ඒකකය - 02 : යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

නිපුණතා මට්ටම්

2.3 වසතුවක චලිතය විශ්ලේෂණය කිරීම සඳහා චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ නියමභාවිත කරයි.

විෂය අන්තර්ගතය

- බලය සහ චලිතය
- ස්කන්ධය
- අවස්ථිති ස්කන්ධය
- ගුරුත්වජ ස්කන්ධය
- අවස්ථිති සහ අවස්ථිති නොවන රාමු
- චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ පළමු වැනි නියමය
- ගම්‍යතාව
- චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය
- F = ma සමීකරණය ලබා ගැනීම
- නිව්ටනය අර්ථ දැක්වීම
- ආවේගය හා ආවේගී බල
- රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය
- ප්‍රත්‍යාස්ථ සහ අප්‍රත්‍යාස්ථ ගැටුම්
- චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ තුන්වැනි නියමය
- නිව්ටන්ගේ නියමවල යෙදීම්
- ස්වයං සීරු මාරු බල

- ආතතිය
- තෙරපුම/ සම්පීඩනය
- ඝර්ෂණය
- ස්ථිතික ඝර්ෂණය
- සීමාකාරී ඝර්ෂණය
- ගතික ඝර්ෂණය
- නිදහස් බල සටහන්

කේ.කේ. එරන්ද කුලසේකර

රත්නාවලී මහ විද්‍යාලය , මත්තමගොඩ.

වස්තුවක අවස්ථිතිය

වස්තුවක පවතින චලිත ස්වභාවය වෙනස් කර ගැනීමට දක්වන අකමැත්ත අවස්ථිතියයි.

01. ඔබ බස් රථයක ගමන් ගන්නා විට ඔබගේ වේගය බසයේ වේගයට සමාන වේ. නමුත් බසය හදිසියේ තිරිංග යොදා නතර කරනු ලැබූ අවස්ථාවක් සිතන්න. ඔබගේ වේගය කලින් බසයේ තිබූ වේගයම වන බැවින් ඔබ ඉදිරියට විසි වී යයි. මෙසේ වන්නේ පවතින වේගය වෙනස් කරගැනීමට දක්වන අකමැත්ත නිසා බව සිතන්න. ඔබගේ ස්කන්ධය වැඩි නම් ඔබ ඉදිරියට විසිවීම නැවත්වීමට වැඩි බලයක් අවශ්‍ය වනු ඇත.

02. මෝටර් රථයක ස්කන්ධය වැඩි වූ විට එය චලනය කිරීමට වැඩි බලයක් අවශ්‍ය වේ.

මේ අනුව පැහැදිලි වන්නේ අවස්ථිතිය එහි ස්කන්ධය මත රඳා පවතින බවයි.

* වස්තුවක ස්කන්ධය එහි පිහිටීම මත රදා නොපවතී. එය නිශ්චිත අගයක් ගනියි.

* අවස්ථිතිය උපයෝගී කර ගනිමින් මනිනු ලබන ස්කන්ධය අවස්ථිති ස්කන්ධය ලෙස හඳුන්වයි.

* අවස්ථීති ස්කන්ධය කෙරෙහි ගුරුත්වයේ බලපෑමක් සිදු නොවන බැවින් ගුරුත්වයෙන් පිටත සිටද නිවැරදි ලෙස ස්කන්ධ මැනිය හැකිය.

ගුරුත්වජ ස්කන්ධය:

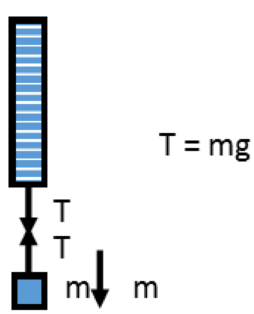
ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් තුල දී තුලාවක් භාවිතයෙන් මනිනු ලබන ස්කන්ධ ගුරුත්වජ ස්කන්ධ වෙයි.

උදා:	ගුවන් ගත වීම සඳහා ධාවන පථයක දිවෙන අහස් යානයක ප්‍රවේගය පෘතුවිය මත යම් ලක්ෂයකට සාපේක්ෂව වැඩි වෙයි.

නමුත් ගුවන් යානයට සාපේක්ෂව මගියාගේ වේගය නිශ්වලව පවතී. එබැවින් මගියාට සාපේක්ෂ ගුවන් යානය නිශ්වල රාමුවකි. එය අවස්ථීති නිර්දේශ රාමුවක් ලෙස හඳුන්වයි.

