Explore the World with a New Vision...

Unit 02

Part V

Advanced Level Examination

PHYSICS

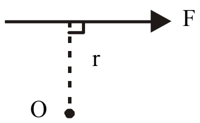
යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

Mechanics

සැකසුම : සමිත රත්නායක

ලක්ෂ්‍යයක් වටා බලයක ඝූර්ණය (ව්‍යාවර්තය) – τ
[Moment of force (Torque)]

ලක්ෂ්‍යයක් වටා බලයක ඝූර්ණය අර්ථ දක්වා ඇත්තේ බලයේත්, බලයේ ක්‍රියා රේඛාවට අදාළ ලක්ෂ්‍යයේ සිට ඇති ලම්බ දුරේත් ගුණිතය ලෙසය.



O ලක්ෂ්‍යය වටා F බලයේ ඝූර්ණය τ නම්,

$$\tau = Fr \qquad [\tau] = ML^2T^{-2}$$

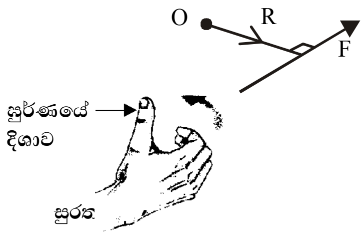
Nm

- ඝූර්ණයක් නිසා වස්තුවකට කරකැවීමේ පෙළඹුමක් ඇති වේ.
- Nm = J වුවද ඝූර්ණය ජූල් වලින් මනිනු නොලැබේ.

ඝූර්ණයේ දිශාව – [Direction of torque]

ඝූර්ණය දෛශික රාශියක් වන අතර එහි දිශාව සෑම විටම පිහිටන්නේ බලයේ ක්‍රියා රේඛාවෙන් හා ඝූර්ණ ගනු ලබන ලක්ෂ්‍යයෙන් නිර්මාණය වන තලයට ලම්බකවය. එය එම තලය තුලටද නැතහොත් ඉන් ඉවතටද යන්න පහත දැක්වෙන පරිදි සුරත භාවිතයෙන් සෙවිය හැකිය.

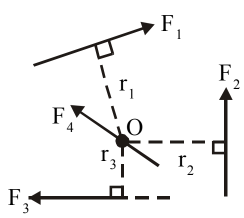
සුරතේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්බකව තබා එම ඇඟිලි, ඝූර්ණය නිසා වස්තුව භ්‍රමණය වීමට පෙළඹෙන දිශාවට යොමු කළ විට මහපට ඇඟිල්ල යොමු වී ඇති දිශාවෙන් ඝූර්ණයේ දිශාව ලැබේ.



- පහසුව තකා එක් දිශාවකට වස්තුව භ්‍රමණය කිරීමට පොළඹවන ඝූර්ණ (+) ලෙසද ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට වස්තුව භ්‍රමණය කිරීමට පොළඹවන ඝූර්ණ (–) ලෙසද සලකනු ලැබේ.

සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය – [Resultant torque]

ඒකතල බල පද්ධතියක යම් ලක්ෂ්‍යයක් වටා සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය සෙවීමේදී එක් දිශාවකට ඇති ඝූර්ණ ධන ලෙස සලකා සියළු බලවල ඝූර්ණයන්ගේ දෛශික ඓක්‍ය ලබා ගත යුතුය.



දක්වා ඇති ඒකතල බල පද්ධතියේ O වටා සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය τ නම්,

i. කඩදාසිය තුලට ඇති ඝූර්ණ (+) ලෙස සලකා,

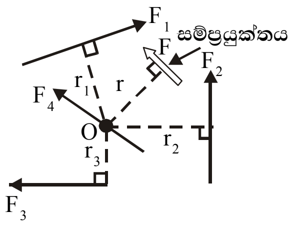
$$\otimes \; \tau = +F_1r_1 - F_2r_2 + F_3r_3 + F_4 \times 0$$

ii. දක්ෂිණාවර්තව වස්තුව භ්‍රමණය කිරීමට පොළඹවන ඝූර්ණ (+) ලෙස සලකා,

$$\curvearrowright \tau = +F_1r_1 - F_2r_2 + F_3r_3 + F_4 \times 0$$

ඝූර්ණ පිළිබඳ මූලධර්මය – [Theorem of moments]

"ඒකතල බල පද්ධතියකට සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ඇති අවස්ථාවක ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා බල මගින් ඇති කරන <u>සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය</u>, එම ලක්ෂ්‍යය වටා <u>සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ඝූර්ණයට</u> සමාන වේ."



