

ഗുരുത്വാകർഷണം



ഭൂമിക്ക് ഗോളാകൃതിയാണല്ലോ! എങ്കിൽ എനിക്കെതിരെയുള്ള അർധഗോളത്തിൽ നിൽക്കുന്നയാൾ തലകീഴായല്ലേ നിൽക്കുന്നത്? വീണുപോകാതെ ഭൂമിയിൽ നിൽക്കാൻ അയാൾക്ക് കഴിയുന്നതെങ്ങനെയാണ്? അവിടെ മഴത്തുള്ളികൾ പതിക്കുന്നത് എങ്ങോട്ടായിരിക്കും?

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 ഭൂകേന്ദ്രത്തിലേക്കാണ്. അതുകൊണ്ടാണ് ഭൂഗുരുത്വബലത്തിന്റെ ദിശ താഴേക്ക് നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നത്. ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം ഒരു സദിശ അളവാണ്. ഭൂമിയിൽ എവിടെ നിന്നാലും നിവർന്നു നിൽക്കുന്നതായി നമുക്കനുഭവപ്പെടുന്നതിന്റെ കാരണം മനസ്സിലായല്ലോ?

- കല്ലിനു താരണം ലഭിക്കാനാവശ്യമായ ബലം എവിടെ നിന്നു ലഭിച്ചു?

ഇവയ്ക്കുത്തരം കണ്ടെത്താൻ ശ്രമിക്കാം.

ഒരു കല്ല് ചരടിൽ കെട്ടി സ്ക്രീൻ ബാലൻസിന്റെ കൊളുത്തിൽ തൂക്കിയിടൂ.

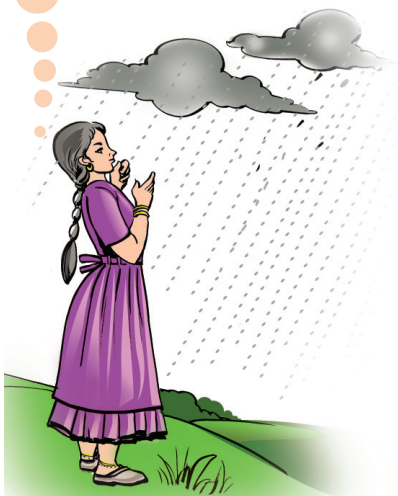
- എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?
- കല്ല് തൂക്കിയിട്ടപ്പോൾ സ്ക്രീൻ താഴോട്ടു വലിയാൻ കാരണമെന്ത്?

ഭൂമി എല്ലാ വസ്തുക്കളെയും അതിന്റെ കേന്ദ്രത്തിലേക്കു കർഷിക്കുന്നു. ഈ ആകർഷണബലമാണ് ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം.

ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം അനുഭവപ്പെടുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ കുറിക്കൂ.

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

ആകാശത്തു കാണുന്ന മേഘങ്ങൾ വർഷിക്കുന്ന ഈ മഴത്തുള്ളികൾ മുകളിലേക്കെങ്ങാനും പോയിരുന്നെങ്കിൽ നമുക്ക് വെള്ളം കിട്ടുമായിരുന്നോ? ഹാവൂ! ഭൂമിയുടെ ഗുരുത്വാകർഷണബലം രക്ഷിച്ചു!



മാസ് കുറഞ്ഞ ഒരു കല്ലും മാസ് അൽപ്പം കൂടിയ മറ്റൊരു കല്ലും എടുക്കൂ. ഇവയെ ഓരോന്നായി സ്ക്രീൻ 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?

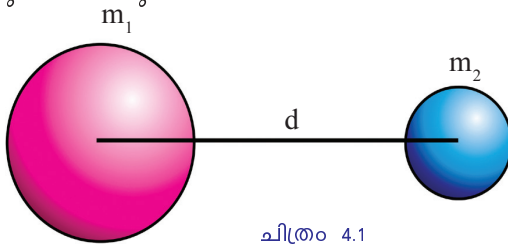
നിങ്ങൾ നടത്തിയ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽനിന്നു ഗുരുത്വാകർഷണബലം വസ്തുവിന്റെ മാസുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു എന്നു മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ. വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലമാണ് ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന മറ്റൊരു ഘടകം.

ഈ ഘടകങ്ങളെ ബന്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഒരു നിയമം ആവിഷ്കരിച്ചത് സർ ഐസക് ന്യൂട്ടനാണ്.