යම් කිසි අවල රාමුවකට සාපේක්ෂව අවස්ථීතිය මනිනු ලබයි. නමුත් එවැනි නිෂ්වල රාමු නොමැති බැවින් සාපේක්ෂව නිසල රාමු අවස්ථීතික රාමු ලෙස සැලකේ.

අවස්ථීති රාමුව



* මෙසේ අචල යැයි සලකන අවස්ථිති නිර්දේශ රාමු තුළදී බල පිළිබඳ නිව්ටන් නියම වලංගු වේ.

* මගියාගේ චලිතයට පෘතුවිය මත ලක්ෂයක් නිර්දේශ රාමුව ලෙස තෝරා ගත් විට එය අවස්ථිතික නොවන නිර්දේශ රාමුවකි.

චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන් නියම

1 වන නියමය

වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් මත භාහිර අසන්තුලිත බලයක් (සම්ප්‍රයුක්ත බලයක්) ක්‍රියා නොකරයි නම් එම වස්තුව නිසලතාවයෙන් හෝ ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් චලිත වෙමින් හෝ පවතී.

2වන නියමය

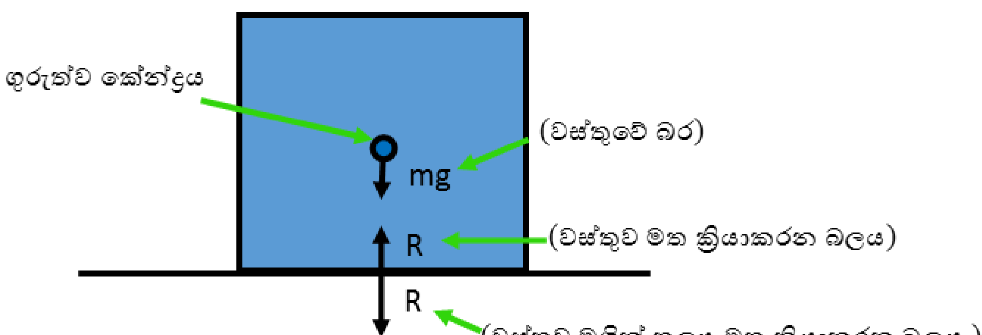
වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් මත භාහිර අසන්තුලිත බලය, එම බලයේ දිශාව ඔස්සේ එම වස්තු පද්ධතියෙහි ගම්‍යතාව වෙනස් වන සීඝ්‍රතාවයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. (ගම්‍යතාව යනු ස්කන්ධයේත්, ප්‍රවේගයේත් ගුණිතය වේ. එය ප්‍රවේගයේ දිශාවට පවතින දෛශිකයක් වේ.)

3වන නියමය

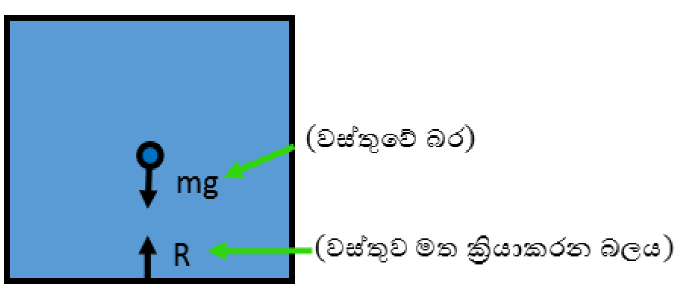
වස්තුවක් මතට යොදනු ලබන සෑම ක්‍රියාවකටම විශාලත්වයෙන් සමාන වූද, දිශාවෙන් ප්‍රති විරුද්ධ වූද බලයක් (ප්‍රතික්‍රියාවක්) වස්තුව මගින් යොදනු ලැබේ.

නිව්ටන්ගේ පළමු නියමය අනුව අසංතුලිත බලය පැහැදිලි කිරීම.

තිරස් තලයක් මත ඇති වස්තුවක් සළකමු.



වස්තුව මත ක්‍රියාකරන බල පමණක් සැලකූවිට,

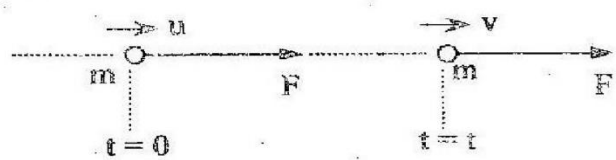


වස්තුව නිසලව පැවතීම සඳහා $R = mg$

එනම් අසංතුලිත බලය ශුන්‍ය විය යුතු වේ.

