഓടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ബസ് പെട്ടെന്നു നിർത്തുമ്പോൾ നിൽക്കുന്ന യാത്രക്കാർ മുന്നോട്ടു വീഴാനുള്ള പ്രവണത കാണിക്കുന്നു.
- നിർത്തിയിട്ടിരിക്കുന്ന ബസ് പെട്ടെന്ന് മുന്നോട്ടെടുക്കുമ്പോൾ യാത്രക്കാർ പിന്നിലേക്കു വീഴുന്നു.

- സീറ്റ്ബെൽറ്റ് ധരിക്കാത്ത യാത്രക്കാർക്കു സംഭവിക്കുന്ന അപകടങ്ങൾ കൂടുതൽ മാരകമാകുന്നു.

നിശ്ചല ജഡത്വത്തെയും ചലനജഡത്വത്തെയും പൊതുവെ ജഡത്വം എന്നു പറയാം. എങ്കിൽ ജഡത്വത്തിന് ഒരു നിർവചനം എഴുതാമോ?

ഒരു വസ്തുവിന് സ്വയം അതിന്റെ നിശ്ചലാവസ്ഥയ്ക്കോ ചലനാവസ്ഥയ്ക്കോ മാറ്റം വരുത്താനുള്ള കഴിവില്ലായ്മയെ ജഡത്വം എന്നു പറയുന്നു.

ജഡത്വത്തിനു കൂടുതൽ ഉദാഹരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തി പട്ടിക പൂരിപ്പിക്കൂ.

നിശ്ചലജഡത്വം	ചലനജഡത്വം
• മാവിന്റെ കൊമ്പു കുലുക്കുമ്പോൾ അതു ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്ന അവസരത്തിൽ മാങ്ങ അടർന്നുവീഴുന്നു. •	• ഓടിവരുന്ന അത്‌ലറ്റിന് ഫിനിഷിങ് ലൈനിൽ എത്തിയാലുടൻ ഓട്ടം അവസാനിപ്പിക്കാൻ കഴിയില്ല. •

പട്ടിക 3.2

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ജഡത്വത്തെ അതിന്റെ മാസ് എങ്ങനെ സ്വാധീനിക്കുന്നു? നമുക്കു നോക്കാം.

മാസും ജഡത്വവും (Mass and Inertia)

- ഭാരം കയറ്റിയ വാഹനങ്ങൾ വേഗം കുറയ്ക്കാതെ വളവുതിരിയുന്നത് അപകടത്തിന് ഇടയാക്കുന്നു. എന്തായിരിക്കും കാരണം?

ടാർ നിറച്ച ഒരു വീപ്പ ഉരുട്ടിനീക്കുന്നത് ഒഴിഞ്ഞ ടാർ വീപ്പ ഉരുട്ടുന്നതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ പ്രയാസകരമല്ലേ?

- ഇവയിൽ ഏതിനാണ് മാസ് കൂടുതൽ?
- ഏതിനാണ് ജഡത്വം കൂടുതൽ?

ഒരു വസ്തുവിന്റെ മാസ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് അതിന്റെ ജഡത്വം കൂടുന്നു എന്നു മനസ്സിലാക്കാമല്ലോ.

ഒരു വസ്തുവിന്റെ ജഡത്വം അതിന്റെ മാസിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. മാസ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് ജഡത്വം കൂടുന്നു.

- ക്രിക്കറ്റ് ബാറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു ടെന്നിസ്ബോളും (മാസ് 58.5 g) ക്രിക്കറ്റ് ബോളും (മാസ് 163 g) നിശ്ചിതദൂരത്തേക്ക് അടിച്ചുതെറിപ്പിക്കണമെങ്കിൽ ഏതിലാണ് കൂടുതൽ ബലം പ്രയോഗിക്കേണ്ടിവരുക?

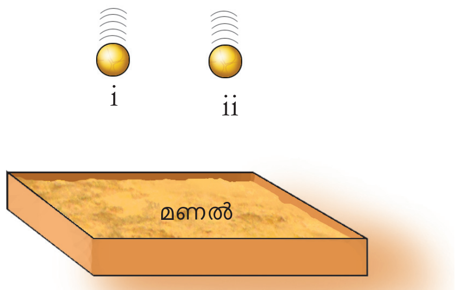
  ടെന്നിസ്ബോളിൽ/ക്രിക്കറ്റ്ബോളിൽ.

രണ്ടിലും പ്രവേഗമാറ്റം ഒരുപോലെ ആയിരിക്കുമോ?

ആക്കം

സമാന ആകൃതിയും വലുപ്പവുമുള്ള രണ്ട് ഒഴിഞ്ഞ ഐസ്ക്രീംബോളുകളെടുത്ത് അവയിൽ ഒന്നിൽ മണൽ നിറയ്ക്കുക. ഒരു പരന്ന പാത്രത്തിൽ നനഞ്ഞ മണൽ

നിറച്ച ശേഷം ബോളുകൾ ഒരേ ഉയരത്തിൽനിന്നു മണലിലേക്കിടുക. മണലിൽ കുഴികൾ രൂപപ്പെടുന്നതു കാണാം?



ചിത്രം 3.12

- തുല്യവേഗത്തിൽ എത്തിയിട്ടും, ഇവയിൽ ഏതു ബോളാണ് മണലിൽ കൂടുതൽ താഴ്ചയുണ്ടാക്കിയത്? മാസ് കൂടിയത്/ കുറഞ്ഞത്.

  തോക്കിൽനിന്നു പായുന്ന വെടിയുണ്ട വസ്തുക്കളിൽ തുളച്ചുകയറുമെന്ന് നമുക്കറിയാം. അങ്ങനെയെങ്കിൽ വസ്തുക്കളുടെ വേഗം അവ ഉളവാക്കുന്ന ആഘാതത്തെ സ്വാധീനിക്കുമോ?

ഒരേ ബോൾതന്നെ വ്യത്യസ്ത ഉയരങ്ങളിൽനിന്നു താഴേക്കിട്ടുകൊണ്ടു മുകളിൽ ചെയ്ത പരീക്ഷണം ആവർത്തിച്ചുനോക്കൂ.

- ഉയരം കൂടുമ്പോൾ മണലിൽ പതിക്കുന്ന ബോളിന്റെ പ്രവേഗത്തിന് എന്തു മാറ്റമാണുണ്ടായത്? കൂടുന്നു/കുറയുന്നു
- പ്രവേഗം കൂടുന്നതനുസരിച്ചു മണലിലുണ്ടാക്കിയ ആഘാതത്തിനു എന്തു മാറ്റമാണ് നിരീക്ഷിക്കുന്നത്? കൂടുന്നു/കുറയുന്നു

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ മാസും പ്രവേഗവും കൂടുമ്പോൾ അവയ്ക്ക് ഉളവാക്കാൻ കഴിയുന്ന ആഘാതവും കൂടുമെന്നു കണ്ടല്ലോ. ഈ സവിശേഷ ഗുണമാണ് ആക്കം.

ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ സവിശേഷഗുണമാണ് ആക്കം. ഇത് അളക്കുന്നത് വസ്തുവിന്റെ മാസിന്റെയും പ്രവേഗത്തിന്റെയും ഗുണിതമായാണ്.

ആക്കം ഒരു സദിശ അളവാണ്. ഇതു പ്രവേഗത്തിന്റെ ദിശയിലാണ് അനുഭവപ്പെടുന്നത്.

ആക്കം = മാസ് × പ്രവേഗം

ആക്കത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് എന്തായിരിക്കും? സമവാക്യത്തിൽ നിന്നു കണ്ടെത്താനാകുമോ?

ആക്കത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് = മാസിന്റെ യൂണിറ്റ് × പ്രവേഗത്തിന്റെ യൂണിറ്റ്

= .... × ....

= ....

- 1000 kg മാസുള്ള ഒരു കാർ 10 m/s പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ബ്രേക്കുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിച്ച് 5 s കൊണ്ട് അത് നിശ്ചലമാക്കുന്നു. എങ്കിൽ കാറിന്റെ ആദ്യ ആക്കം എത്ര? അന്ത്യ ആക്കം എത്ര?
- 200 g മാസുള്ള ഒരു ഹോക്കിബോൾ 10 m/s വേഗത്തിൽ ഹോക്കിസ്റ്റിക്കിൽ വന്നു തട്ടുന്നു. ഇത് അതേ വേഗത്തിൽ അതേ പാതയിൽത്തന്നെ തിരിച്ചു പോയാലുള്ള ആക്കവ്യത്യാസം കണക്കാക്കുക.
- ഭാരം നിറച്ച 12000 kg മാസുള്ള ലോറി 12 m/s പ്രവേഗത്തോടെ ചലിക്കുന്നു. 5 s നു ശേഷം പ്രവേഗം 10 m/s ആകുന്നു.

  a) ലോറിയുടെ ആദ്യ ആക്കമെത്ര? അന്ത്യ ആക്കമെത്ര?
  b) ആക്കവ്യത്യാസം എത്ര?
  c) ആക്കവ്യത്യാസനിരക്ക് എത്ര?

അമ്യൂസ്മെന്റ് പാർക്കുകളിലുള്ള റൈഡുകളിൽ വളരെ ഉയരത്തിൽനിന്ന് അതിവേഗത്തിൽ താഴേക്കു വരുന്ന കുട്ടികൾ തുടർന്ന് ഉയരങ്ങളിലേക്കു പോകുന്നതിന്റെ പിന്നിലെ ശാസ്ത്രതത്ത്വം ഇപ്പോൾ നിങ്ങൾക്ക് ബോധ്യമായല്ലോ. ചലിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ആക്കമാണ് ഇവിടെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്.

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലനനിയമം (Newton's Second law of motion)

ന്യൂട്ടന്റെ ഒന്നാം ചലനനിയമം ബലത്തെയും ജഡത്വത്തെയും നിർവചിക്കുന്നു. എന്നാൽ ബലത്തെ എങ്ങനെ അളക്കാൻ കഴിയും? ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലനനിയമമുപയോഗിച്ച് ബലത്തെ എങ്ങനെ അളക്കാമെന്നു നോക്കാം.

u പ്രവേഗത്തോടെ ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിൽ t സമയത്തേക്ക് F ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ അതിന്റെ പ്രവേഗം v ആയി മാറുന്നുവെങ്കിൽ ആക്കവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്ക് $m\frac{(v-u)}{t}$ ആയിരിക്കുമല്ലോ.

- ഇതേ വസ്തുവിൽ t സമയത്തേക്കു പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം വർധിപ്പിച്ചാൽ ആക്കവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്കിൽ എന്തു മാറ്റമാണ് ഉണ്ടാവുക? നിങ്ങളുടെ ഊഹം കുറിക്കൂ.

  -

- പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം കുറച്ചാലോ?

ആക്കവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്ക് പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലത്തിന് ആനുപാതികമായിരിക്കുമെന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ. ഇതാണ് **ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലനനിയമം.**

ഒരു വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന ആക്കവ്യത്യാസത്തിന്റെ നിരക്ക് ആ വസ്തുവിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന അസന്തുലിത ബാഹ്യബലത്തിന് നേർ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

അതായത് $F \propto \frac{m(v-u)}{t}$.

$F \propto ma$

ഈ ബന്ധത്തെ k എന്ന സ്ഥിരസംഖ്യ ഉപയോഗിച്ച് സമവാക്യമാക്കി മാറ്റാം.

$F = kma$

$k = 1$ ആയതിനാൽ

$F = 1 \times ma$

$F = ma$ എന്നു കിട്ടുന്നു.

ഇതാണ് ബലത്തിന്റെ അളവ് കണക്കാക്കുന്നതിനുള്ള സമവാക്യം.

ബ്രേക്ക് ചെയ്യുമ്പോഴുള്ള സുരക്ഷിതത്വം

ചലിക്കുന്ന വാഹനങ്ങൾക്കെല്ലാം ആക്കമുണ്ടല്ലോ. ഉയർന്ന ആക്കമുള്ള വാഹനങ്ങൾ പെട്ടെന്ന് ബ്രേക്ക് ഉപയോഗിച്ച് നിർത്തുന്നത് എളുപ്പമല്ല. കൃത്യതയോടുകൂടിയ ആധുനിക ബ്രേക്കിങ് രീതികൾ പോലും ഘർഷണം കുറഞ്ഞ, നിലവാരമില്ലാത്ത റോഡുകളിൽ പരാജയപ്പെടുന്നു. അമിതവേഗവും അശ്രദ്ധയും ദിനംപ്രതി എത്രയെത്ര അപകടങ്ങൾക്കിടയാക്കുന്നു! ഏറ്റവും സുരക്ഷിതമായ ബ്രേക്കിങ്ങിന് ചലിക്കുന്ന രണ്ടു വാഹനങ്ങൾക്കിടയിൽ കുറഞ്ഞത് 10 മീറ്റർ ദൂരമെങ്കിലും സൂക്ഷിക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. വാഹനങ്ങളുടെ വേഗത്തിനനുസരിച്ച് ഈ ദൂരം കൂടിയിരിക്കുന്നത് കൂടുതൽ സുരക്ഷിതത്വം നൽകും.

ബലത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് ന്യൂട്ടൺ.

1 kg മാസുള്ള വസ്തുവിന് 1 m/s^2 ത്വരണമുണ്ടാകാൻ ആവശ്യമായ ബലമാണ് 1 N.

$F = kma$ ആയതിനാൽ

$1 = k \times 1 \times 1$

$k = 1$

- 108 km/h വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു കാർ ബ്രേക്ക് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചപ്പോൾ 4 സെക്കന്റിനു ശേഷം നിശ്ചലമാകുന്നു. യാത്രക്കാർ ഉൾപ്പെടെയുള്ള കാറിന്റെ മാസ് 1000 kg ആണെങ്കിൽ, ബ്രേക്ക് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചപ്പോൾ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം എത്രയായിരിക്കും?