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

സാർവ്വത്രികഗുരുത്വാകർഷണനിയമം

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



ചിത്രം 4.1

m_1, m_2 എന്നീ മാസുകളുള്ള രണ്ടു വസ്തുക്കൾ d അകലത്തിലിരുന്നാൽ

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

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

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 $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ആണ്. ഹെൻറി കാവൻഡിഷ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ആദ്യമായി G യുടെ മൂല്യം പരീക്ഷണത്തിലൂടെ നിർണ്ണയിച്ചത്.

ന്യൂട്ടന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണനിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക (4.1) പൂർത്തിയാക്കൂ.



സർ ഐസക് ന്യൂട്ടൺ



Isaac Newton
(1642 - 1727)

ജ്യോതിശ്ശാസ്ത്രജ്ഞൻ, ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞൻ, ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞൻ, തത്ത്വചിന്തകൻ എന്നീ നിലകളിൽ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വളർച്ചയെ

തരിതപ്പെടുത്തുന്നതിൽ മുഖ്യപങ്കു വഹിച്ച 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, കെപ്ലർ, ഗലീലിയോ തുടങ്ങിയ മുൻഗാമികളുടെ കണ്ടെത്തലുകൾക്കു വ്യക്തത വരുത്തിയതും ഇദ്ദേഹമാണ്. ന്യൂട്ടന്റെ സാർവ്വത്രികഗുരുത്വാകർഷണനിയമം, ചലനനിയമങ്ങൾ എന്നിവ ഭൗതികശാസ്ത്രപഠനമേഖലയിൽ വിപ്ലവങ്ങൾ വരുത്തി. 2005 ൽ റോയൽ സൊസൈറ്റി നടത്തിയ അഭിപ്രായ സർവ്വേയിൽ 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 വസ്തുക്കളുടെയും മാസ് ഇരട്ടിയാക്കിയാലോ?
- വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം ഇരട്ടിയാക്കിയാലോ?
- വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം പകുതിയാക്കിയാലോ?
- വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള അകലം നാലിലൊന്നാക്കിയാലോ?

രാജു എന്നെ ആകർഷിക്കുന്നതിനേക്കാൾ വളരെ കൂടുതലായിരിക്കുമല്ലോ ഞാൻ രാജുവിനെ ആകർഷിക്കുന്ന ബലം!

ഈ കൊള്ളാം! കൊള്ളാം! നമ്മൾ തമ്മിലുള്ളത് പരസ്പരാകർഷണബലമല്ലേ? നമ്മൾ ഒരേ ബലത്തിലല്ലേ പരസ്പരം ആകർഷിക്കുന്നത്?



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

$$m_1 = 40 \text{ kg}$$

$$m_2 = 50 \text{ kg}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

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

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

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

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

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

$$= 0.000000133 \text{ N}$$

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?

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

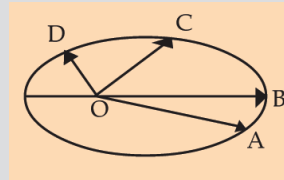


കെപ്ളറുടെ നിയമങ്ങൾ

തന്റെ മുൻഗാമിയായിരുന്ന ജോഹാൻസ് കെപ്ളറുടെ ഗ്രഹചലനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചലന നിയമങ്ങൾ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ന്യൂട്ടൺ വ്യൂൽക്രമവർഗ്ഗനിയമം 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 വർഗ്ഗം സൂര്യനിൽനിന്നുള്ള അവയുടെ ശരാശരി ദൂരങ്ങളുടെ (r) ക്യൂബിന് ആനുപാതികമായിരിക്കും. ഗണിതപരമായി $r^3 / T^2 = \text{സ്ഥിരസംഖ്യ}$.

ഇതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ന്യൂട്ടൺ വ്യൂൽക്രമവർഗ്ഗനിയമം പ്രസ്താവിച്ചത്. ഒരു ഗ്രഹം സൂര്യനുചുറ്റും 'r' ആരമുള്ള വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഭ്രമണപഥത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നു കരുതുക. ഗ്രഹത്തിന്റെ പരിക്രമണപ്രവേഗം (v) മാസ് (m), ഭ്രമണപഥത്തിന്റെ ആരം (r)

എന്നിങ്ങനെ ആയാൽ അഭികേന്ദ്രബലം $F = m \frac{v^2}{r}$ ആയിരിക്കും. ഗ്രഹത്തിന്റെ മാസ് സ്ഥിര

മായതിനാൽ $F \propto \frac{v^2}{r}$ ആയിരിക്കുമല്ലോ. ഗ്രഹം T സമയംകൊണ്ട് ഒരു പരിക്രമണം പൂർത്തി

യാക്കുന്നുവെങ്കിൽ 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?