නිව්ටන් දෙවන නියමය භාවිතයෙන් F = m a ලබා ගැනීම.

u ප්‍රවේගයකින් ගමන් ආරම්භ කල වස්තුවක් F නියත බලයක් යටතේ t කාලයක් චලනය වී v ප්‍රවේගයක් ලබා ඇති අවස්ථාවක් සලකමු .



පෙර ගම්‍යතාව =......................

පසු ගම්‍යතාව =.......................

t කාලයකට පසු ගම්‍යතා වෙනස = පසුගම්‍යතාව - පෙර ගම්‍යතාව

=..

=..

ගම්‍යතා වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාව = $\dfrac{\text{..........................}}{\text{..........................}}$

තවද වස්තුවේ ත්වරණය = $\dfrac{\text{ප්‍රවේග වෙනස}}{\text{කාලය}}$

1 සමීකරණයට අනුව ,

ගම්‍යතා වෙනස්වීමේ සීඝ්‍රතාව = $m\overrightarrow{a}$

නිව්ටන් 2වන නියමයෙන් කියවෙන්නේ වස්තුවේ ගම්‍යතා වෙනස්වීමේ සීඝ්‍රතාව එම දිශාව ඔස්සේ යෙදෙන බාහිර සම්ප්‍රයුක්ත බලය (F) ට අනුලෝමව සමානුපාතික වන බවයි

එමනිසා ,

$$\overrightarrow{F} \propto m\overrightarrow{a}$$

$$\overrightarrow{F} = k\,\overrightarrow{ma}$$

මෙහි k =1 වන පරිදි බලය (F) මැනීම සඳහා නිව්ටන් (N) නමැති ඒකකය අර්ථ දක්වා තිබේ.

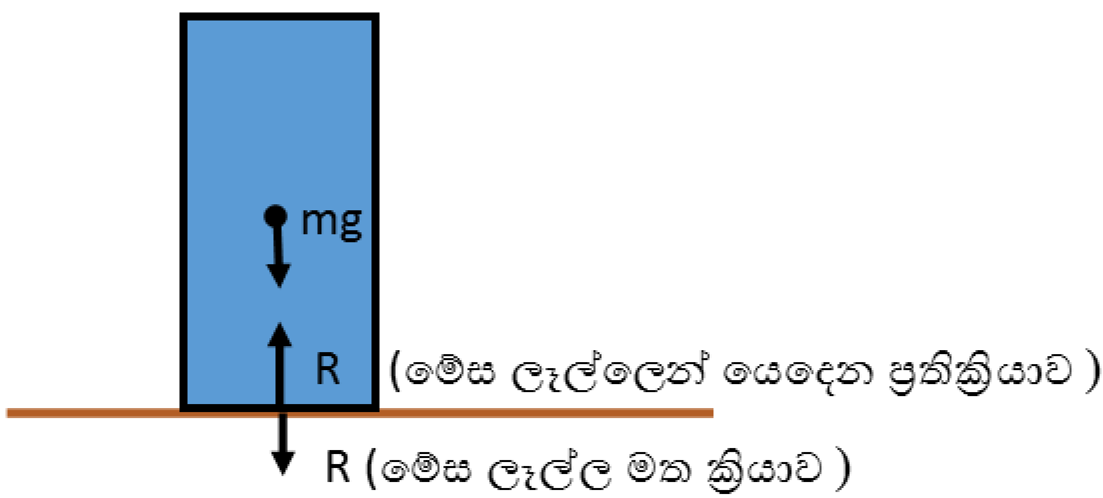
නිව්ටනය (1 N)

…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………

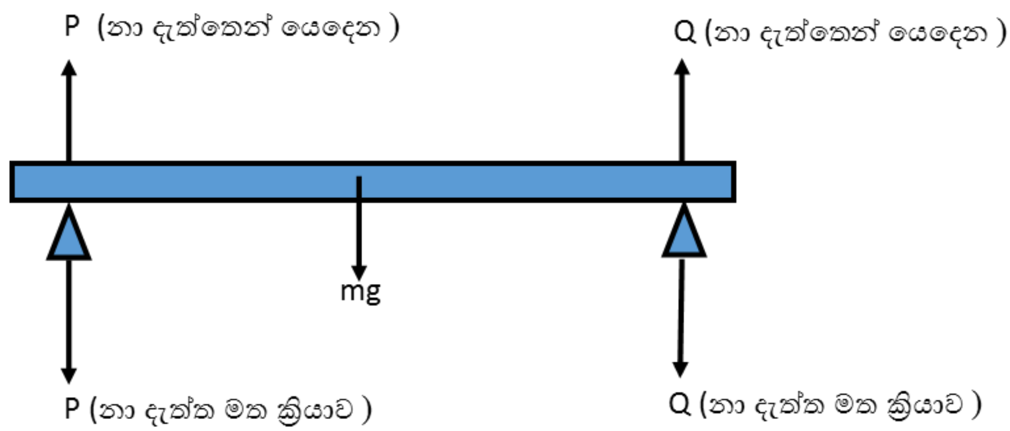
නිව්ටන්ගේ තුන්වන නියමය යටතේ ක්‍රියාව හා ප්‍රතික්‍රියාව දැක්වීම