കാറിന്റെ ആദ്യ പ്രവേഗം $u = 108\ km/h = 108\times\frac{1000}{60\times60}$

$$= 108\times\frac{5}{18} = 30\ m/s.$$

അന്ത്യ പ്രവേഗം $v = 0$

മാസ് $m = 1000\ kg$

സമയം $t = 4\ s$

രണ്ടാം ചലനനിയമപ്രകാരം

$$F = ma$$

$$F = m\frac{(v-u)}{t} = \frac{1000(0-30)}{4}$$

$$= -7500\ N$$

നെഗറ്റീവ് സംഖ്യ ബ്രേക്ക് ഉളവാക്കിയ ബലം ചലനദിശയ്ക്ക് എതിർദിശയിലാണെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

- 5 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിൽ 2 s സമയത്തേക്ക് തുടർച്ചയായി ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ വേഗം 3 m/s ൽ നിന്ന് 7 m/s ആയി കൂടുന്നു. അങ്ങനെയെങ്കിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ട ബലം കണക്കാക്കുക. ബലം പ്രയോഗിച്ച സമയം 5 s ആയി ദീർഘിപ്പിച്ചാൽ, വസ്തുവിന്റെ അപ്പോഴുള്ള പ്രവേഗം എത്രയായിരിക്കും?

$u = 3\ m/s$

$v = 7\ m/s$

$t = 2\ s$

$m = 5\ kg$

രണ്ടാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച്

$F = ma$

$$= \frac{m(v-u)}{t}$$

$$= \frac{5(7-3)}{2} = 10\ N$$

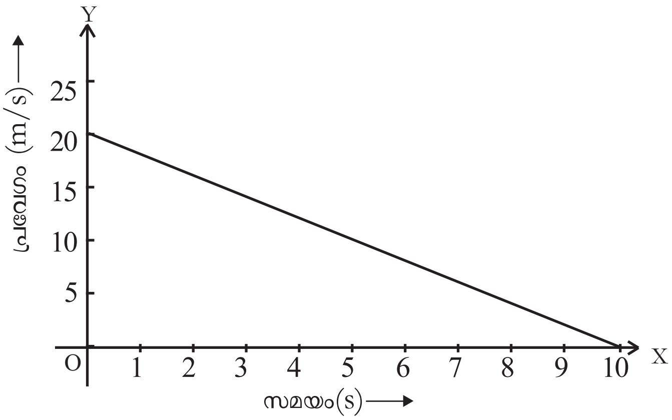
വസ്തുവിന്റെ ത്വരണം $a = \frac{F}{m} = \frac{10}{5} = 2\ m/s^2$

തന്നിരിക്കുന്ന വിലകൾ v = u + at എന്ന ചലനസമവാക്യത്തിൽ ആരോപിച്ചാൽ, ബലം പ്രയോഗിച്ച സമയം 5 s ആയി ദീർഘിപ്പിക്കുമ്പോഴുള്ള പ്രവേഗം കണ്ടെത്താം.

$v = 3 + (2 \times 5)$

$= 13$ m/s

- നീളമുള്ള ഒരു മേശയുടെ മുകളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന 20 g മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗ-സമയ ഗ്രാഫ് താഴെ തന്നിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.13

വസ്തുവിൽ അനുഭവപ്പെട്ട ഘർഷണബലം എത്ര?

ഗ്രാഫിൽനിന്ന് ആദ്യ പ്രവേഗം u = 20 m/s

അന്ത്യ പ്രവേഗം v = 0 m/s

$$t = 10\ s \quad m = 20\ g = \frac{20}{1000} kg$$

F = ma

$$= m\frac{(v-u)}{t}$$

$$= \frac{20}{1000} \times \frac{(0-20)}{10}$$

= -0.04 N

നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം, വസ്തു ചലിക്കുന്ന ദിശയ്ക്ക് എതിർദിശയിൽ ഘർഷണബലം അനുഭവപ്പെടുന്നുവെന്നു കാണിക്കുന്നു.

- രണ്ടു വസ്തുക്കളുടെ മാസ് യഥാക്രമം m_1, m_2 എന്നിങ്ങനെയാണ്. 5 N ബലം ഓരോ വസ്തുവിലും പ്രയോഗിച്ചപ്പോൾ m_1 ന് 10 m/s^2 ഉം m_2 ന് 20 m/s^2 ഉം ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നുവെങ്കിൽ രണ്ടു വസ്തുക്കളും ഒരുമിച്ച് ബന്ധിപ്പിച്ച ശേഷം ഇതേ ബലം പ്രയോഗിച്ചാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ത്വരണം കണക്കാക്കുക.

ആവേഗം (Impulse)

ചെറിയ ഒരു സമയത്തേക്കു പ്രയോഗിക്കുന്ന വലിയ ബലമാണ് ആവേഗബലം. ബലത്തിന്റെയും സമയത്തിന്റെയും ഗുണനഫലമാണ് ബലത്തിന്റെ ആവേഗം.

ആവേഗം = ബലം x സമയം

ഇതിന്റെ യൂണിറ്റ് എന്തായിരിക്കും?

ബലം പ്രയോഗിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ മാസും പ്രവേഗമാറ്റവും സമയവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം രണ്ടാം ചലനനിയമപ്രകാരം ഗണിതരൂപത്തിൽ എഴുതിനോക്കൂ.

$$F = m\frac{(v-u)}{t}$$

ആവേഗം = $F \times t$ ആണല്ലോ. ഇതിൽ മുകളിലത്തെ സമവാക്യം ആരോപിച്ചാൽ

$$= m\frac{(v-u)}{t} \times t$$

$$= m\,(v-u)$$

$$= mv - mu$$

(mv-mu) എന്നത് ആക്കവ്യത്യാസമല്ലേ? ഇത് ആവേഗ ആക്കതത്ത്വം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. അതായത്, ഒരു വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന ആക്കവ്യത്യാസം അതിൽ അനുഭവപ്പെട്ട ആവേഗത്തിന് തുല്യമായിരിക്കും.

ഒരേ ആക്കവ്യത്യാസം വരുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ ബലവും സമയവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം എപ്രകാരമായിരിക്കും? ഇവിടെ ആക്കവ്യത്യാസം ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യയല്ലേ?

	ആവേഗം	= ആക്കവ്യത്യാസം
	ബലം x സമയം	= ആക്കവ്യത്യാസം
അതായത്,	$F \times t$	= ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യ

$$F \propto \frac{1}{t}$$

ആക്കവ്യത്യാസം സ്ഥിരമായിരുന്നാൽ, വസ്തുവിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലം അത് പ്രയോഗിക്കാനെടുക്കുന്ന സമയത്തിന് വിപരീതാനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

താഴെ കൊടുത്ത സന്ദർഭങ്ങളെ ബലവും സമയവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി വിശദീകരിക്കൂ.

ചിത്രം 3.14

- ക്രിക്കറ്റ് ബോൾ പിടിക്കുമ്പോൾ കൈ പിറകോട്ടു വലിച്ചു ബോളും കൈയും സമ്പർക്കത്തിൽ വരുന്ന സമയം ദീർഘിപ്പിക്കുന്നു.
- പോൾവാൾട്ട് ചാടുമ്പോൾ ഫോംബെഡിൽ വീഴുന്നതുമൂലം ആഘാതം കുറയുന്നു.
- ഗ്ലാസ്പാത്രങ്ങൾ അടുക്കിവച്ച പാക്കറ്റുകളിൽ സ്പോഞ്ച്, വൈക്കോൽ മുതലായവ നിറയ്ക്കുന്നു. പാത്രങ്ങൾ കൂട്ടിമുട്ടി പൊട്ടുന്നത് ഒഴിവാക്കാൻ ഇത് സഹായിക്കുന്നു.
- ഒരു അഭ്യാസി കൈകൊണ്ട് വളരെ വേഗത്തിൽ വീശി കടുപ്പമുള്ള ഇഷ്ടികകൾ തകർക്കുന്നു.

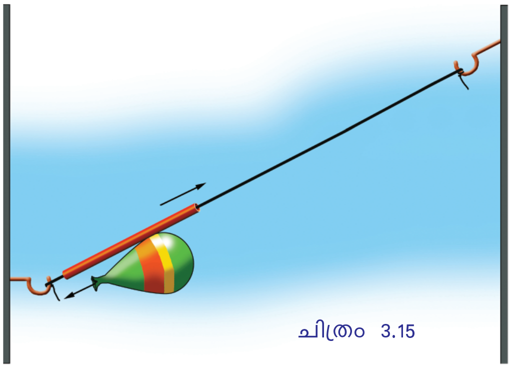
ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമം

5HQ793

കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹവിക്ഷേപണത്തിനായി നാം റോക്കറ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ ഒരു റോക്കറ്റ് മുകളിലേക്കു കുതിക്കുന്നതിനു കാരണമായ ബലം എന്തായിരിക്കും? നമുക്ക് ഒരു ബലൂൺ റോക്കറ്റ് നിർമിച്ചു നോക്കാം.

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ഒരു സ്ട്രോയിലൂടെ നീളമുള്ള ഒരു ചരട് കടത്തി ക്ലാസ്മുറിയുടെ രണ്ടു ജനാലകളിലായി കെട്ടിവയ്ക്കുക. ഊതിവീർപ്പിച്ച ഒരു ബലൂൺ, സ്ട്രോയിൽ ഒട്ടിച്ചുവയ്ക്കുക.

- ബലൂൺ കാറ്റഴിച്ചു വിടുക. എന്തു നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്നു?
- ബലൂണിന്റെ ഉൾവശത്തുനിന്നു വായു പുറത്തു പോകുന്നതിന്റെ എതിർദിശയിലല്ലേ അതിന്റെ ചലനം?
- അപ്പോൾ വായു ശക്തിയായി പുറത്തുപോകുമ്പോൾ ഉളവാകുന്ന ബലമല്ലേ ഇതിനു കാരണം? ഈ ബലത്തെ പ്രവർത്തനമായി കണക്കാക്കിയാൽ ബലൂണിനെ മുന്നോട്ടേക്ക് ചലിപ്പിക്കുന്ന ബലത്തെ പ്രതിപ്രവർത്തനമായി പരിഗണിക്കാം.



ചിത്രം 3.15

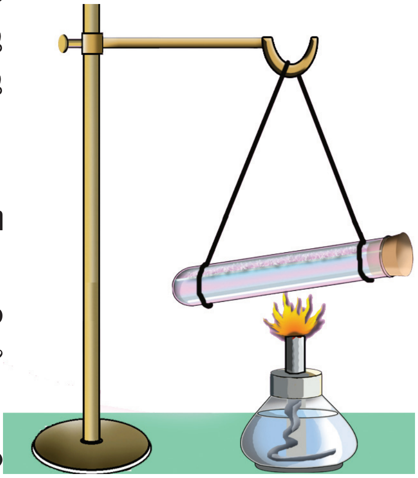
മറ്റൊരു പരീക്ഷണം ചെയ്യാം.

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ബോയ്‌ലിങ് ട്യൂബിൽ കുറച്ച് ജലം നിറച്ച് കോർക്ക്കൊണ്ട് അടയ്ക്കുക. ഇത് ഒരു സ്റ്റാന്റിൽ തൂക്കിയിടുക. ബോയ്‌ലിങ് ട്യൂബ് സാവധാനം ചൂടാക്കുക. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

- -

- ജലം തിളച്ചുണ്ടാകുന്ന നീരാവി കോർക്കിൽ ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നതുമൂലമല്ലേ ഇതു സംഭവിക്കുന്നത്?
- നീരാവി പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം മൂലം കോർക്ക് തെറിച്ചുപോകുന്നതാണ് പ്രവർത്തനം എങ്കിൽ എന്താണ് പ്രതിപ്രവർത്തനം?

- -

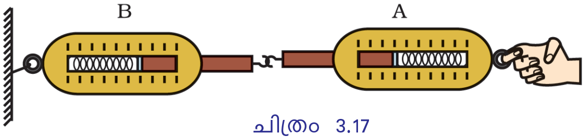


ചിത്രം 3.16

നിങ്ങൾ തറയിലൂടെ നടക്കുമ്പോഴുള്ള പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും ഒന്നെഴുതിനോക്കൂ.

റോക്കറ്റിന്റെ അറകളിൽ നിന്ന് ഉന്നതമർദ്ദത്തിലുള്ള വാതകം പുറത്തേക്കു പോകുന്ന പ്രവർത്തനത്തിന്റെ പ്രതിപ്രവർത്തനഫലമായാണ് റോക്കറ്റ് കുതിക്കുന്നത്.

- പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും തുല്യവും വിപരീതവുമാണോ?



ചിത്രം 3.17

ഭാരം അളക്കുന്നതിനുള്ള രണ്ടു ഡിജിറ്റൽ ബാലൻസുകൾ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ബന്ധിപ്പിക്കുക (സ്പ്രിങ് ബാലൻസുകൾ ഉപയോഗിച്ചാലും മതി). B എന്ന ബാലൻസിന്റെ ഒരു ഭാഗം ദൃഢമായി ഉറപ്പിച്ചശേഷം A എന്ന ബാലൻസിന്റെ സ്വതന്ത്ര അഗ്രത്തിൽ 50N ബലം പ്രയോഗിക്കുക. നിങ്ങൾ എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

- B എന്ന ബാലൻസിന്റെ റീഡിങ് എത്രയാണ്?
- പ്രയോഗിച്ച ബലം പ്രവർത്തനമെങ്കിൽ പ്രതിപ്രവർത്തനം ഏതാണ്?
- പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും എത്രയാണ്?

ഇവിടെ പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും തുല്യമാണെന്നു കണ്ടുവല്ലോ.

"ഏതൊരു പ്രവർത്തനത്തിനും തുല്യവും വിപരീതവുമായ ഒരു പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉണ്ടായിരിക്കും". ഇതാണ് ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമം.

താഴെ പറയുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ പരിശോധിച്ച് പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കുക.

സന്ദർഭം	പ്രവർത്തനം	പ്രതിപ്രവർത്തനം
• ജലോപരിതലത്തിലുള്ള തോണിയിൽനിന്ന് ഒരാൾ കരയിലേക്കു ചാടുന്നു.	ആൾ തോണിയിലേക്കു പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലത്തിന്റെ ഫലമായി തോണി പിറകോട്ടു നീങ്ങുന്നു.	തോണി ആളിലേക്ക് പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലത്തിന്റെ ഫലമായി ആൾ മുന്നോട്ടു ചലിക്കുന്നു.
• തോക്കിൽനിന്നു വെടിയുണ്ട പായുന്നു.		
• തോണി തുഴയുന്നു.		