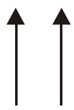
දක්ෂිණාවර්තව වස්තුව භ්‍රමණය කිරීමට පොළඹවන ඝූර්ණ (+) ලෙස සලකා O වටා ඝූර්ණ පිළිබඳ මූලධර්මය යෙදීමෙන්,

$$\underbrace{+F_1 r_1 - F_2 r_2 + F_3 r_3}_{\text{සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය}} = \underbrace{-Fr}_{\text{සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ඝූර්ණය}}$$

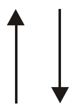
- ඝූර්ණ ගනු ලැබුවේ සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ක්‍රියා රේඛාව මත පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක් වටා නම් එම ලක්ෂ්‍යය වටා සම්ප්‍රයුක්ත බලයට ඝූර්ණයක් ඇති කල නොහැකි බැවින් සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය ශුන්‍යයට සමාන වේ.

සමාන්තර බල – [Parallel forces]

එකිනෙකට සමාන්තරව එකම දිශාවට ඇති බල සජාතීය සමාන්තර බල ලෙසද එකිනෙකට සමාන්තරව ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට ඇති බල විජාතීය සමාන්තර බල ලෙසද හැඳින්වේ.



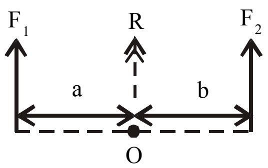
සජාතීය සමාන්තර බල
(Like parallel forces)



විජාතීය සමාන්තර බල
(Unlike parallel forces)

සමාන්තර බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය – [Resultant of two parallel forces]

① බල සජාතීය සමාන්තර අවස්ථාව



$$\uparrow R = F_1 + F_2$$

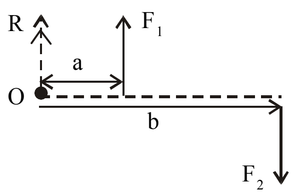
$$\curvearrowright \tau_0 = 0$$

$$F_1 a - F_2 b = 0 \rightarrow F_1 a = F_2 b \rightarrow \frac{a}{b} = \frac{F_2}{F_1} \rightarrow a : b = F_2 : F_1$$

- මෙහිදී සම්ප්‍රයුක්ත බලය, විශාල බලයට සමීපව බල දෙක අතරින් පිහිටයි.

② බල විජාතීය සමාන්තර අවස්ථාව

i. $F_1 \neq F_2 \quad (F_1 > F_2)$



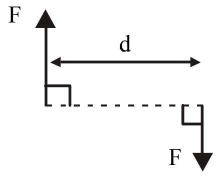
$$R = F_1 - F_2$$

$$\curvearrowright \tau_0 = 0$$

$$F_2 b - F_1 a = 0 \rightarrow a : b = F_2 : F_1$$

- මෙහිදී සම්ප්‍රයුක්ත බලය විශාල බලයට සමීපව බල දෙකට පිටතින් විශාල බලයේ දිශාවට පිහිටයි.

ii. $F_1 = F_2 \quad (= F)$



$R = F - F = 0$

මෙහිදී සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් නොමැත.

මෙවැනි විශාලත්වයෙන් සමාන, සමාන්තර, ප්‍රතිවිරුද්ධ, ඒක රේඛීය නොවන බල දෙකක් බල යුග්මයක් (couple) ලෙස හැඳින්වේ.

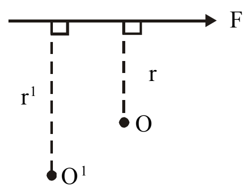
බල යුග්මයක් නිසාද වස්තුවකට කරකැවීමේ පෙළඹුමක් ඇති වේ. මෙම පෙළඹුම කොතරම් ප්‍රබලද යන්න මනිනු ලබන්නේ බල යුග්මයේ ඝූර්ණය නැමැති රාශියෙනි.

බල යුග්මයක ඝූර්ණය (τ) අර්ථ දක්වා ඇත්තේ එක් බලයක විශාලත්වයේත්, බල දෙකේ ක්‍රියා රේඛා අතර ලම්බ දුරේත් ගුණිතය ලෙසය.

$$\boxed{\tau = F \times d}$$

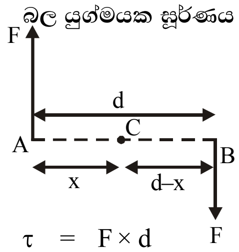
- බලයක ඝූර්ණය, ඝූර්ණ ගනු ලබන ලක්ෂ්‍යය මත වෙනස් විය හැකි වුවද යුග්මයක ඝූර්ණය, බල පිහිටි තලයේ වූ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා එකම අගයක් ගනී.