(සෑම ක්‍රියාවකටම සමාන වුත් ප්‍රතිවිරුද්ද වුත් ක්‍රියාවක් ඇත.)

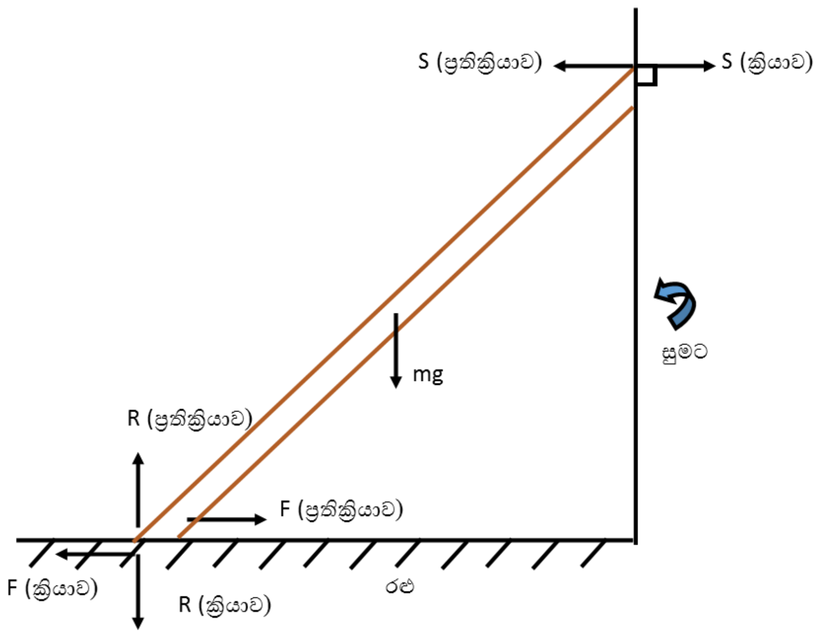
1.මේස ලෑල්ලක් මත ඇති වස්තුවක් සළකමු.



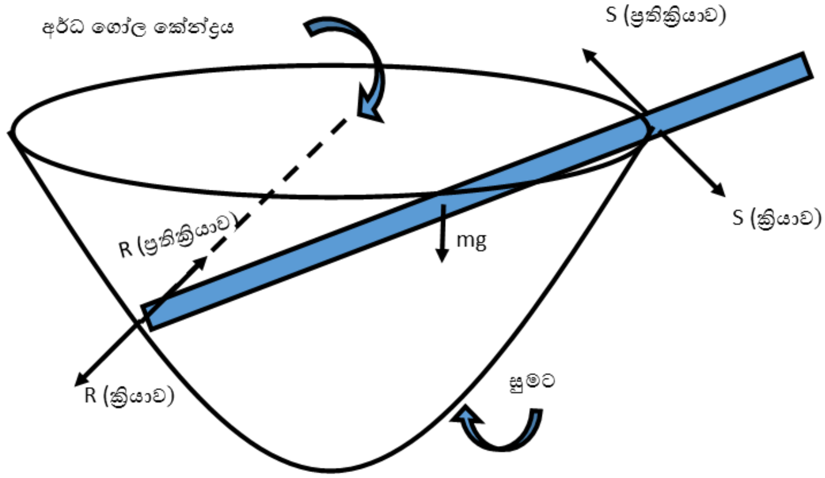
2. නා දැති දෙකක් මත ඇති තිරස් දණ්ඩක් සලකමු



3. බිත්තියක් හා පොලව අතර තබා ඇති දණ්ඩක් සලකමු



4. සුමට අර්ධ ගෝලාකාර පාත්‍රයක දමා ඇති දණ්ඩක් සලකමු



අභ්‍යාස

1.නිශ්චලතාවයේ ඇති ස්කන්ධය 40 kg වූ වස්තුවක් මත තිරස්ව F බලයක් යෙදීම මඟින් තත්පර 5 කට පසු 10 ms^{-1} ප්‍රවේගය ලබා ගනී.