പട്ടിക 3.3

പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും

പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും ഒരേസമയം വ്യത്യസ്ത വസ്തുക്കളിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലങ്ങളാണ്. ഇവ തമ്മിൽ തീരെ സമയവ്യത്യാസമില്ല എന്നതുകൊണ്ടുതന്നെ, പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായാണ് പ്രതിപ്രവർത്തനം ഉളവാകുന്നത് എന്നു പറയാൻ കഴിയില്ല. അതായത്, രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ ബലം അനുഭവപ്പെടുമ്പോൾ അവയിൽ ഏതെങ്കിലുമൊരു ബലം പ്രവർത്തനമായും ഇതിനു വിപരീത ദിശയിൽ രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിൽ ഉളവാകുന്ന ബലം പ്രതിപ്രവർത്തനമായും പരിഗണിക്കാവുന്നതാണ്.

ഐസിനു മുകളിൽനിന്ന് വണ്ടി തള്ളിയാൽ നീങ്ങാറില്ല. എന്തായിരിക്കും കാരണം? ഐസിൽനിന്ന് പ്രതിപ്രവർത്തനം ലഭിക്കാത്തതുകൊണ്ടാണിത്. ചെളിയിൽനിന്ന് വസ്തുക്കളെ തള്ളിനീക്കാൻ ശ്രമിച്ചാലും ഇതുതന്നെയായിരിക്കും ഫലം. ഏതു പ്രവർത്തനം നടക്കണമെങ്കിലും പ്രതിപ്രവർത്തനം പ്രയോഗിക്കുന്ന ഒരു ബാഹ്യവസ്തു ഉണ്ടായിരിക്കണം. തോണിയിൽനിന്ന് കരയിലേക്കു ചാടുമ്പോൾ ചാടാനുള്ള ബാഹ്യബലം തോണിയിൽനിന്നാണ് ലഭിക്കുന്നത്. അതായത് തോണിയെ പിറകോട്ടു തള്ളുന്നത് പ്രവർത്തനവും തോണി പ്രയോഗിക്കുന്നത് പ്രതിപ്രവർത്തനവുമാണ്. ഇവ വിപരീതദിശയിലാണെങ്കിലും പരിമാണത്തിൽ തുല്യമാണ്.

F_{12} എന്നത് ഒന്നാമത്തെ വസ്തുവിൽ രണ്ടാമത്തെ വസ്തു പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലമാണ്. F_{21} എന്നത് രണ്ടാമത്തെ വസ്തുവിൽ ഒന്നാമത്തെ വസ്തു പ്രയോഗിക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ്.

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച് $F_{12} = -F_{21}$

പട്ടിക 3.3 ൽ നൽകിയ ഓരോ പ്രവർത്തനത്തിനും പ്രതിപ്രവർത്തനം പ്രദാനം ചെയ്ത വസ്തു ഏതെന്നു കണ്ടെത്തി എഴുതുക.

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച് പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും തുല്യവും വിപരീതവുമാണെങ്കിലും അവ പരസ്പരം ഇല്ലാതാക്കപ്പെടുന്നുണ്ടോ? എന്തുകൊണ്ടാണിത്?

പട്ടിക 3.3 പരിശോധിക്കൂ. ഒന്നാമത്തെ സന്ദർഭത്തിൽ പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നത് ഏതു വസ്തുവിലാണ്? പ്രതിപ്രവർത്തനമോ?

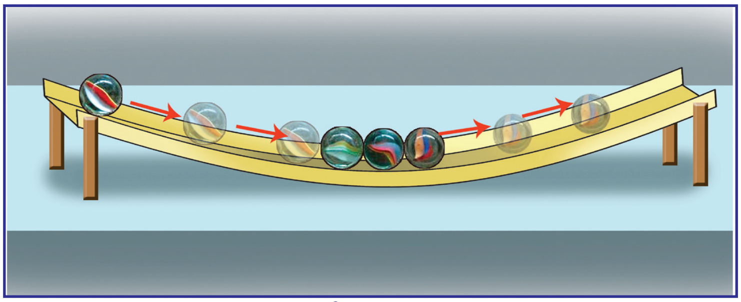
- -

മറ്റു സന്ദർഭങ്ങളും പരിശോധിച്ചുനോക്കൂ.

പ്രവർത്തനവും പ്രതിപ്രവർത്തനവും വ്യത്യസ്ത വസ്തുക്കളിലാണ് അനുഭവപ്പെടുന്നത് എന്നതിനാൽ അവ പരസ്പരം റദ്ദാക്കപ്പെടുന്നില്ല.

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച് പ്രവർത്തന-പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങൾ തുല്യവും വിപരീതവുമാണല്ലോ. എങ്കിൽ ഒരു ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിൽ വ്യൂഹത്തിന്റെ ആകെ ആക്കത്തിൽ മാറ്റമുണ്ടാകുന്നുണ്ടോ? നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം.

ആക്കസംരക്ഷണനിയമം
(Law of conservation of momentum)



ചിത്രം 3.18

5HZ3AQ

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ 1½ m നീളമുള്ള ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് ചാനലിനെ (വയറിങ്ങിന് ഉപയോഗിക്കുന്നതരം) ഉറപ്പിക്കുക. നാലു ഗോലികൾ ഉപയോഗിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചെയ്തുനോക്കൂ.

- ഒന്നാമത്തെ ഗോലിയെ അൽപ്പം പിറകിലേക്കു മാറ്റി മുന്നോട്ട് ഉരുട്ടിവിടുക. എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

  -

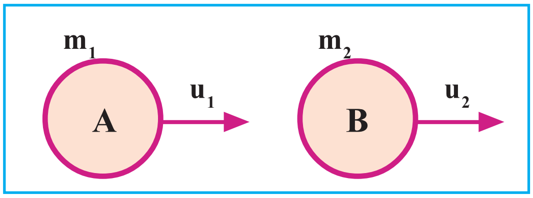
- രണ്ടു ഗോലികൾ ചേർത്തുവച്ച് ഉരുട്ടിവിടുക. എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

  -

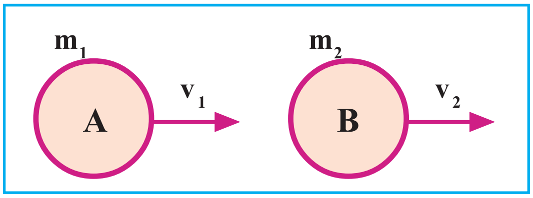
ഇതിൽനിന്ന് എന്തു നിഗമനത്തിലാണ് നാം എത്തിച്ചേരുന്നത്?

ഒരു വസ്തുവിൽ മറ്റൊരു വസ്തു ഇടിക്കുമ്പോൾ വസ്തുക്കളുടെ ആകെ ആക്കം മാറ്റമില്ലാതെ തുടരും. ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി നമുക്ക്

ഇത് ശരിയാണോയെന്ന് പരിശോധിക്കാം. സമാന വലുപ്പമുള്ളതും m_1, m_2 എന്നിങ്ങനെ വ്യത്യസ്ത മാസുള്ളതുമായ A, B എന്നീ രണ്ടു വസ്തുക്കൾ u_1, u_2 പ്രവേഗത്തോടെ ഒരേ ദിശയിൽ നേർരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്ന് കരുതുക (ചിത്രം 3.18). A യുടെ പ്രവേഗം കൂടുതലെങ്കിൽ B എന്ന വസ്തുവിൽ ഇടിക്കുമല്ലോ. ഇടിച്ചതിനുശേഷം ഇവയുടെ പ്രവേഗം യഥാക്രമം v_1, v_2 എന്നിങ്ങനെ മാറ്റപ്പെടുന്നുവെങ്കിൽ വ്യൂഹത്തിന്റെ ആകെ ആക്കം കണ്ടെത്തി നോക്കാം.



ഇടിക്കുന്നതിനുമുമ്പ്
ചിത്രം 3.19 (a)



ഇടിച്ചതിനുശേഷം
ചിത്രം 3.19 (b)

ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച്

$F_{12} = -F_{21}$ ആയിരിക്കും.

ഇടിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് ആകെ ആക്കം $= m_1u_1 + m_2u_2$ ഉം

ഇടിച്ചതിനു ശേഷം ആകെ ആക്കം $= m_1v_1 + m_2v_2$ ഉം ആയിരിക്കുമല്ലോ.

ഇടിക്കുമ്പോൾ രണ്ടു വസ്തുക്കളിലും പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന ബലം രണ്ടാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കാം.

- A യുടെ ആദ്യ ആക്കമെത്ര?

- A യുടെ അന്ത്യ ആക്കമെത്ര?

- A യുടെ ആക്കവ്യത്യാസം എത്ര?

- A യുടെ ആക്കവ്യത്യാസനിരക്ക് (സമയം t എങ്കിൽ)

  $= \frac{m_1v_1 - m_1u_1}{t}$

എങ്കിൽ ഇവ B യ്ക്ക് എപ്രകാരം എന്നു കണ്ടുപിടിക്കൂ.

- B യുടെ ആദ്യ ആക്കം ....
- B യുടെ അന്ത്യ ആക്കം ....
- B യുടെ ആക്കവ്യത്യാസം ....
- B യുടെ ആക്കവ്യത്യാസനിരക്ക് ....

രണ്ടാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച്, ആക്കവ്യത്യാസനിരക്ക് ബാഹ്യബലത്തിന് നേർ അനുപാതത്തിലാണല്ലോ. അതിനാൽ A യിൽ B പ്രയോഗിച്ച ബലവും (F_{AB}) B യിൽ A പ്രയോഗിച്ച ബലവും (F_{BA}) എങ്ങനെ കണ്ടെത്താം?

$$F_{AB} = \frac{m_1v_1 - m_1u_1}{t}$$

$$F_{BA} = \frac{m_2v_2 - m_2u_2}{t}$$

മൂന്നാം ചലനനിയമമനുസരിച്ച്

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

$$\frac{m_1v_1 - m_1u_1}{t} = -\left(\frac{m_2v_2 - m_2u_2}{t}\right)$$

$$m_1v_1 - m_1u_1 = -(m_2v_2 - m_2u_2)$$

$$m_1v_1 - m_1u_1 = -m_2v_2 + m_2u_2$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

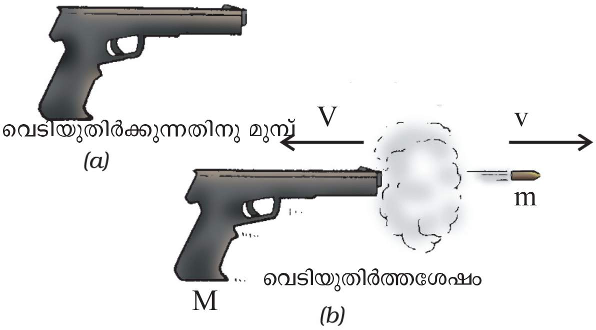
അതായത് ഇടിച്ചതിനു ശേഷമുള്ള ആകെ ആക്കവും ഇടിക്കുന്നതിനു മുമ്പുള്ള ആകെ ആക്കവും തുല്യമാണെന്നു കണ്ടല്ലോ.

ഒന്നാമത്തെ ഗോലി രണ്ടാമത്തേതിനു കൊടുക്കുന്ന ബലവും രണ്ടാമത്തേത് ഒന്നാമത്തേതിന് തിരിച്ചുകൊടുക്കുന്ന ബലവും ഈ വ്യൂഹത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ആന്തരികബലമാണ് എന്ന് ഓർക്കുമല്ലോ.

ഒരു ബാഹ്യബലമില്ലെങ്കിൽ ഒരു വ്യൂഹത്തിന്റെ ആകെ ആക്കം സ്ഥിരമായിരിക്കും. ഇതാണ് ആക്കസംരക്ഷണനിയമം.

- M മാസുള്ള ഒരു തോക്കിൽ നിന്ന് v പ്രവേഗമുള്ള ഒരു വെടിയുണ്ട പുറത്തേക്ക് പായുന്നു. വെടിയുണ്ടയുടെ മാസ് m ആണെങ്കിൽ തോക്ക് പിറകോട്ടു തെറിക്കുന്ന പ്രവേഗം എത്രയായിരിക്കും?

  ആക്കസംരക്ഷണനിയമമനുസരിച്ച് ബാഹ്യബലം പ്രയോഗിക്കപ്പെടാത്തതിനാൽ വെടിയുതിർക്കുന്നതിനു മുമ്പുള്ള വെടിയുണ്ട ഉൾപ്പെടെയുള്ള തോക്കിന്റെ ആകെ ആക്കവും അതിനു ശേഷമുള്ള ആകെ ആക്കവും തുല്യമായിരിക്കുമല്ലോ.



ചിത്രം 3.20

വെടിയുതിർക്കുന്നതിനു മുമ്പുള്ള ആകെ ആക്കം $= 0 + 0 = 0$

വെടിയുതിർത്തിനുശേഷമുള്ള ആകെ ആക്കം $= MV + mv$

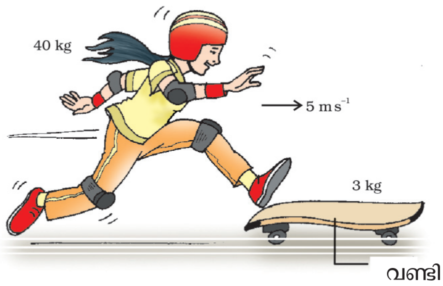
ആക്കസംരക്ഷണനിയമം ആരോപിക്കുമ്പോൾ

$$0 = MV + mv$$

$$MV = -mv$$

$$V = \frac{-mv}{M}$$

തോക്ക് പിറകോട്ടു തെറിക്കുന്ന പ്രവേഗം $V = \frac{-mv}{M}$ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം, ബുള്ളറ്റ് പോകുന്ന ദിശയ്ക്ക് എതിരെ തോക്ക് ചലിക്കുന്നു എന്നു കാണിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.21

- ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ തിരശ്ചീനമായ ഒരു പ്രതലത്തിലൂടെ 5 m/s പ്രവേഗത്തിൽ ഓടുന്ന 40 kg മാസുള്ള ഒരു കുട്ടി നിശ്ചലമായ 3 kg മാസുള്ള ഒരു വണ്ടിയിലേക്ക് ചാടിക്കയറുന്നു എന്നു കരുതുക. തിരശ്ചീനദിശയിൽ മറ്റു ബലങ്ങൾ ഒന്നുംതന്നെ അനുഭവപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിൽ (വണ്ടിയുടെ ചക്രങ്ങളിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ഘർഷണബലം പൂജ്യമായി പരിഗണിക്കുക) വണ്ടി തെന്നിനീങ്ങുമ്പോഴുള്ള പ്രവേഗം കണക്കാക്കുക.