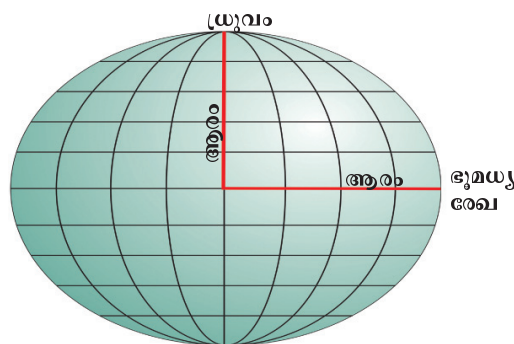
ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലം (Force of Gravity)

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

ഗുരുത്വാകർഷണനിയമമനുസരിച്ച് രണ്ടു വസ്തുക്കൾക്കിടയിലുള്ള ആകർഷണ

ബലം $G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ ആണല്ലോ. ഇവിടെ $m_1 = M$, $m_2 = m$, $d = R$ ആണല്ലോ.

ഇതിൽനിന്നു ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലിരിക്കുന്ന വസ്തുവിനും ഭൂമിക്കും ഇടയിലുള്ള ആകർഷണബലം $\frac{GMm}{R^2}$ എന്നു കണക്കാക്കാം.



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 ഉയർത്തി കൊണ്ടിരുന്നാൽ ആകർഷണബലത്തിന്റെ അളവിൽ എന്തു മാറ്റമുണ്ടാകും?

കൂടുന്നു/കുറയുന്നു

- ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽനിന്നു ഭൂകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് പോകുന്നതായി സങ്കൽപ്പിച്ചാലോ?

ഭൂഗുരുത്വാത്മരണം (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 ഭൂഗുരുത്വാത്മരണം (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 ശക്തികൂടിയ 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 പോകുന്നോറും ഗുരുത്വാകർഷണബലം ക്രമേണ കുറയും. അതുപോലെത്തന്നെ ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേക്കു പോകുന്നോറും 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 ഏതൊക്കെ യെന്നു 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.

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

$$\text{ഭൂമിയുടെ ആരം } R = 6.4 \times 10^6 \text{ m.}$$

ഇനി g യുടെ മൂല്യം കണ്ടുപിടിക്കാമോ?

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



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

$$= 9.8 \text{ m/s}^2$$

ഭൂമിക്ക് യഥാർത്ഥ ഗോളാകൃതിയില്ലാത്തതിനാൽ ഭൂമിയുടെ ആരം എല്ലാ ഭാഗത്തേക്കും ഒരുപോലെയാണെന്നു കണ്ടല്ലോ.

- g യുടെ മൂല്യം ഭൂമിയിൽ എല്ലായിടത്തും ഒരുപോലെയായിരിക്കുമോ?
- 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?

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

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

$$19.66 = 0 \times 2 + \frac{1}{2} \times g \times 2 \times 2$$

$$19.66 = 2g$$

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

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

- 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 'തുവലും നാണയവും' പരീക്ഷണം മുഖേന ഐസക് ന്യൂട്ടൺ ഇതു തെളിയിച്ചു.

ചിത്രം 4.3 ൽ സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ നീളം കുടിയതും രണ്ടറ്റവും അടഞ്ഞതുമായ ഒരു സുതാര്യ ഗ്ലാസിൽ ന്യൂട്ടൺ ഒരു തുവലും ഒരു നാണയവും നിക്ഷേപിച്ചു. ഗ്ലാസിനെ ലംബമായി പിടിച്ച ശേഷം പെട്ടെന്ന് തലകീഴായി നിർത്തി. ആദ്യം നാണയവും അൽപ്പം കഴിഞ്ഞ് തുവലും താഴെ എത്തി. ഗ്ലാസിനുള്ളിലെ വായു മുഴുവൻ നീക്കിയ ശേഷം പരീക്ഷണം ആവർത്തിച്ചപ്പോൾ തുവലും നാണയവും ഒരുമിച്ചു പതിക്കുന്നതായി കണ്ടു.