i) වස්තුවේ ත්වරණය
ii) තත්පර 5 කදී ගමන් කළ දුර
iii) වස්තුව මත යෙදුනු F බලය සොයන්න

2. සිරස්ව පහලට ගමන් කරන 20 kg වූ පැරෂුටයක 60 kg වූ ගුවන් බටයෙක් එල්ලී සිටී. වායු ප්‍රතිරෝධය මඟින් 500 N බලයක් සිරස්ව ඉහළට ඇති වේ. ගුවන් බටයා එල්ලී සිටින තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න. ($g = 10ms^{-2}$ ලෙස සළකන්න)

3. රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට සැහැල්ලු කප්පියක් වටා යැවූ සැහැල්ලු තන්තුවක් යැවීමෙන් දෙකෙලවරට m_1 හා m_2 ස්කන්ධ

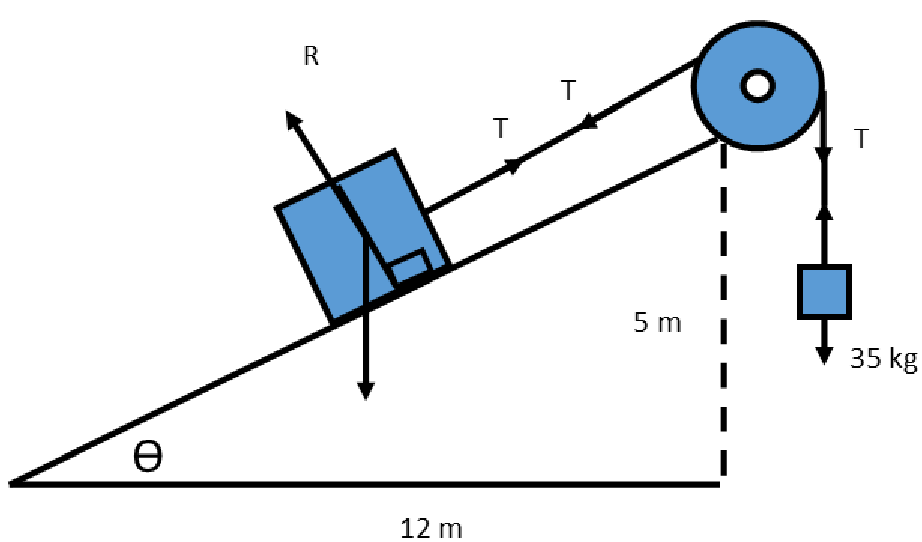
එල්වා ඇත. $m_1 > m_2$ වේ නම් මෙම පද්ධතිය නිදහසේ අතහැරිය විට ලබා ගන්නා,

i.) පොදු ත්වරණය,

ii.) තන්තුවේ ආතතියත් (T)

iii.) කප්පිය එල්ලා ඇති තන්තුවේ ආතතිය (T`) සොයන්න.

4. රූපයේ දැක්වෙන ලෙස මත ස්කන්ධය සුමට ආනත තලයක් 65 kg ක් වූ ඝණාකාර වස්තුවක් තබා ඇත. එයට ගැට ගැසූ තන්තුවක්, ආනත තලය මුදුනේ ඇති සුමට කප්පියක් මතින් යවා තන්තුවේ අනෙක් කෙලවරට 35 kg වස්තුවක් ගැට ගසා ඇත. එම තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න. (ආනත තලයේ දිග 13m ද සිරස් උස 5m ද බව සලකන්න.)