വണ്ടി തെന്നിനീങ്ങുമ്പോഴുള്ള പ്രവേഗം u ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. കുട്ടി വണ്ടിയിലേക്ക് ചാടുന്നതിനു മുമ്പുള്ള കുട്ടിയുടെയും വണ്ടിയുടെയും ആകെ ആക്കം

$= 40 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s} + 3 \text{ kg} \times 0 \text{ m/s}$
$= 200 \text{ kg m/s}.$

വണ്ടി തെന്നിനീങ്ങുമ്പോഴുള്ള ആകെ ആക്കം

$= (40 + 3) \text{ kg} \times u \text{ m/s}$
$= 43 \times u \text{ kg m/s}.$

ആക്കസംരക്ഷണനിയമമനുസരിച്ച്, ആകെ ആക്കം തുല്യമായിരിക്കുമല്ലോ.

$$43\,u = 200$$

$$u = \frac{200}{43} = +4.65 \text{ m/s}$$

അതായത്, കുട്ടിയും വണ്ടിയും കൂടി 4.65 m/s പ്രവേഗത്തിൽ ആദ്യം സഞ്ചരിച്ചിരുന്ന അതേ ദിശയിൽത്തന്നെ സഞ്ചരിക്കും.

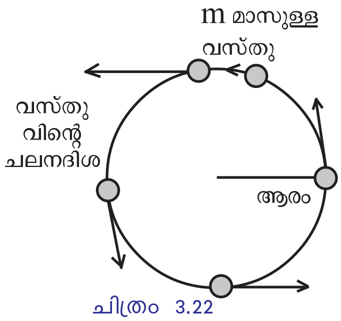
നേർരേഖാചലനത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള ധാരാളം വസ്തുതകൾ നിങ്ങൾ മുമ്പ് മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടുകളിൽ നടക്കുന്ന ചലനങ്ങൾ എല്ലാം നേർരേഖാചലനങ്ങളാണോ? എഴുതിനോക്കൂ.

- ക്ലോക്കിന്റെ പെൻഡുലത്തിന്റെ ചലനം.
- സോഡിയം വെള്ളത്തിനു മുകളിലൂടെ ചലിക്കുന്നത്.
- സൂര്യനുചുറ്റും ഗ്രഹങ്ങളുടെ ചലനം.
- കല്ല് ചരടിൽ കെട്ടി കറക്കുന്നത്.

കല്ല് ചരടിൽ കെട്ടി കറക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ചലനം ഏതു തരം ചലനമാണ്?

- നേർരേഖാപാതയിൽ/വൃത്തപാതയിൽ

വർത്തുളചലനം (Circular motion)



ചിത്രം 3.22

ചിത്രം ശ്രദ്ധിക്കൂ. ഒരു വസ്തുവിന്റെ വൃത്തപാതയിലൂടെയുള്ള ചലനമാണ് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്.

ഒരു വസ്തുവിന്റെ വൃത്തപാതയിലൂടെയുള്ള ചലനമാണ് വർത്തുള ചലനം.

- സമവേഗത്തിൽ വർത്തുളപാതയിൽ ചലിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രവേഗം മാറുന്നുണ്ടോ?
- ഈ പ്രവേഗമാറ്റം എങ്ങനെയുണ്ടാകുന്നു?

വേഗത്തിലെ മാറ്റംമൂലം/ദിശയിലെ മാറ്റംമൂലം/വേഗത്തിലും ദിശയിലും ഉള്ള മാറ്റംമൂലം.

5I8YCD

പ്രവേഗമാറ്റംമൂലം വസ്തുവിന് ത്വരണമുണ്ടാകുമല്ലോ. ഇങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന ത്വരണത്തിന്റെ ദിശ എപ്രകാരമായിരിക്കും?

നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം.

ഒരു കല്ല് ചരടിൽ കെട്ടി കറക്കൂ. കല്ല് ചലിക്കുമ്പോൾ വർത്തുളചലനത്തിനാവശ്യമായ ബലം എവിടെനിന്നു ലഭിക്കുന്നു? ബലത്തിന്റെ ദിശ എങ്ങോട്ടായിരിക്കും?

വൃത്തകേന്ദ്രത്തിൽനിന്ന് നാം പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലം ചരടിലൂടെ വസ്തുവിൽ അനുഭവപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ഈ ബലം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ത്വരണവും ചരടിലൂടെ വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലേക്കായിരിക്കുമല്ലോ.

വർത്തുളചലനത്തിലുള്ള വസ്തുവിന് ആരത്തിലൂടെ വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്ന ത്വരണമാണ് അഭികേന്ദ്രത്വരണം (Centripetal acceleration). ഒരു വസ്തുവിൽ അഭികേന്ദ്രത്വരണം ഉണ്ടാക്കാൻ ആവശ്യമായ ബലമാണ് അഭികേന്ദ്രബലം (Centripetal force). അഭികേന്ദ്രബലവും അഭികേന്ദ്രത്വരണവും അനുഭവപ്പെടുന്നത് വൃത്തകേന്ദ്രത്തിലേക്കായിരിക്കും.

m മാസുള്ള ഒരു വസ്തു v പ്രവേഗത്തിൽ r ആരമുള്ള വൃത്തപാതയിൽ വർത്തുളചലനം നടത്തിയാൽ

അഭികേന്ദ്രബലം $(F_c) = \frac{mv^2}{r}$ ആയിരിക്കും.

കല്ലിനെ വർത്തുളചലനത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ ചരടിലൂടെ കൈ നൽകുന്ന ബലമാണല്ലോ അഭികേന്ദ്രബലമായിത്തീരുന്നത്.

- വർത്തുളചലനത്തിൽ അഭികേന്ദ്രബലം നഷ്ടമായാൽ വസ്തുവിന് എന്തു സംഭവിക്കും? കല്ല് വർത്തുളപാതയിൽ കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ചരട് വിട്ടു നോക്കൂ. എന്തു സംഭവിക്കുന്നു?

വൃത്തപാതയിൽ കല്ല് ഏതു ബിന്ദുവിലെത്തുമ്പോഴാണോ നാം കൈവിടുന്നത്, ആ ബിന്ദുവിലെ തൊടുവരയിൽ കൂടി കല്ല് തെറിച്ചുപോകും.

ചിത്രം 3.23

ഹാമർത്രോയിൽ ഹാമർ എറിയും മുമ്പ് വൃത്തപാതയിൽ ചുഴറ്റുന്നത് എന്തിനായിരിക്കും? സയൻസ് ഡയറിയിൽ കുറിക്കൂ.

അമ്യൂസ്മെന്റ് പാർക്കുകളിലെ ജയന്റ്‌വീലിന്റെ ചലനം ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടില്ലേ?

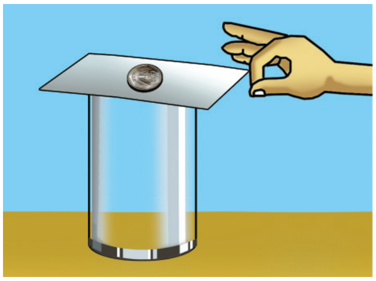
ചലനം തുടങ്ങുമ്പോഴും നിർത്തുമ്പോഴും ഒഴികെ മറ്റു സമയങ്ങളിൽ അതിനുള്ളത് സമവേഗമായിരിക്കുമല്ലോ.

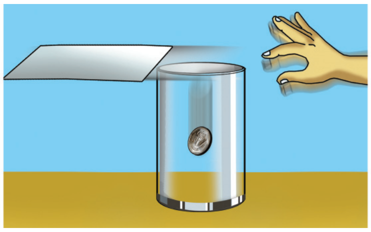
വൃത്തപാതയിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു തുല്യസമയം കൊണ്ട് തുല്യദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അത് സമവർത്തുളചലനമാണ്.

ഉദാ: പെന്റുലം ക്ലോക്കിലെ സെക്കന്റ് സൂചിയുടെ അഗ്രത്തിന്റെ ചലനം.

സമവർത്തുളചലനത്തിന് കൂടുതൽ ഉദാഹരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തി സയൻസ് ഡയറിയിൽ കുറിക്കൂ.

വിലയിരുത്താം





1. ചിത്രം ശ്രദ്ധിച്ചല്ലോ. ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരമെഴുതുക.
   a) കാർഡ് പെട്ടെന്നു തെറിപ്പിക്കുമ്പോൾ നാണയത്തുട്ടിന് എന്തു സംഭവിക്കുന്നു? ഇങ്ങനെ സംഭവിച്ചത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കുമെന്ന് വിശദമാക്കുക.
   b) ഏതു നിയമവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സവിശേഷതയാണ് ഇത്?
   c) ഈ സവിശേഷതയ്ക്ക് വസ്തുവിന്റെ മാസുമായുള്ള ബന്ധമെന്ത്?
2. മേശപ്പുറത്ത് നിശ്ചലാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു പുസ്തകത്തിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്ന സന്തുലിതബലങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?
3. കാർപെറ്റിൽനിന്നു പൊടി നീക്കം ചെയ്യുന്നതിന് കാർപെറ്റ് തൂക്കിയിട്ടശേഷം വടികൊണ്ട് തട്ടുന്നു. ഇതിനു പിന്നിലെ ശാസ്ത്രതത്ത്വം എന്ത്?
4. ഒരേ പ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന കാറിനോ ബസ്സിനോ, ഏതിനായിരിക്കും ആക്കം കൂടുതൽ? എന്തുകൊണ്ട്?
5. ഒരു റോക്കറ്റ് മുകളിലേക്കു കുതിക്കുന്നതിനു സഹായകമായ ബലം ന്യൂട്ടന്റെ മൂന്നാം ചലനനിയമം അനുസരിച്ച് വിശദീകരിക്കുക.
6. ഒരു കാർ 15 m/s പ്രവേഗത്തോടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. കാറിന്റെയും യാത്രക്കാരന്റെയും കൂടി ആകെ മാസ് 1000 kg ആണ്. ആക്കം കാണുക.
7. കാരണം കണ്ടെത്തുക.
   a) തോക്കിൽനിന്നു വെടിയുണ്ട പായുമ്പോൾ തോക്ക് പിറകോട്ടു ചലിക്കുന്നു.
   b) നിർത്തിയിട്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ബസ് പെട്ടെന്നു മുന്നോട്ടുനീങ്ങുമ്പോൾ ബസ്സിൽ നിൽക്കുന്ന യാത്രക്കാർ പിറകോട്ടു മറിയുന്നു.
   c) പായൽ നിറഞ്ഞ പ്രതലത്തിലൂടെ നടക്കുമ്പോൾ തെന്നിവീഴുന്നു.

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. നിശ്ചലജഡത്വം തെളിയിക്കുന്നതിന് ഒരു പരീക്ഷണം തയാറാക്കി അവതരിപ്പിക്കുക.
2. ആക്കസംരക്ഷണനിയമം വിശദീകരിക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ നിത്യജീവിതത്തിൽനിന്നു കണ്ടെത്തി കുറിക്കുക.
3. വാഹനങ്ങളുടെ അമിതവേഗം മൂലമുണ്ടാകുന്ന അപകടങ്ങളെക്കുറിച്ച് ബോധവൽക്കരിക്കുന്ന ഒരു പോസ്റ്റർ തയാറാക്കുക.

4

ഗുരുത്വാകർഷണം

ചിത്രത്തിലെ കുട്ടിക്കുണ്ടായ സംശയം നിങ്ങൾക്കുമുണ്ടായിട്ടില്ലേ? അതിനുത്തരം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കാം.

ഒരു ചെറിയ കല്ല് ഉയർത്തിപ്പിടിച്ച ശേഷം കൈവിട്ടു നോക്കൂ.

എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

- കല്ല് താഴേക്കു പതിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കാം?

ഇനി നമുക്ക് കല്ല് മുകളിലേക്കെറിഞ്ഞു നോക്കാം.

- മുകളിലേക്കെറിഞ്ഞ കല്ല് ഉയർന്നു പോകുമ്പോൾ അതിന്റെ വേഗത്തിൽ എന്തു മാറ്റമുണ്ടാകും?
- കല്ല് താഴേക്കു പതിക്കുമ്പോഴോ?
- കല്ല് താഴേക്കു പതിക്കാൻ നിങ്ങൾ കല്ലിൽ ബലം പ്രയോഗിച്ചോ?

നിവർന്നും തലതിരിഞ്ഞും!

ഭൂമിയിലുള്ള വസ്തുക്കളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അതിന്റെ നില നിവർന്നതോ തലകീഴായതോ എന്നു തീരുമാനിക്കുന്നത് ഭൂഗുരുത്വബലത്തിന്റെ ദിശയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ്. ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിന്റെ ദിശ ഭൂകേന്ദ്രത്തിലേക്കാണല്ലോ. അതുകൊണ്ടാണ് ഭൂഗുരുത്വബലത്തിന്റെ ദിശ താഴേക്ക് നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നത്. ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം ഒരു സദിശ അളവാണ്. ഭൂമിയിൽ എവിടെ നിന്നാലും നിവർന്നു നിൽക്കുന്നതായി നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നതിന്റെ കാരണം മനസ്സിലായല്ലോ?

- കല്ലിനു ത്വരണം ലഭിക്കാനാവശ്യമായ ബലം എവിടെ നിന്നു ലഭിച്ചു?

ഇവയ്ക്കുത്തരം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കാം.

ഒരു കല്ല് ചരടിൽ കെട്ടി സ്പ്രിങ് ബാലൻസിന്റെ കൊളുത്തിൽ തൂക്കിയിടൂ.

- എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?
- കല്ല് തൂക്കിയിട്ടപ്പോൾ സ്പ്രിങ് താഴോട്ടു വലിയാൻ കാരണമെന്ത്?

ഭൂമി എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്കാകർഷിക്കുന്നു. ഈ ആകർഷണബലമാണ് ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം.

ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം അനുഭവപ്പെടുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ കുറിക്കൂ.

- ഞെട്ടറ്റ മാമ്പഴം താഴോട്ടു പതിക്കുന്നു.
- കൃത്രിമ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ഭൂമിയെ ചുറ്റുന്നു.
-

മാസ് കുറഞ്ഞ ഒരു കല്ലും മാസ് അൽപ്പം കൂടിയ മറ്റൊരു കല്ലും എടുക്കൂ. ഇവയെ ഓരോന്നായി സ്പ്രിങ് ബാലൻസിൽ തൂക്കിയിട്ടുനോക്കൂ.

ഒരു വസ്തുവിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ദ്രവ്യത്തിന്റെ അളവാണ് മാസ്.

- ഏതു കല്ല് തൂക്കിയിട്ടപ്പോഴാണ് റീഡിങ് കൂടുതൽ കാണിച്ചത്?
- ഏതു കല്ലിലാണ് ഭൂമിയുടെ ആകർഷണബലം കൂടുതൽ അനുഭവപ്പെട്ടത്?
- നിരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്ന് ഭൂമിയും വസ്തുവും തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാകർഷണത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നതായി കണ്ടെത്തിയ ഘടകം ഏതാണ്?

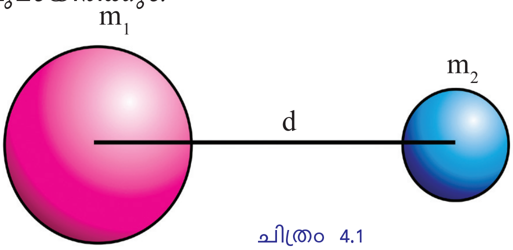
നിങ്ങൾ നടത്തിയ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽനിന്നു ഗുരുത്വാകർഷണബലം വസ്തുവിന്റെ മാസുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നു മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലമാണ് ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന മറ്റൊരു ഘടകം.

ഈ ഘടകങ്ങളെ ബന്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഒരു നിയമം ആവിഷ്കരിച്ചത് സർ ഐസക് ന്യൂട്ടനാണ്.

ടൈക്കോ ബ്രാഹെ, കെപ്ളർ, ഗലീലിയോ തുടങ്ങിയവരുടെ നിരീക്ഷണഫലങ്ങൾ അവലംബിച്ചാണ് ഐസക് ന്യൂട്ടൺ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമത്തിലെത്തിച്ചേർന്നത്. തുടർന്ന് പ്രപഞ്ചത്തിലെ എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ബാധകമാക്കിക്കൊണ്ട് സാർവികഗുരുത്വാകർഷണനിയമം അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചു.

സാർവികഗുരുത്വാകർഷണനിയമം

പ്രപഞ്ചത്തിലുള്ള എല്ലാ വസ്തുക്കളും പരസ്പരം ആകർഷിക്കുന്നു. രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള പരസ്പരാകർഷണബലം അവയുടെ മാസുകളുടെ ഗുണനഫലത്തിന് നേർ അനുപാതത്തിലും അവ തമ്മിലുള്ള അകലത്തിന്റെ വർഗത്തിന് വിപരീതാനുപാതത്തിലുമായിരിക്കും.



ചിത്രം 4.1

m_1, m_2 എന്നീ മാസുകളുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ d അകലത്തിലിരുന്നാൽ

$$F \propto m_1 m_2 \qquad (1)$$

$$F \propto \frac{1}{d^2} \qquad (2)$$

ഇവ രണ്ടും ചേർത്തെഴുതിയാൽ

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

G ഗുരുത്വാകർഷണസ്ഥിരാങ്കം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

G യുടെ മൂല്യം 6.67×10^{-11} Nm^2/kg^2 ആണ്. ഹെൻറി കാവൻഡിഷ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ആദ്യമായി G യുടെ മൂല്യം പരീക്ഷണത്തിലൂടെ നിർണയിച്ചത്.

ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക (4.1) പൂർത്തിയാക്കൂ.

സർ ഐസക് ന്യൂട്ടൺ

Isaac Newton
(1642 – 1727)

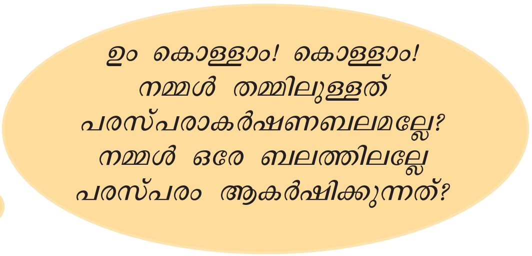
ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ, ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ, തത്വചിന്തകൻ എന്നീ നിലകളിൽ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വളർച്ചയെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നതിൽ മുഖ്യപങ്കുവഹിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞരിലൊരാളാണ് സർ ഐസക് ന്യൂട്ടൺ. 'പ്രിൻസിപ്പിയ മാത്തമാറ്റിക്ക' എന്ന പേരിൽ അദ്ദേഹം രചിച്ച ഗ്രന്ഥം ബലതന്ത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനഗ്രന്ഥമായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. ഭൗമോപരിതലത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെയും ആകാശഗോളങ്ങളുടെയും ചലനം ഒരേ പ്രകൃതിനിയമങ്ങൾക്കനുസൃതമാണെന്ന് ന്യൂട്ടൺ നിരീക്ഷിച്ചു. 'കാൽക്കുലസ്' എന്ന ഗണിതശാസ്ത്രശാഖ രൂപകല്പന ചെയ്തത് അദ്ദേഹമാണ്. ടൈക്കോ ബ്രാഹെ, കെപ്ളർ, ഗലീലിയോ തുടങ്ങിയ മുൻഗാമികളുടെ കണ്ടെത്തലുകൾക്കു വ്യക്തത വരുത്തിയതും ഇദ്ദേഹമാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ സാർവികഗുരുത്വാകർഷണനിയമം, ചലനനിയമങ്ങൾ എന്നിവ ഭൗതിക ശാസ്ത്രപഠന മേഖലയിൽ വിപ്ലവങ്ങൾ വരുത്തി. 2005 ൽ റോയൽ സൊസൈറ്റി നടത്തിയ അഭിപ്രായ സർവേയിൽ നൂറ്റാണ്ടിലെ ഏറ്റവും സ്വാധീനശക്തിയുള്ള ശാസ്ത്രകാരനായി തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ടത് സർ ഐസക് ന്യൂട്ടനാണ്. ഇദ്ദേഹത്തോടുള്ള ആദരസൂചകമായാണ് ബലത്തിന്റെ യൂണിറ്റിന് ന്യൂട്ടൺ (N) എന്ന പേരു നൽകിയത്.

ക്രമ നമ്പർ	വസ്തുക്കളുടെ മാസ്		വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം d (m)	പരസ്പരാകർഷണ ബലം. F (N)
	m_1 (kg)	m_2 (kg)		
1	5	10	2	$G \times \frac{5 \times 10}{2^2} = G \times 12.5$
2	10	10	2	G ×…..
3	10	20	2	G ×…..
4	5	10	4	G ×…..
5	5	10	1	G ×…..
6	10	20	1	G ×…..
7	5	10	½	G ×…..

പട്ടിക 4.1

പൂർത്തിയാക്കിയ പട്ടിക നിരീക്ഷിച്ച് താഴെ കൊടുത്ത ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തൂ.

- പരസ്പരം ആകർഷിക്കുന്ന ഒരു നിശ്ചിത അകലത്തിലുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കളിൽ ഒന്നിന്റെ മാസ് ഇരട്ടിയാക്കിയാൽ പരസ്പരാകർഷണബലം എത്ര മടങ്ങാകും?
- രണ്ടു വസ്തുകളുടെയും മാസ് ഇരട്ടിയാക്കിയാലോ?
- വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം ഇരട്ടിയാക്കിയാലോ?
- വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം പകുതിയാക്കിയാലോ?
- വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം നാലിലൊന്നാക്കിയാലോ?



- 40 kg മാസുള്ള ഒരു കുട്ടി 50 kg മാസുള്ള മറ്റൊരു കുട്ടിയിൽ നിന്ന് 1 m അകലത്തിരിക്കുന്നുവെങ്കിൽ അവർ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലം കണക്കാക്കുക.

$$m_1 = 40 \text{ kg}$$
$$m_2 = 50 \text{ kg}$$
$$d = 1 \text{ m}$$
$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2.$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 40 \times 50}{(1)^2}$$

$$= 13340 \times 10^{-11}$$

$= 1.334 \times 10^{-7}$

$= 0.000000133\ N$

ഈ ബലം എത്രമാത്രം ചെറുതാണെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് ബോധ്യമായല്ലോ. കുറഞ്ഞ ബലമായതിനാൽ ഘർഷണബലത്തെയും മറ്റു ബലങ്ങളെയും അതിജീവിക്കാൻ ഇതു പര്യാപ്തമല്ല.

അടുത്തടുത്തിരിക്കുന്ന രണ്ടു കുട്ടികൾ തമ്മിൽ പരസ്പരം ആകർഷിച്ച് അടുത്തു വരാത്തതിനു കാരണം ഇനി വ്യക്തമാക്കിക്കൂടേ?

- 50 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവും 60 kg മാസുള്ള മറ്റൊരു വസ്തുവും തമ്മിലുള്ള അകലം 2 m ആണ്. അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണ ബലമെത്ര?

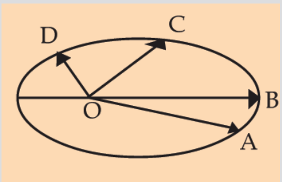
  $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

കെപ്ളറുടെ നിയമങ്ങൾ

തന്റെ മുൻഗാമിയായിരുന്ന ജൊഹാൻസ് കെപ്ളറുടെ ഗ്രഹചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചലന നിയമങ്ങൾ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ന്യൂട്ടൺ വ്യുൽക്രമവർഗനിയമം വിശദീകരിച്ചത്. കെപ്ളറുടെ പ്രശസ്തമായ മൂന്നു നിയമങ്ങൾ ഇനി പറയുന്നു:

ഒന്നാം നിയമം: സൂര്യൻ കേന്ദ്രമാക്കി ഗ്രഹങ്ങൾ ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഭ്രമണപഥത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു. (ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കൂ. സൂര്യന്റെ സ്ഥാനം 'O' യിൽ)

രണ്ടാം നിയമം: ഗ്രഹങ്ങളിലേക്ക് സൂര്യനിൽനിന്നുള്ള ആരം തുല്യ സമയങ്ങളിൽ തുല്യപരപ്പളവ് കടന്നുപോകുന്നു. (A മുതൽ B വരെ സഞ്ചരിക്കാനെടുത്ത സമയവും C മുതൽ D വരെ സഞ്ചരിക്കാനെടുത്ത സമയവും തുല്യമാണെങ്കിൽ കെപ്ളറുടെ രണ്ടാം നിയമപ്രകാരം OAB, OCD എന്നീ ഭാഗങ്ങളുടെ പരപ്പളവുകൾ തുല്യമായിരിക്കും.)



മൂന്നാം നിയമം: ഗ്രഹങ്ങളുടെ പരിക്രമണ (T) സമയത്തിന്റെ വർഗം സൂര്യനിൽനിന്നുള്ള അവയുടെ ശരാശരി ദൂരങ്ങളുടെ (r) ക്യൂബിന് ആനുപാതികമായിരിക്കും. ഗണിതപരമായി $r^3 / T^2 =$ സ്ഥിരസംഖ്യ.

ഇതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ന്യൂട്ടൺ വ്യുൽക്രമവർഗനിയമം പ്രസ്താവിച്ചത്. ഒരു ഗ്രഹം സൂര്യനുചുറ്റും 'r' ആരമുള്ള വൃത്താകൃതിയുള്ള ഭ്രമണപഥത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. ഗ്രഹത്തിന്റെ പരിക്രമണപ്രവേഗം (v) മാസ് (m), ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ ആരം (r) എന്നിങ്ങനെ ആയാൽ അഭികേന്ദ്രബലം $F = m\frac{v^2}{r}$ ആയിരിക്കും. ഗ്രഹത്തിന്റെ മാസ് സ്ഥിരമായതിനാൽ $F \propto \frac{v^2}{r}$ ആയിരിക്കുമല്ലോ. ഗ്രഹം T സമയംകൊണ്ട് ഒരു പരിക്രമണം പൂർത്തിയാക്കുന്നുവെങ്കിൽ ഗ്രഹത്തിന്റെ പരിക്രമണപ്രവേഗം $v = \frac{2\pi r}{T}$ ആയിരിക്കും ($2\pi r$ എന്നത് ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ ചുറ്റളവാണ്).

$$V^2 \propto \frac{r^2}{T^2}$$

$$V^2 \propto \frac{1}{r}\left(\frac{r^3}{T^2}\right)$$

കെപ്ളറുടെ മൂന്നാം നിയമപ്രകാരം $\frac{r^3}{T^2}$ ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യയാണ്. അതിനാൽ

$$V^2 \propto \frac{1}{r}$$

ഇത് $F = \frac{mv^2}{r}$ എന്ന ഗണിതവാക്യത്തിൽ ആരോപിക്കുമ്പോൾ $F \propto \frac{1}{r^2}$ എന്നു ലഭിക്കും.

വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുള്ളതുപോലെ ഭൂമിയും സൂര്യനും തമ്മിലും ഭൂമിയും ചന്ദ്രനും തമ്മിലും മറ്റ് ആകാശഗോളങ്ങൾ തമ്മിലും ആകർഷണബലമുണ്ട്.

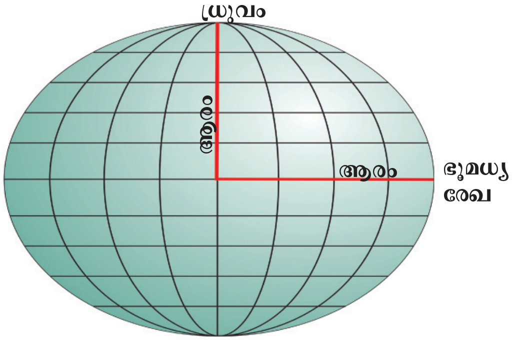
വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ ആകർഷണബലമുള്ളതുപോലെ ഭൂമിയും വസ്തുക്കളും തമ്മിലും ആകർഷണം ഉണ്ടാകാറില്ലേ?

ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം (Force of Gravity)

- ഭൂമിയുടെ മാസ്, ആരം എന്നിവ യഥാക്രമം M ഉം R ഉം ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിലിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ മാസ് m ഉം ആണെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലമെത്രയായിരിക്കും?

ഗുരുത്വാകർഷണനിയമമനുസരിച്ച് രണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ആകർഷണബലം $G\frac{m_1m_2}{d^2}$ ആണല്ലോ. ഇവിടെ $m_1 = M$, $m_2 = m$, $d = R$ ആണല്ലോ. ഇതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലിരിക്കുന്ന വസ്തുവിനും ഭൂമിക്കും ഇടയിലുള്ള ആകർഷണബലം $\frac{GMm}{R^2}$ എന്നു കണക്കാക്കാം.

5IHUE1



ചിത്രം 4.2

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ എല്ലായിടത്തും ആകർഷണബലം ഒരുപോലെയാണോ?

- ഭൂമി യഥാർഥത്തിൽ ഗോളാകൃതിയിലാണോ?
- ഭൂമിയുടെ ആരം എല്ലാ ഭാഗത്തും ഒരുപോലെയാണോ?
- ഭൂമിയുടെ ആരം ഏറ്റവും കൂടിയ ഭാഗമേത്?
- ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ഭാഗമോ?
- ഒരു വസ്തു ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ ഏതു ഭാഗത്തു വച്ചാലാണ് ആകർഷണബലം ഏറ്റവും കൂടുതൽ അനുഭവപ്പെടുന്നത്?

  ആരം കൂടിയ ഭാഗത്ത്/ ആരം കുറഞ്ഞ ഭാഗത്ത്
- ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽനിന്ന് ഈ വസ്തുവിനെ ഉയർത്തിക്കൊണ്ടിരുന്നാൽ ആകർഷണബലത്തിന്റെ അളവിൽ എന്തു മാറ്റമുണ്ടാകും?

  കൂടുന്നു/കുറയുന്നു
- ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽനിന്നു ഭൂകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് പോകുന്നതായി സങ്കൽപ്പിച്ചാലോ?

ഭൂഗുരുത്വത്വരണം (Acceleration due to Gravity)

ഭൂമിയും അതിന്റെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള വസ്തുവും തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലം വസ്തുക്കളുടെ മാസിനനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെടുമെന്നറിയാമല്ലോ. വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന ത്വരണം മാസിനനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെടുമോ? പരിശോധിക്കാം.

എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും ഭൂമി അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് ആകർഷിക്കുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ.

വസ്തുവിന്റെ മാസ് m ഉം ബലം F ഉം എങ്കിൽ ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലനനിയമപ്രകാരം $F = ma$ ആണല്ലോ.

അതിനാൽ $a = \frac{F}{m}$ ആയിരിക്കും.

അതായത് ഭൂമി വസ്തുക്കളെ ആകർഷിക്കുന്നതു കാരണം വസ്തുക്കൾക്ക് ത്വരണമുണ്ടാകുന്നു. ഈ ത്വരണമാണ് ഭൂഗുരുത്വത്വരണം (g).

ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ നിയമപ്രകാരം $F = G\frac{Mm}{R^2}$

ന്യൂട്ടന്റെ രണ്ടാം ചലനനിയമപ്രകാരം $F = ma = mg$

അങ്ങനെയെങ്കിൽ

$$mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

$$g = \frac{GMm}{R^2} \div m = \frac{GM}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

പ്രകൃതിയിലെ ചില ബലങ്ങൾ

പ്രപഞ്ചത്തിൽ പലവിധ ബലങ്ങളുണ്ട്. സൗകര്യാർഥം ഇവയെ രണ്ടായി തിരിക്കാം - സമ്പർക്കബല (Contact force) മെന്നും സമ്പർക്കരഹിത (Non-contact force) ബലമെന്നും. സമ്പർക്കബലത്തിന് ഉദാഹരണങ്ങളാണ് വിസ്കസ് ബലം, പ്രതലബലം (Surface Tension), വലിവുബലം (Elastic force), ഘർഷണബലം (Frictional Force) തുടങ്ങിയവ. സമ്പർക്കരഹിതബലങ്ങളാണ് ന്യൂക്ലിയർ ബലം (Nuclear force), വൈദ്യുതകാന്തിക ബലം (Electro magnetic force), ഗുരുത്വാകർഷണബലം എന്നിവ. ഈ ബലങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും ശക്തി കൂടിയ ബലം ന്യൂക്ലിയർ ബലവും ഏറ്റവും ശക്തി കുറഞ്ഞ ബലം ഗുരുത്വാകർഷണബലവുമാണ്.

വസ്തുവിന്റെ ഭാരവും ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നുള്ള അകലവും

ഒരു വസ്തുവിനുമേൽ ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം ഏറ്റവും കൂടുതൽ അനുഭവപ്പെടുന്നത് അത് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുമ്പോഴായിരിക്കും. ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നു മുകളിലേക്കു പോകുന്തോറും ഗുരുത്വാകർഷണബലം ക്രമേണ കുറയും. അതുപോലെത്തന്നെ ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേക്കു പോകുന്തോറും ഗുരുത്വാകർഷണബലം കുറയും. ഒരു വസ്തു ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ വച്ചിരുന്നാൽ അതിനു ചുറ്റുമുള്ള ദ്രവ്യം ആ വസ്തുവിനെ എല്ലാ ദിശകളിലേക്കും തുല്യ അളവിൽ ആകർഷിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽ പരിണത ആകർഷണബലം പൂജ്യമായിരിക്കും.

ഇതിൽനിന്നു g യുടെ മൂല്യത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ ഏതൊക്കെയെന്നു കണ്ടെത്തി എഴുതൂ.

- ഭൂമിയുടെ മാസ്
-

ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ത്വരണം വസ്തുവിന്റെ മാസിനെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. ഭൂമിയിലേക്കു പതിക്കുന്ന എല്ലാ വസ്തുക്കൾക്കും ഗുരുത്വാകർഷണം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ത്വരണം ഒരുപോലെയായിരിക്കും.

ഇനി 'g' യുടെ മൂല്യം കണ്ടെത്താം.

'g' യുടെ മൂല്യം കണക്കാക്കാനുള്ള ഗണിതസമവാക്യം എഴുതൂ.

- -

$G = 6.7 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$, ഭൂമിയുടെ മാസ് $M = 6 \times 10^{24}$ kg

ഭൂമിയുടെ ആരം $R = 6.4 \times 10^6 m$.

ഇനി g യുടെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കാമോ?

$g = G\frac{M}{R^2}$ എന്ന സമവാക്യത്തിൽ G, M, R എന്നിവയുടെ മൂല്യങ്ങൾ ആരോപിക്കുമ്പോൾ

$$g = \frac{6.7 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \times 6 \times 10^{24} kg}{\left(6.4 \times 10^6 m\right)^2}$$

$$= 9.8 \ m/s^2$$

5IRQFN

ഭൂമിക്ക് യഥാർഥ ഗോളാകൃതിയില്ലാത്തതിനാൽ ഭൂമിയുടെ ആരം എല്ലാ ഭാഗത്തേക്കും ഒരുപോലെയല്ല എന്നു കണ്ടല്ലോ.

- g യുടെ മൂല്യം ഭൂമിയിൽ എല്ലായിടത്തും ഒരേപോലെയായിരിക്കുമോ?
- ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ g യുടെ മൂല്യം ഏറ്റവും കൂടുതൽ എവിടെയായിരിക്കും?
- ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ g യുടെ കുറഞ്ഞ മൂല്യം എവിടെയായിരിക്കും?
- ഭൂകേന്ദ്രത്തിൽ g യുടെ മൂല്യം എത്രയായിരിക്കും?

g യുടെ മൂല്യം ഭൂമിയിൽ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു എന്നു മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

ധ്രുവപ്രദേശത്ത് g യുടെ മൂല്യം 9.83 m/s^2 ആണ്. ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രദേശത്ത് ഇത് 9.78 m/s^2 ഉം ആണ്.

ഭൂപ്രതലത്തിലെ g യുടെ ശരാശരി മൂല്യമായ 9.8 m/s^2 ആണ് നാം ഗണിത പ്രശ്നങ്ങൾ നിർധാരണം ചെയ്യുന്നതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

- ഒരു കല്ല് 19.66 m ഉയരത്തിൽനിന്നു താഴേക്കു പതിക്കാൻ അനുവദിച്ചപ്പോൾ കൃത്യം രണ്ടു സെക്കന്റിൽ അത് ഭൂമിയിൽ പതിച്ചു.

എങ്കിൽ അവിടത്തെ g യുടെ മൂല്യമെത്ര? ഈ പ്രവർത്തനം ഭൂമിയുടെ ഏതു ഭാഗത്തായിരിക്കും നടന്നിരിക്കുക?

$$s = 19.66 \text{ m}, u = 0, t = 2 \text{ s}, a = g = ?$$

$$s = ut + ½ at^2.$$

$$19.66 = 0 \times 2 + ½ \times g \times 2 \times 2$$

$$19.66 = 2 g$$

$$g = \frac{19.66}{2} = 9.83 \text{ m/s}^2.$$

g യുടെ മൂല്യം 9.83 m/s^2 ആകുന്നത് ധ്രുവപ്രദേശത്തായതിനാൽ ഈ പ്രവർത്തനം നടന്നത് ധ്രുവപ്രദേശത്തായിരിക്കും.

ചന്ദ്രനിലെ g യുടെ മൂല്യം

ചന്ദ്രന്റെ മാസ് M ഉം ആരം R ഉം എങ്കിൽ ചന്ദ്രനിലെ g യുടെ മൂല്യം

$$g = GM/(R)^2.$$

$$= \frac{6.67\times 10^{-11} \times 7.36 \times 10^{22}}{(1.74 \times 10^6)^2}$$

$$= 1.62 \text{ m/s}^2$$

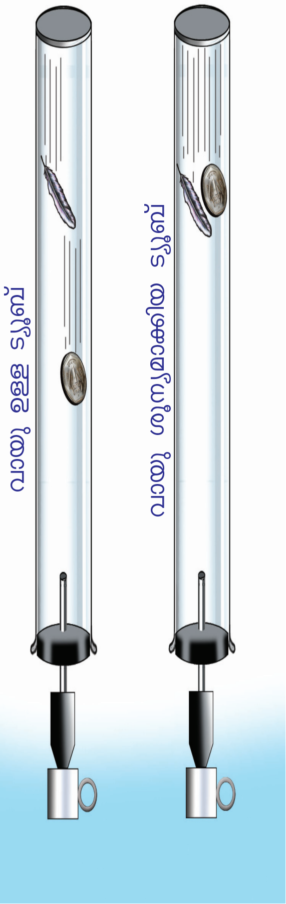
ഇത് ഭൂമിയിലെ g യുടെ മൂല്യത്തിന്റെ ഏകദേശം $\frac{1}{6}$ ഭാഗമാണ്.

5J1LHB

- 50 kg മാസുള്ള ഒരു കല്ലും 5 kg മാസുള്ള ഒരു കല്ലും അഞ്ചുനിലക്കെട്ടിടത്തിന്റെ മുകളിൽനിന്ന് ഒരുമിച്ച് താഴേക്കു പതിച്ചാൽ ഏതായിരിക്കും ആദ്യം താഴെ എത്തുക?
- ഒരു കല്ലും കടലാസ്ഷീറ്റും ഒരേ ഉയരത്തിൽനിന്ന് ഒരുമിച്ച് താഴേക്കിട്ടാൽ അവ താഴെ എത്തുന്നതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ശരിയായതേത്?
  - അവ രണ്ടും ഒരുമിച്ച് താഴെയെത്തുന്നു.
  - കടലാസ് ആദ്യം എത്തുന്നു.
  - കല്ല് ആദ്യം എത്തുന്നു.

കടലാസ് പോലുള്ള വസ്തുക്കൾ സാവധാനമാണ് താഴോട്ടു പതിക്കുന്നത്. ഇത് വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം കാരണമാണെന്ന് ആദ്യമായി വാദിച്ചത് ഗലീലിയോ ഗലീലിയാണ്. വായുരഹിതമായ സ്ഥലം സൃഷ്ടിക്കാനുള്ള ഉപാധികൾ അക്കാലത്തില്ലാതിരുന്നതിനാൽ ഇതു തെളിയിക്കാൻ അദ്ദേഹത്തിനു കഴിഞ്ഞില്ല. പിൽക്കാലത്ത് 'തൂവലും നാണയവും' പരീക്ഷണം മുഖേന ഐസക് ന്യൂട്ടൺ ഇതു തെളിയിച്ചു.

ചിത്രം 4.3 ൽ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ നീളം കൂടിയതും രണ്ടറ്റവും അടഞ്ഞതുമായ ഒരു സുതാര്യ ട്യൂബിൽ ന്യൂട്ടൺ ഒരു തൂവലും ഒരു നാണയവും നിക്ഷേപിച്ചു. ട്യൂബിനെ ലംബമായി പിടിച്ച ശേഷം പെട്ടെന്ന് തലകീഴായി നിർത്തി. ആദ്യം നാണയവും അൽപ്പം കഴിഞ്ഞ് തൂവലും താഴെ എത്തി. ട്യൂബിനുള്ളിലെ വായു മുഴുവൻ നീക്കിയ ശേഷം പരീക്ഷണം ആവർത്തിച്ചപ്പോൾ തൂവലും നാണയവും ഒരുമിച്ചു പതിക്കുന്നതായി കണ്ടു.



ചിത്രം 4.3

ഇതിൽനിന്ന് ട്യൂബിനകത്തുള്ള വായുവിന്റെ പ്രതിരോധം കാരണമാണ് തൂവൽ താഴെ എത്താൻ കൂടുതൽ സമയമെടുത്തത് എന്നു മനസ്സിലാക്കി. ഇങ്ങനെ ഗലീലിയോയുടെ വാദം ശരിയാണെന്നു തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.