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

ഒരു കല്ല് താഴേക്കു പതിക്കുമ്പോൾ ഭൂമി കല്ലിനെ ആകർഷിക്കുന്നതു പോലെ കല്ല് ഭൂമിയെയും ആകർഷിക്കുമല്ലോ. എന്നാൽ കല്ല് താഴോട്ടു വീഴുന്നതല്ലാതെ ഭൂമി മുകളിലേക്ക് ഉയരാനില്ലല്ലോ.

ചന്ദ്രനിലെ g യുടെ മൂല്യം

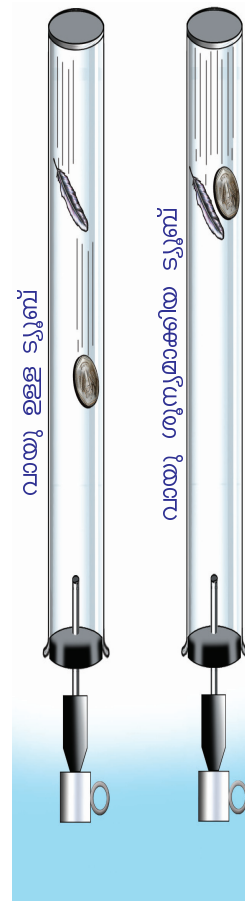
ചന്ദ്രന്റെ മാസ് M ഉം ആരം R ഉം എങ്കിൽ ചന്ദ്രനിലെ g യുടെ മൂല്യം

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

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

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

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



ചിത്രം 4.3

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 താരണം എങ്ങനെയായിരിക്കുമെന്ന് നോക്കാം. ഭൂമിയുടെ മാസ് M ഉം കല്ലിന്റെ മാസ് m ഉം ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. അവ തമ്മിൽ പരസ്പരാകർഷണത്തിലായതിനാൽ അവയ്ക്ക് തുല്യബലമല്ലേ അനുഭവപ്പെടുക? അതിനാൽ ഭൂമിക്ക് ലഭിക്കുന്ന താരണം $a_{ഭൂമി} = \frac{F}{M}$ ഉം

കല്ലിനുണ്ടാകുന്ന താരണം $a_{കല്ല്} = \frac{F}{m}$ ഉം ആയിരിക്കുമല്ലോ.

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

ഭൂഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിന്റെ മാത്രം സ്വാധീനത്തിൽ ഭൂമിയിലേക്കു പതിക്കുന്ന വസ്തുക്കളുടെ താരണം എപ്രകാരമായിരിക്കും? സമതാരണം/അസമതാരണം

സമതാരണത്തിലുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് ചലനസമവാക്യങ്ങൾ ബാധകമാകില്ലേ? നാം മുമ്പുപഠിച്ച ചലനസമവാക്യങ്ങൾ എഴുതിനോക്കൂ.

1.
2.
3.

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

- a) തറയിൽ സ്പർശിക്കുന്നതിന് തൊട്ടുമുമ്പ് 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

$$\begin{aligned} \text{ആകർഷിക്കുന്ന ബലം } F &= \frac{GMm}{R^2} \\ &= m \times \frac{GM}{R^2} \end{aligned}$$

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

$$F = mg \text{ ആയിരിക്കും.}$$

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



ചിത്രം 4.4

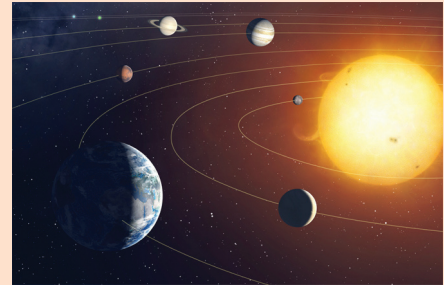
മാസ് അളക്കുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണമാണ് സാധാരണ ത്രാസ് (കോമൺ ബാലൻസ്). ഭാരം അളക്കുന്നതിന് സ്പ്രിങ് ത്രാസും ഉപയോഗിക്കുന്നു.