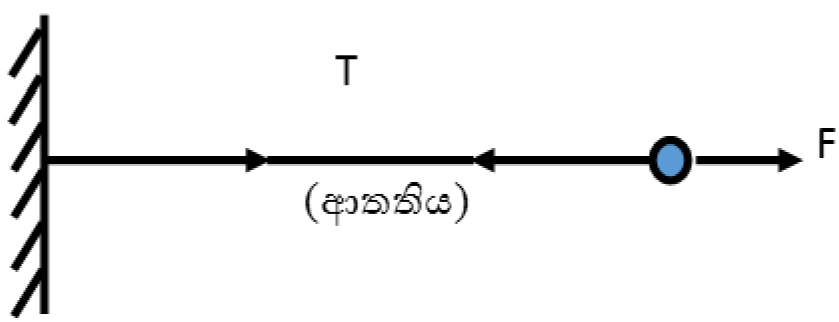


ස්වයං සීරු මාරු බල

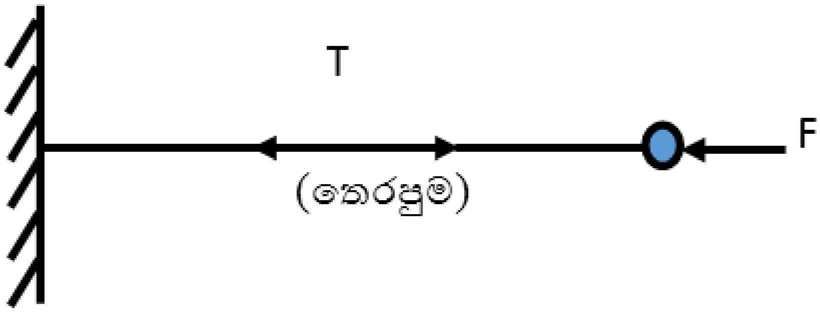
ආතතිය හා තෙරපුම

ආතතිය හා තෙරපුම බාහිරින් යොදනු ලබන බලයක විශාලත්වය හෝ දිශාව වෙනස් කිරීමත් සමඟම ඉබේ වෙනස් වන්නා වූ බල, ස්වයං සීරු මාරු බල ලෙස හඳුන්වයි

උදා : තන්තුවක ආතතිය



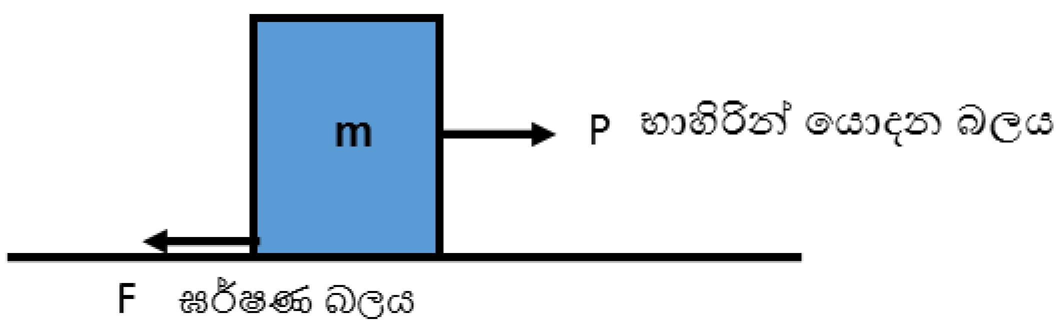
දණ්ඩක තෙරපුම



තන්තුවේ කෙලවරක් මතට තන්තුව ඇදෙන ආකාරයට ශුන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන “F” බලයක් බාහිරින් යෙදූ විට තන්තුවේ T ආතතියද ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ.

සර්ෂණ බලය

එකිනෙකට ස්පර්ශව පවතින පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර සාපේක්ෂ චලිතයක් පවතින විට හෝ එවැනි පෙළඹවීමක් පවතින විට, එයට එරෙහිව ස්පර්ෂ පෘෂ්ඨ ඔස්සේ ක්‍රියා කරන බලය සර්ෂණ බලය වේ. සර්ෂණ බලය ස්වයං සීරු මාරු බලයකි.



රළු තල පෘෂ්ඨය මත ඇති ස්කන්ධය මත තලයට සමාන්තරව ශුන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි වන ආකාරයට P බලයක් යොදන විට, ස්කන්ධය මතට රළු පෘෂ්ඨය මඟින් F ඝර්ෂණ බලය යෙදේ . එක්තරා සීමාවක් දක්වා P හි විශාලත්වය F හි විශාලත්වයට සමාන වේ. එනම් එම සීමාව දක්වා සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශුන්‍ය ව පවතින බැවින් ස්කන්ධය නිසලව පවතී.

* මෙම අවස්ථාවේ ක්‍රියාකරන ඝර්ෂණ බලය ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලයයි. P හි විශාලත්වය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරගෙන යන විට එක් අවස්ථාවකදී F හි අගය උපරිම වේ.

* මේ වන විට වස්තුව චලිත වීමට ඉතාම ආසන්නව සමතුලිතව පවතී.

* මෙම අවස්ථාව සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාව ලෙස හඳුන්වයි.

* මෙම අවස්ථාවේදී වස්තුව මතට යෙදෙන උපරිම ඝර්ෂණ බලය (F උපරිම) ලෙසත් එය සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය (F සීමා) ලෙසත් හඳුන්වයි.

* මෙම උපරිම ඝර්ෂණ බලයට වඩා ස්වල්ප වශයෙන් හෝ P හි අගය විශාල කිරීමෙන් වස්තුව චලිත වීම ආරම්භ කරයි.