ഒരു കല്ല് താഴേക്കു പതിക്കുമ്പോൾ ഭൂമി കല്ലിനെ ആകർഷിക്കുന്നതുപോലെ കല്ല് ഭൂമിയെയും ആകർഷിക്കുമല്ലോ. എന്നാൽ കല്ല് താഴോട്ടു വീഴുന്നതല്ലാതെ ഭൂമി മുകളിലേക്ക് ഉയരാറില്ലല്ലോ.

എന്തായിരിക്കാം കാരണം?

$F = ma$ എന്ന സമവാക്യപ്രകാരം m മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിനു F ബലം ലഭിച്ചാൽ $a = \frac{F}{m}$ ആയിരിക്കുമല്ലോ. m മാസ് ഉള്ള ഒരു കല്ല് താഴേക്കു പതിക്കുന്ന കാര്യം പരിഗണിക്കൂ. ഭൂമിയും കല്ലും തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലം എത്രയാണ്?

കല്ലിന്റെയും ഭൂമിയുടെയും ത്വരണം എങ്ങനെയായിരിക്കുമെന്ന് നോക്കാം. ഭൂമിയുടെ മാസ് M ഉം കല്ലിന്റെ മാസ് m ഉം ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അവ തമ്മിൽ പരസ്പരാകർഷണത്തിലായതിനാൽ അവയ്ക്ക് തുല്യബലമല്ലേ അനുഭവപ്പെടുക? അതിനാൽ ഭൂമിക്ക് ലഭിക്കുന്ന ത്വരണം $a_{\text{ഭൂമി}} = \frac{F}{M}$ ഉം കല്ലിനുണ്ടാകുന്ന ത്വരണം $a_{\text{കല്ല്}} = \frac{F}{m}$ ഉം ആയിരിക്കുമല്ലോ.

ഭൂമിയുടെ മാസ് (M) കല്ലിന്റെ മാസിനെ (m) അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കൂടുതലായതിനാൽ ഭൂമിക്ക് ലഭിക്കുന്ന ത്വരണം വളരെ കുറവും കല്ലിനു ലഭിക്കുന്ന ത്വരണം കൂടുതലുമായിരിക്കും.

ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിന്റെ മാത്രം സ്വാധീനത്തിൽ ഭൂമിയിലേക്കു പതിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ത്വരണം എപ്രകാരമായിരിക്കും? സമത്വരണം/അസമത്വരണം

സമത്വരണത്തിലുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് ചലനസമവാക്യങ്ങൾ ബാധകമാകില്ലേ?

നാം മുമ്പുപഠിച്ച ചലനസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതിനോക്കൂ.

1. ....

2. ....

3. ....

- മതിലിനു മുകളിലുള്ള ഒരു കല്ല് 1 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് തറയിൽ വീഴുന്നു ($g = 10\ m/s^2$)

a) തറയിൽ സ്പർശിക്കുന്നതിന് തൊട്ടുമുൻപ് കല്ലിന്റെ വേഗം എത്രയാണ്?

b) വീണുകൊണ്ടിരുന്ന സമയത്തെ കല്ലിന്റെ ശരാശരി വേഗം കണക്കാക്കുക.

c) മതിലിന്റെ ഉയരം എത്രയാണ്?

- ലംബമായി മുകളിലേക്കെറിയപ്പെട്ട ഒരു പന്ത് പരമാവധി 20 മീറ്റർ ഉയരം വരെയെത്തി.

i) മുകളിലേക്ക് എറിയുമ്പോഴുള്ള പന്തിന്റെ പ്രവേഗം എത്രയാണ്?

ii) എത്രസമയം കൊണ്ടാണ് പന്ത് 20 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ എത്തിയത്?

മാസും ഭാരവും (Mass and Weight)

ചിത്രം 4.4 നിരീക്ഷിക്കൂ. ഈ ഉപകരണങ്ങളുടെ ഉപയോഗമെന്താണ്? ഇവ എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

ഏതൊരു വസ്തുവിനെയും ഭൂമി അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് ആകർഷിക്കും എന്നു നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ.

ഈ ആകർഷണബലം എത്രയെന്ന് എങ്ങനെ കണക്കാക്കാം? മാസ് m ഉള്ള വസ്തുവിനെ ഭൂമി അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക്

ആകർഷിക്കുന്ന ബലം $F = \frac{GMm}{R^2}$

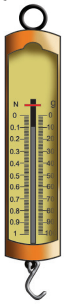
$= m \times \frac{GM}{R^2}$

$\frac{GM}{R^2} = g$ ആയതിനാൽ

$F = mg$ ആയിരിക്കും.

ഇവിടെ mg എന്നത് വസ്തുവിന്റെ ഭാരത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അതായത് ഒരു വസ്തുവിനെ ഭൂമി അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് ആകർഷിക്കുന്ന ബലമാണ് ആ വസ്തുവിന്റെ ഭാരം. അതുകൊണ്ട് അതിന്റെ യൂണിറ്റ് ന്യൂട്ടൺ ആയിരിക്കും.

സാധാരണത്രാസ്
(a)


സ്പ്രിങ് ത്രാസ്
(b)

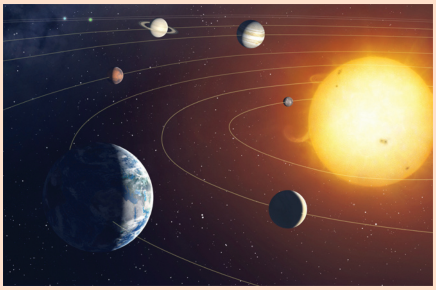
ചിത്രം 4.4

> *മാസ് അളക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് സാധാരണ ത്രാസ് (കോമൺ ബാലൻസ്). ഭാരം അളക്കുന്നതിന് സ്പ്രിങ് ത്രാസും ഉപയോഗിക്കുന്നു.*

ഭൂമിയിൽ g യുടെ മൂല്യം സ്ഥാനവ്യത്യാസത്തിനനുസരിച്ച് എങ്ങനെ മാറുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ താഴെ കൊടുത്ത ചോദ്യങ്ങൾക്കുത്തരം കണ്ടെത്തൂ.

സൗരയൂഥവും ഗുരുത്വാകർഷണബലവും

സൗരയൂഥത്തിൽ ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം സൂര്യനെ പരിക്രമണം ചെയ്യുകയാണല്ലോ. ഗ്രഹങ്ങൾക്കു ചുറ്റും ഉപഗ്രഹങ്ങളും പരിക്രമണം ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ഇവയെയെല്ലാം പരിക്രമണപാതയിൽ പിടിച്ചുനിർത്തുന്നതിനാവശ്യമായ ബലം നൽകുന്നത് ഗുരുത്വാകർഷണബലമാണ്. സൂര്യനിൽനിന്നുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം ഗ്രഹങ്ങൾക്ക് അഭികേന്ദ്രബലം നൽകുമ്പോൾ ഉപഗ്രഹങ്ങൾക്ക് ഇതു ലഭിക്കുന്നത് ഗ്രഹങ്ങളിൽനിന്നാണ്.



ഒരു കിലോഗ്രാം ഭാരം (1 kgwt)

ഒരു കിലോഗ്രാം മാസുള്ള വസ്തുവിന്മേൽ ഭൂമി പ്രയോഗിക്കുന്ന ആകർഷണബലത്തിന് തുല്യമായ ബലമാണ് ഒരു കിലോഗ്രാം ഭാരം (1kgwt).

$F = mg$ ആയതിനാൽ

$1\ kg\ wt = 1\ kg \times 9.8\ m/s^2$

$= 9.8\ kgm/s^2$

$= 9.8\ N$

അതായത് $1\ kg\ wt = 9.8\ N$

കിലോഗ്രാം വെയിറ്റ് എന്നത് ഭാരത്തിന്റെ മറ്റൊരു യൂണിറ്റാണ്.

- ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ ഏതു ഭാഗത്തു വയ്ക്കുമ്പോഴാണ് ഒരു വസ്തുവിന് ഭാരം ഏറ്റവും കൂടുതൽ അനുഭവപ്പെടുന്നത്? കാരണമെന്ത്?
- ഭൂമിയുടെ പ്രതലത്തിൽ എവിടെ വയ്ക്കുമ്പോഴാണ് വസ്തുവിന് ഭാരം ഏറ്റവും കുറവ് അനുഭവപ്പെടുന്നത്? കാരണമെന്ത്?
- ഭൂമിയുടെ കേന്ദ്രത്തിൽ വച്ചാൽ വസ്തുവിന്റെ ഭാരം എത്രയായിരിക്കും? കാരണമെന്ത്?
- 20 kg മാസുള്ള വസ്തുവിന്റെ ഭാരം കണക്കാക്കുക. ഇത് എത്ര ന്യൂട്ടൺ ആയിരിക്കും?
- 60 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്
  a) ഭൂമിയിലെ ഭാരമെത്ര?
  b) ചന്ദ്രനിലെ ഭാരമെത്ര?

ഭൂമിയിലെ ഭാരം = mg

= $60 \times 9.8 = 588$ N

1 kg wt = 9.8 N ആയതിനാൽ

ഭൂമിയിലെ ഭാരം = $\frac{588}{9.8}$ kgwt = 60 kgwt

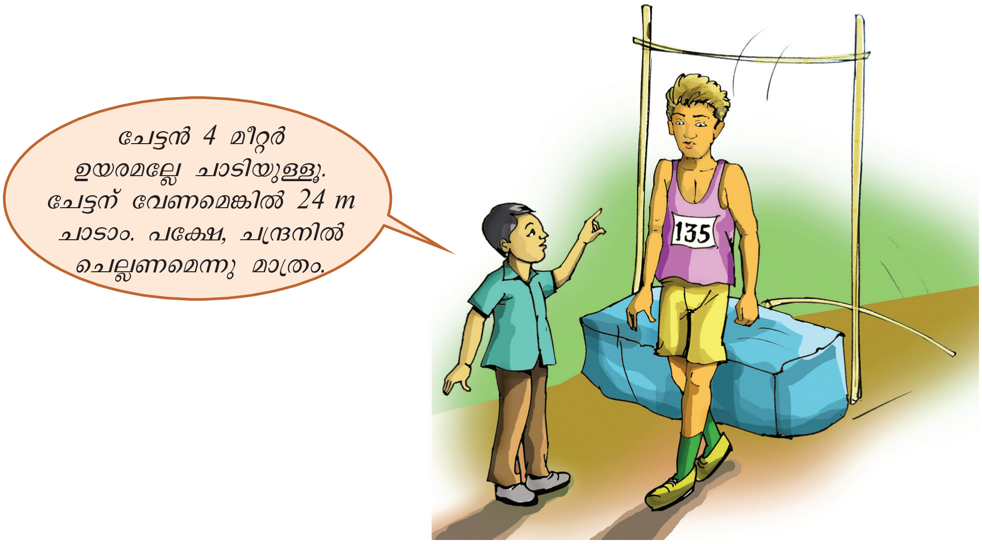
ചന്ദ്രനിലെ ഭാരം = m × ചന്ദ്രനിലെ g യുടെ മൂല്യം

= $60 \times 1.62 = 97.2$ N

1 kg wt = 9.8 N ആയതിനാൽ

= $\frac{97.2}{9.8}$ kg wt = 9.918 kg wt

- 42 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തു സ്പ്രിങ് ത്രാസിൽ തൂക്കിയിട്ടാൽ സ്പ്രിങ് ത്രാസിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലമെത്രയായിരിക്കും? ഇത് വ്യാഴത്തിൽ വച്ചാണെങ്കിലോ? ചന്ദ്രനിലോ? (വ്യാഴത്തിലെ g യുടെ മൂല്യം = 23.1 m/s^2).



ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഭാരം അതു സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സ്ഥലത്തെ ഗുരുത്വത്വരണത്തെ (g) ആശ്രയിച്ചിരിക്കും എന്നു മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

നിർബാധപതനം (Free fall)

കൈയിലിരിക്കുന്ന ഒരു പെൻസിൽ പിടിവിട്ടാൽ എന്തു സംഭവിക്കും? അത് താഴോട്ടു പതിക്കുമല്ലോ.

- ഒരു സ്പ്രിങ് ത്രാസിൽ തൂക്കിയിട്ട വസ്തുവിനെ ത്രാസ് ഉൾപ്പെടെ താഴേക്കു വീഴാൻ അനുവദിച്ചാൽ ത്രാസിൽ കാണിക്കുന്ന റീഡിങ് എത്രയായിരിക്കും?
- ജയന്റ് വീലിൽ താഴേക്കു വരുമ്പോൾ ഭാരക്കുറവ് അനുഭവപ്പെടാൻ കാരണമെന്തെന്ന് വിശദമാക്കൂ.
- നിർബാധം പതിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക് ഭാരമില്ലായ്മ അനുഭവപ്പെടാൻ കാരണമെന്ത്? സയൻസ് ഡയറിയിൽ ചേർക്കൂ.
- 10 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഭാരമെത്ര?
- ഈ വസ്തുവിനെ നിർബാധം താഴേക്കു പതിക്കാൻ അനുവദിച്ചാൽ അതിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലത്തിന് എന്തെങ്കിലും മാറ്റമുണ്ടാകുമോ?

അടപ്പില്ലാത്ത ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് കുപ്പിയിൽ ജലം നിറച്ച ശേഷം അടിയിൽ ഒരു ദ്വാരമിട്ടാൽ ജലം പുറത്തു പോകുമല്ലോ. ഇനി ഈ കുപ്പിയെ നിർബാധം താഴേക്കു പതിക്കാൻ അനുവദിക്കൂ. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു? കാരണം വിശദീകരിക്കുക.

നിർബാധപതനവും ഭാരമില്ലായ്മയും

ഒരു വസ്തുവിനെ ഉയരത്തിൽ നിന്നു സ്വതന്ത്രമായി താഴോട്ടു വീഴാൻ അനുവദിച്ചാൽ അത് ഗുരുത്വാകർഷണബലം കാരണം ഭൂമിയിലേക്കു പതിക്കും. ഇതാണ് നിർബാധപതനം. നിർബാധപതനമെന്നു വിശേഷിപ്പിക്കണമെങ്കിൽ ഘർഷണം ഇല്ലാതെ ഗുരുത്വാകർഷണബലംകൊണ്ടു മാത്രം ഒരു വസ്തു ഭൂമിയിലേക്കു പതിക്കണം. വായുവിന്റെ ഘർഷണം താരതമ്യേന കുറവായിരിക്കുന്നതിനാൽ അത് നാം പരിഗണിക്കാറില്ല എന്നു മാത്രം.