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



സൗരയൂഥവും ഗുരുത്വാകർഷണബലവും

സൗരയൂഥത്തിൽ ഗ്രഹങ്ങളെല്ലാം സൂര്യനെ പരിക്രമണം ചെയ്യുകയാണ്. 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).

$$F = mg \text{ ആയതിനാൽ}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg wt} &= 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \\ &= 9.8 \text{ kgm/s}^2 \\ &= 9.8 \text{ N} \end{aligned}$$

അതായത് $1 \text{ kg wt} = 9.8 \text{ N}$ 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 വെച്ചാൽ 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?

$$\begin{aligned}\text{ഭൂമിയിലെ ഭാരം} &= mg \\ &= 60 \times 9.8 = 588 \text{ N}\end{aligned}$$

$$1 \text{ kg wt} = 9.8 \text{ N ആയതിനാൽ}$$

$$\text{ഭൂമിയിലെ ഭാരം} = \frac{588}{9.8} \text{ kg wt} = 60 \text{ kg wt}$$

$$\begin{aligned}\text{ചന്ദ്രനിലെ ഭാരം} &= m \times \text{ചന്ദ്രനിലെ } g \text{ യുടെ മൂല്യം} \\ &= 60 \times 1.62 = 97.2 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1 \text{ kg wt} &= 9.8 \text{ N ആയതിനാൽ} \\ &= \frac{97.2}{9.8} \text{ kg wt} = 9.918 \text{ kg wt}\end{aligned}$$

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

ചേട്ടൻ 4 മീറ്റർ ഉയരമല്ലെ ചാടിയുള്ളൂ. ചേട്ടന് വേണമെങ്കിൽ 24 m ചാടാം. പക്ഷേ, ചന്ദ്രനിൽ ചെല്ലണമെന്നു മാത്രം.



ഒരു വസ്തുവിന്റെ ഭാരം അതു സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സ്ഥലത്തെ ഗുരുത്വാകർഷണത്തെ (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?

അടപ്പിളാത്ത 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 ഗുരുത്വാകർഷണതുരണത്താൽ നിർബാധം പതിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ത്രാസിന് പ്രതിബലം തരാൻ കഴിയാത്തതാണ് ഭാരമില്ലായ്മ (Weightlessness) തോന്നാൻ കാരണം. നാം സ്പർശിച്ചുനിൽക്കുന്ന തരയിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്ന പ്രതിബലമാണ് ഭാരമായി അളക്കുന്നത്.

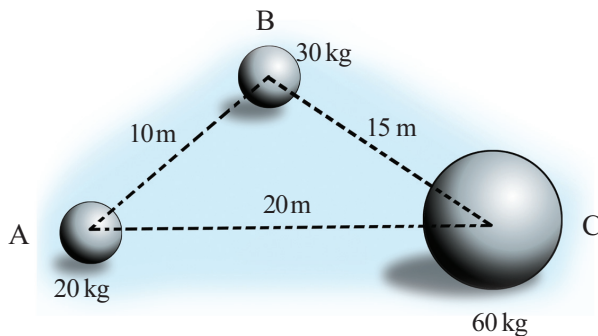


വിലയിരുത്താം

1. രണ്ടു വസ്തുക്കൾ തമ്മിലുള്ള ദൂരം മൂന്നു മടങ്ങാക്കിയാൽ അവ തമ്മിലുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണബലം എത്ര മടങ്ങാകും?
(ഒൻപതു മടങ്ങ്, മൂന്നു മടങ്ങ്, മൂന്നിലൊന്ന്, ഒൻപതിലൊന്ന്)
2. ഭൂമധ്യരേഖയ്ക്കടുത്തുവെച്ച് മാസും ഭാരവും നിർണയിച്ച ഒരു വസ്തു ഭൂമിയുടെ ധ്രുവപ്രദേശത്തു വെച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ശരിയായ പ്രസ്താവന ഏത്?



- 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. $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
4. a) മാസ്, ഭാരം എന്നീ പദങ്ങൾക്കൊണ്ട് എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത്?
 b) ഇവ അദിശമാണോ സദിശമാണോ? കാരണമെന്ത്?
 c) ഒരു വസ്തുവിന്റെ മാസ് 30 kg ആണ്. ഇതിന് ഭൂമിയിലെ ഭാരമെത്ര? ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$).
 d) ഈ വസ്തുവിനെ ചന്ദ്രനിലെത്തിച്ചാൽ അവിടെ വസ്തുവിന്റെ ഭാരം എത്രയായിരിക്കും? ($g = 1.62 \text{ m/s}^2$).
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 നിർണ്ണയിക്കുക.

ഗ്രഹം	ഓരോ ഗ്രഹത്തിലെയും ഗുരുത്വാകർഷണതാരണം 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