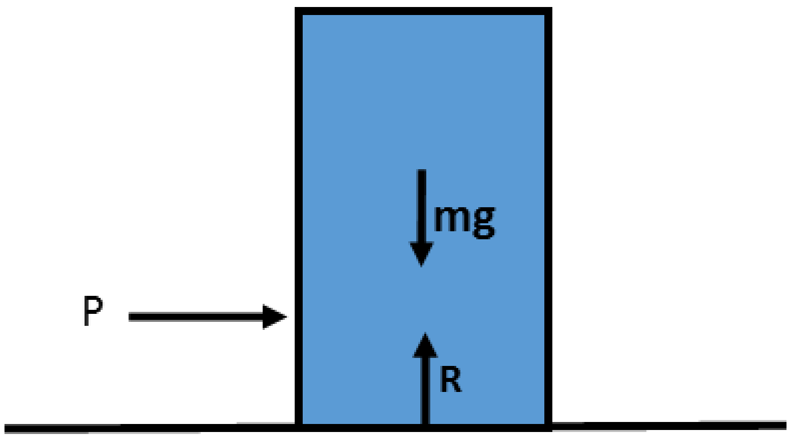
* චලනය වන වස්තුවක් මත ක්‍රියාකරන ඝර්ෂණ බලය ගතික ඝර්ෂණ බලය ලෙස හඳුන්වයි.

සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය > ගතික ඝර්ෂණ බලය

· සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය, අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව (R) ට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

මෙහි μ යනු රළු පෘෂ්ඨය හා වස්තුව අතර ඝර්ෂණ සංගුණකයයි.

$$F_{සීමා} = \mu R$$



* මේ අනුව μ ට ඒකක නැත.

* සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලයේ විශාලත්වය, රළු පෘෂ්ඨය හා ස්පර්ෂවන වස්තුවේ වර්ගඵලය මත රඳා නොපවතී.

* සුමට පෘෂ්ඨය මත තබා ඇති m ස්කන්ධය මත තලයට සමාන්තරව ශුන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩි වන P බලයක් යොදනවාත් සමඟම ස්කන්ධය තලය දිගේ චලිත වීම ආරඹයි. එසේ වන්නේ සුමට පෘෂ්ඨ මගින් චලිතයට විරුද්ධව ඝර්ෂණ බලයක් ඇති නොකරන බැවින්ය.

අභ්‍යාස

1. 12 kg වූ වස්තුවක් රළු මේසයක් මත තබා ඇත. 50 N බලයක් තලයට සමාන්තරව වස්තුව මත යෙදීමෙන් එය චලිත වීමට පටන් ගනී. පෘෂ්ඨයේ ඝර්ෂණ සංගුණකය 1/4 නම්,

i.) වස්තුව ගමන් කරන ත්වරණය

ii.) තත්පර 15 කදී යන දුරත් සොයන්න.

2. රළු තිරස් තලයක තබා ඇති 25 kg ස්කන්ධය ඇති වස්තුවක් මත තිරසට 30 ක් ආනතව ඉහල සිට 100 N ක බලයක් යොදනු ලැබේ. ඝර්ෂණ සංගුණකය 1/5 නම්,

i.) සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය සොයන්න.

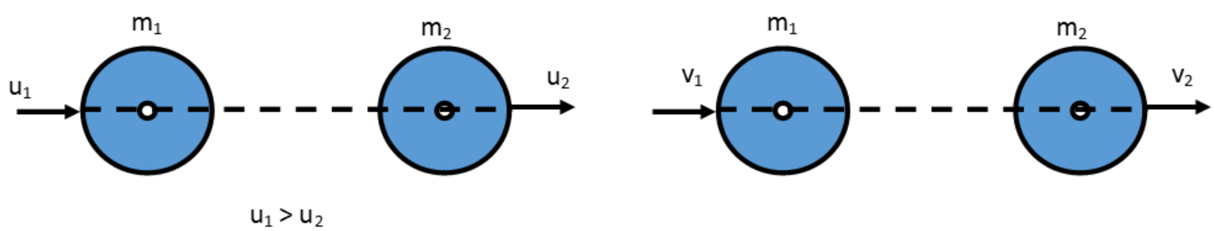
ii.) වස්තුව චලිතය අරඹන ත්වරණය සොයන්න.