ഒരു ഇലക്ട്രോണിക് പ്ലാറ്റ്ഫോം ബാലൻസിൽ നിൽക്കുന്നുവെങ്കിൽ നാം ബാലൻസിൽ ഒരു ബലം പ്രയോഗിക്കുന്നു. ബാലൻസ് നമ്മളിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ബലമാണ് ബാലൻസിൽ കാണിക്കുന്ന റീഡിങ്. ഇത് പ്രതിബലം (Reaction force) ആണ്. ഇതുതന്നെയാണ് സ്പ്രിങ് ബാലൻസിൽ റീഡിങ് കാണിക്കാനുള്ള കാരണവും. നാം നിൽക്കുന്ന ബാലൻസ് നിർബാധം പതിച്ചാൽ റീഡിങ് പൂജ്യമായിരിക്കുമല്ലോ. ഈയവസരത്തിൽ നമ്മളും ത്രാസും ഗുരുത്വാകർഷണത്വരണത്താൽ നിർബാധം പതിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ത്രാസിന് പ്രതിബലം തരാൻ കഴിയാത്തതാണ് ഭാരമില്ലായ്മ (Weightlessness) തോന്നാൻ കാരണം. നാം സ്പർശിച്ചുനിൽക്കുന്ന തറയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന പ്രതിബലമാണ് ഭാരമായി അളക്കുന്നത്.

വിലയിരുത്താം

1. രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം മൂന്നു മടങ്ങാക്കിയാൽ അവ തമ്മിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം എത്ര മടങ്ങാകും?

   (ഒൻപതു മടങ്ങ്, മൂന്നു മടങ്ങ്, മൂന്നിലൊന്ന്, ഒൻപതിലൊന്ന്)
2. ഭൂമധ്യരേഖയ്ക്കടുത്തുവച്ച് മാസും ഭാരവും നിർണയിച്ച ഒരു വസ്തു ഭൂമിയുടെ ധ്രുവപ്രദേശത്തു വച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ശരിയായ പ്രസ്താവന ഏത്?

5JAHIY

a) മാസ് മാറുന്നില്ല, ഭാരം ഏറ്റവും കൂടുതൽ

b) മാസ് മാറുന്നില്ല, ഭാരം ഏറ്റവും കുറവ്

c) മാസും ഭാരവും ഏറ്റവും കൂടുതൽ

d) മാസും ഭാരവും ഏറ്റവും കുറവ്

3. ഭൂമിയുടെ മാസ് 6×10^{24} kg യും ചന്ദ്രന്റെ മാസ് 7.4×10^{22} kg യുമാണ്. ഭൂമിയും ചന്ദ്രനും തമ്മിലുള്ള അകലം 3.84×10^5 കിലോമീറ്റർ. ഭൂമി ചന്ദ്രനുമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന ആകർഷണബലം എത്രയെന്നു കണക്കാക്കുക. $G = 6.7 \times 10^{-11}$ $Nm^2 kg^{-2}$

4. a) മാസ്, ഭാരം എന്നീ പദങ്ങൾകൊണ്ട് എന്താണ് അർഥമാക്കുന്നത്?

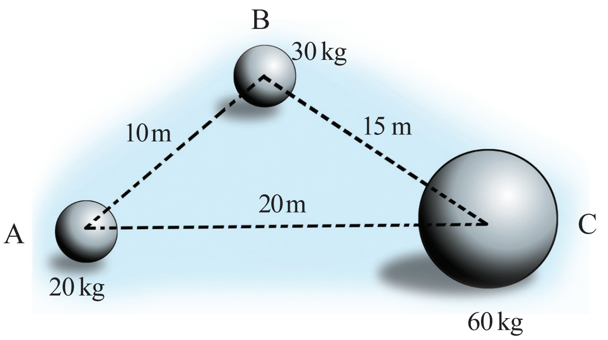
b) ഇവ അദിശമാണോ സദിശമാണോ? കാരണമെന്ത്?

c) ഒരു വസ്തുവിന്റെ മാസ് 30 kg ആണ്. ഇതിന് ഭൂമിയിലെ ഭാരമെത്ര? ($g = 9.8$ m/s^2).

d) ഈ വസ്തുവിനെ ചന്ദ്രനിലെത്തിച്ചാൽ അവിടെ വസ്തുവിന്റെ ഭാരം എത്രയായിരിക്കും? ($g = 1.62$ m/s^2).

5. 40 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തു 60 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിൽനിന്ന് 0.50 m അകലത്തിലാണെങ്കിൽ അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലമെത്ര?

6. ചിത്രം നിരീക്ഷിച്ച് പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കുക.



ആകർഷിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ	ഗുരുത്വാകർഷണബലം
A, B	
B, C	
C, A	

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. വിവിധ ഗ്രഹങ്ങളിലെ g യുടെ മൂല്യം നൽകിയിരിക്കുന്നു. 100 kg മാസുള്ള ഒരു വസ്തുവിന് ഓരോ ഗ്രഹത്തിലുമുള്ള ഭാരം നിർണയിക്കുക.

ഗ്രഹം	ഓരോ ഗ്രഹത്തിലെയും ഗുരുത്വാകർഷണത്വരണം m/s^2 ൽ (ഏകദേശം)
ഭൂമി	9.8
ബുധൻ	3.7
ശുക്രൻ	8.9
ചൊവ്വ	3.7
വ്യാഴം	23.1
ശനി	9.00
യുറാനസ്	8.7
നെപ്റ്റ്യൂൺ	11.00

കുറിപ്പുകൾ

ഭാരതത്തിന്റെ ഭരണഘടന

ഭാഗം IV ക

മൗലിക കർത്തവ്യങ്ങൾ

51 ക. മൗലിക കർത്തവ്യങ്ങൾ - താഴെപ്പറയുന്നവ ഭാരതത്തിലെ ഓരോ പൗരന്റെയും കർത്തവ്യം ആയിരിക്കുന്നതാണ്:

(ക) ഭരണഘടനയെ അനുസരിക്കുകയും അതിന്റെ ആദർശങ്ങളെയും സ്ഥാപനങ്ങളെയും ദേശീയപതാകയെയും ദേശീയഗാനത്തെയും ആദരിക്കുകയും ചെയ്യുക;

(ഖ) സ്വാതന്ത്ര്യത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള നമ്മുടെ ദേശീയസമരത്തിന് പ്രചോദനം നൽകിയ മഹനീയാദർശങ്ങളെ പരിപോഷിപ്പിക്കുകയും പിൻതുടരുകയും ചെയ്യുക;

(ഗ) ഭാരതത്തിന്റെ പരമാധികാരവും ഐക്യവും അഖണ്ഡതയും നിലനിർത്തുകയും സംരക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുക;

(ഘ) രാജ്യത്തെ കാത്തുസൂക്ഷിക്കുകയും ദേശീയ സേവനം അനുഷ്ഠിക്കുവാൻ ആവശ്യപ്പെടുമ്പോൾ അനുഷ്ഠിക്കുകയും ചെയ്യുക;

(ങ) മതപരവും ഭാഷാപരവും പ്രാദേശികവും വിഭാഗീയവുമായ വൈവിധ്യങ്ങൾക്കതീതമായി ഭാരതത്തിലെ എല്ലാ ജനങ്ങൾക്കുമിടയിൽ, സൗഹാർദവും പൊതുവായ സാഹോദര്യമനോഭാവവും പുലർത്തുക. സ്ത്രീകളുടെ അന്തസ്സിന് കുറവു വരുത്തുന്ന ആചാരങ്ങൾ പരിത്യജിക്കുക;

(ച) നമ്മുടെ സംസ്കാരസമന്വയത്തിന്റെ സമ്പന്നമായ പാരമ്പര്യത്തെ വിലമതിക്കുകയും നിലനിറുത്തുകയും ചെയ്യുക;

(ഛ) വനങ്ങളും തടാകങ്ങളും നദികളും വന്യജീവികളും ഉൾപ്പെടുന്ന പ്രകൃത്യാ ഉള്ള പരിസ്ഥിതി സംരക്ഷിക്കുകയും അഭിവൃദ്ധിപ്പെടുത്തുകയും ജീവികളോട് കാരുണ്യം കാണിക്കുകയും ചെയ്യുക;

(ജ) ശാസ്ത്രീയമായ കാഴ്ചപ്പാടും മാനവികതയും, അന്വേഷണത്തിനും പരിഷ്കരണത്തിനും ഉള്ള മനോഭാവവും വികസിപ്പിക്കുക;

(ഝ) പൊതുസ്വത്ത് പരിരക്ഷിക്കുകയും ശപഥം ചെയ്ത് അക്രമം ഉപേക്ഷിക്കുകയും ചെയ്യുക;

(ഞ) രാഷ്ട്രം യത്നത്തിന്റെയും ലക്ഷ്യപ്രാപ്തിയുടെയും ഉന്നതതലങ്ങളിലേക്ക് നിരന്തരം ഉയരത്തക്കവണ്ണം വ്യക്തിപരവും കൂട്ടായതുമായ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ എല്ലാ മണ്ഡലങ്ങളിലും ഉൽകൃഷ്ടതയ്ക്കുവേണ്ടി അധ്വാനിക്കുക.

(ട) ആറിനും പതിനാലിനും ഇടയ്ക്ക് പ്രായമുള്ള തന്റെ കുട്ടിക്കോ തന്റെ സംരക്ഷണയിലുള്ള കുട്ടികൾക്കോ, അതതു സംഗതി പോലെ, മാതാപിതാക്കളോ രക്ഷാകർത്താവോ വിദ്യാഭ്യാസത്തിനുള്ള അവസരങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തുക.

വൈദ്യുതി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ...

നമ്മുടെ ദൈനംദിന ജീവിതത്തിലെ ഒരു അവിഭാജ്യ ഘടകമായി മാറിയിരിക്കുകയാണ് വൈദ്യുതി. വൈദ്യുതിയുടെ ഉപയോഗം വർധിച്ചതോടെ അതുമൂലമുള്ള അപകടങ്ങളും വർധിച്ചുവരുന്നു. ഭാരതത്തിൽ മൊത്തമുണ്ടാകുന്ന വൈദ്യുതിയപകടങ്ങളിൽ പത്തു ശതമാനത്തോളവും സംഭവിക്കുന്നത് നമ്മുടെ സംസ്ഥാനത്താണ്. അതിനാൽ സുരക്ഷിതമായി വൈദ്യുതി ഉപയോഗിക്കേണ്ടതിന്റെ പ്രാധാന്യം പ്രത്യേകം പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.

സുരക്ഷ ഉറപ്പാക്കുന്നതിനുള്ള പ്രധാന നിർദേശങ്ങൾ

- നനഞ്ഞ കൈവിരൽ ഉപയോഗിച്ചു സ്വിച്ചുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിക്കാതിരിക്കുക.
- ടേബിൾ ഫാൻ ഉപയോഗിച്ച് തലമുടി ഉണക്കരുത്.
- കേബിൾ ടി.വിയുടെ അഡാപ്റ്ററിന്റെ ഉൾവശത്ത് സ്പർശിക്കരുത്. അഡാപ്റ്ററിന് വൈദ്യുതി പ്രവഹിക്കാത്ത അടപ്പ് ഉണ്ടെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്തുക.
- പൊട്ടിക്കിടക്കുന്ന വൈദ്യുതിക്കമ്പിയിൽ സ്പർശിക്കരുത്.
- വൈദ്യുതിലൈനുകൾക്ക് സമീപം പട്ടം പറത്തരുത്.
- വൈദ്യുതിലൈനുകൾക്കു സമീപം ലോഹക്കുഴലുകളോ ഇരുമ്പുതോട്ടികളോ അശ്രദ്ധയോടെ ഉപയോഗിക്കരുത്.
- ഇലക്ട്രിക് പോസ്റ്റിലോ സ്റ്റേ വയറിലോ ചാരിനിൽക്കരുത്. അതിൽ കന്നുകാലികളെ കെട്ടരുത്, ചെടികളും വള്ളികളും പടരാൻ അനുവദിക്കരുത്.
- ഇലക്ട്രിക് ഉപകരണത്തിലോ സമീപത്തോ തീപ്പിടിത്തമുണ്ടായാൽ മെയിൻസ്വിച്ച് ഓഫാക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കുക.
- തീയണയ്ക്കാനായി വൈദ്യുതിലൈനുകളിലോ ഉപകരണങ്ങളിലോ വെള്ളം കോരി ഒഴിക്കരുത്. ഉണങ്ങിയ മണ്ണ്, ഡ്രൈപൗഡർ പോലുള്ള അഗ്നിശമന വസ്തുക്കൾ ഉപയോഗിക്കുക.
- ഐ.എസ്.ഐ. മുദ്രയുള്ള വൈദ്യുതി ഉപകരണങ്ങൾ മാത്രം ഉപയോഗിക്കുക.
- താൽക്കാലിക വയറിങ്ങുകൾക്കായി പ്ലാസ്റ്റിക് വയറുകൾ ഉപയോഗിക്കരുത് (സ്റ്റാർ, ദീപാലങ്കാരങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയ്ക്ക്).
- ഷോക്കുമൂലം അപകടം പറ്റിയ വ്യക്തിയെ വൈദ്യുതി ബന്ധം വിച്ഛേദിച്ചശേഷം മാത്രമേ സ്പർശിക്കാവൂ.
- വൈദ്യുതാഘാതമേറ്റ വ്യക്തിയെ ഉണങ്ങിയ തടിക്കഷണം കൊണ്ടോ വൈദ്യുതിവാഹിയല്ലാത്തതും ഈർപ്പരഹിതവുമായ വസ്തു ഉപയോഗിച്ചോ വൈദ്യുതി ബന്ധത്തിൽനിന്നു വേർപെടുത്തുക.
- ആർക്കെങ്കിലും ഷോക്കേൽക്കുന്നതായി ശ്രദ്ധയിൽപ്പെട്ടാൽ ഉടൻ മെയിൻ സ്വിച്ച് ഓഫ് ചെയ്യുക.

വൈദ്യുതി സംരക്ഷിക്കുന്നത് വൈദ്യുതി ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്നതിന് തുല്യമാണ്!