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය

වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් මත සලකනු ලබන දිශාවක් ඔස්සේ බාහිර අසංතුලිත බලයක් (ආවේග බලයක්) ක්‍රියා නොකරයි නම් එම සලකන ලද දිශාව ඔස්සේ එම පද්ධතියේ රේඛීය ගම්‍යතාව සංස්ථිතික වේ. (නොවෙනස්ව පවතී)

සරල ගැටුම්

ගැටෙන වස්තූන් දෙකේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍ර දෙක යා කරන සරල රේඛාව ඔස්සේ පමණක් ප්‍රවේග පවත්වා ගනිමින් ඒවා අතර සිදුවන ගැටුමක් සරල ගැටුමකි.



ගැටුමට මොහොතකට පෙර ගැටුමට මොහොතකට පසු

ගැටුම සඳහා ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය යෙදීමෙන්,

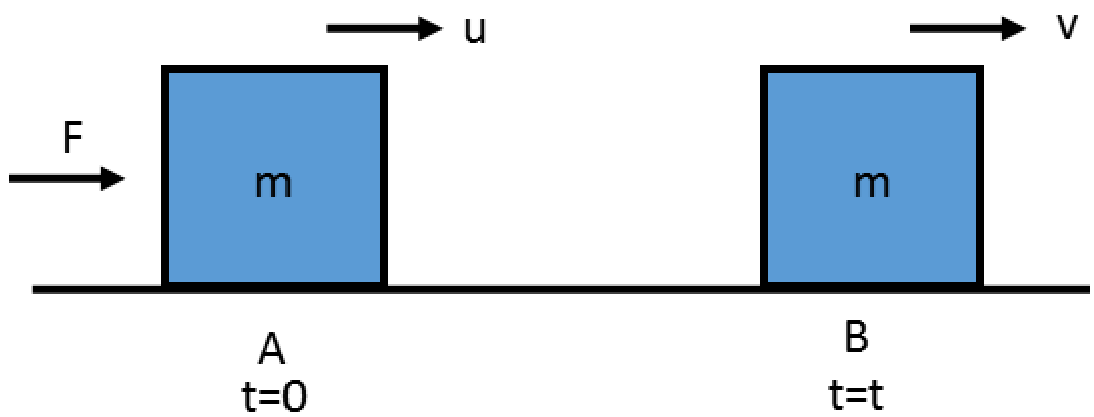
ගැටුමටපෙර පද්ධතියේ ගම්‍යතාව = ගැටුමටපසු පද්ධතියේ ගම්‍යතාව

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

අභ්‍යාස

1. සුමට තිරස් තලයක් මත නිශ්චලව ඇති කුඩා ට්‍රොලියක ස්කන්ධය 3kg වේ. $2ms^{-1}$ ප්‍රවේගයෙන් ගමන් ගන්නා ස්කන්ධය 1 kg වන වෙනත් ට්‍රොලියක් නිශ්චල ට්‍රොලිය හා ගැටී එකිනෙක සංයුක්තව චලනය වේ. ගැටුමෙන් පසු පද්ධතියේ ප්‍රවේගය සොයන්න

ආවේගය හැඳින්වීම



t = 0 විට m ස්කන්ධයේ ගම්‍යතාව = mu

t = t විට ගම්‍යතාව = mv

t කාලය තුලදී ගම්‍යතා වෙනස = mv - mu

ඒකක කාලයකදී ගම්‍යතා වෙනස = m (v- u) /t

නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව

$$F = (mv - mu)/t$$

$$Ft = mv - mu$$

ආවේගය = $Ft = (mv-mu)$

ආවේගී බලය සඳහා උදාහරණ

ක්‍රිකට් ක්‍රීඩකයෙක් පන්දුවට පිත්තෙන් පහරදෙන විට පිත්ත මත ද එම පන්දුව තවත් ක්‍රීඩකයෙක් උඩ පන්දුවක් ලෙස අල්ලා ගන්නා විට ඔහුගේ දෑත මතද ආවේගී බල යෙදේ.

අභ්‍යාස

01.හරස්කඩ වර්ගඵලය 12cm^2 වූ ජල නලයකින් එයට ඉදිරියේ ඇති බිත්තියකට ලම්බකව 40 ms^{-2} වේගයෙන් ජල පහරක් වදී. ජල පහර බිත්තිය සමඟ ගැටී පවතින කාලය තත්පර 0.1 කි. ගැටුමෙන් පසු ජලය බිත්තිය දිගේ පහලට බේරී යයි. ජල පහර නිසා බිත්තිය මත යෙදෙන ආවේගී බලය සොයන්න. (ජලයේ ඝනත්වය 1000 $kgms^{-2}$ ලෙස ගන්න.)