බලයක ඝූර්ණය



$\tau_0 = F$
$\tau_{0'} = F$
$\} \; \tau_0 \neq \tau_{0'}$

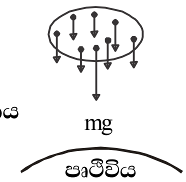
බල යුග්මයක ඝූර්ණය



$\tau = F \times d$
$\tau_A = F \times d$
$\tau_B = F \times d$
$\tau_C = Fx + F(d - x)$

$\tau = \tau_A = \tau_B = \tau_C$

ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය - [Centre of gravity]



ඕනෑම වස්තුවක් අංශු පද්ධතියක එකතුවක් ලෙස සැලකිය හැකිය.
ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයකදී මෙම සෑම අංශුවක් මතම ගුරුත්වාකර්ෂණ බල ක්‍රියා කරයි. මෙම බලවල සම්ප්‍රයුක්තය (එනම් සමස්ත වස්තුවේ බර) ක්‍රියා කරන ලක්ෂ්‍යය ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වේ.

- වස්තුවක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය එම වස්තුව මතම පැවතීම අත්‍යාවශ්‍ය නොවේ. (උදාහරණයක් ලෙස ඒකාකාර වෘත්තාකාර වළල්ලක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පිහිටන්නේ වළල්ලේ කේන්ද්‍රයේය). එහෙත් එය සෑම විටම වස්තුවේ වපසරිය (domain) තුළ පිහිටයි.

- වස්තුවක අවකාශීය පිහිටුම වෙනස් වුවද වස්තුවට සාපේක්ෂව එහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම වෙනස් නොවේ.

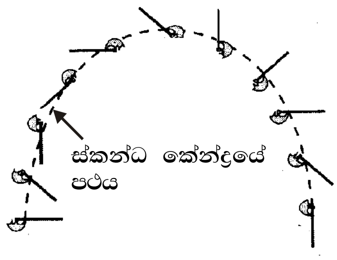
- වස්තුවක හැඩය වෙනස් වූ විට එහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම වෙනස් විය හැකිය.

ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය - [Centre of mass]

වස්තුවක සමස්ථ ස්කන්ධය කේන්ද්‍රගත වී ඇතැයි සැලකිය හැකි ලක්ෂ්‍යය එහි ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වේ. ඇතැම් විට මෙය "භ්‍රමණයෙන් තොරව චලනය වීමට බලයක් යෙදිය යුතු ලක්ෂ්‍යය" ලෙසද හැඳින්වේ.

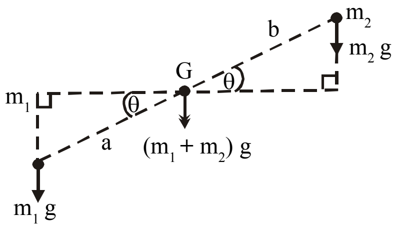
- වස්තුවක සෑම අංශුවක් මතම ක්‍රියා කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය එකම නම් එහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයත්, ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයත් සමපාත වේ.

- F = ma මගින් අප එළඹෙන නිගමන සෑම විටම අදාළ වන්නේ වස්තුවක/වස්තු පද්ධතියක ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයටය.



අංශු දෙකක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම

[Location of the centre of gravity of two particles]



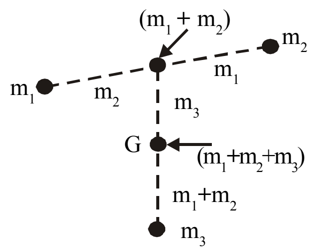
$\tau_G = 0$

$m_1 g \times a \cos\theta = m_2 g \times b \cos\theta$

$a : b = m_2 : m_1$

අංශු පද්ධතියක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම

[Location of the centre of gravity of system of particles]

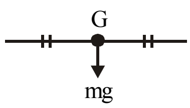


මෙහිදී වරකට අංශු දෙක බැගින් ගෙන ඒ ඒ යුගලයෙහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය සොයා ගැනීම මගින් පද්ධතියේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම සොයාගත හැකිය.

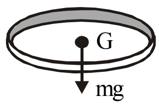
වස්තු කිහිපයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම

[Location of the centre of gravity of several objects]

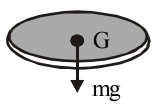
1. ඒකාකාර දණ්ඩක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය දණ්ඩේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ පිහිටයි.



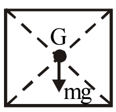
2. ඒකාකාර වෘත්තාකාර වළල්ලක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය වෘත්ත කේන්ද්‍රයේ පිහිටයි.

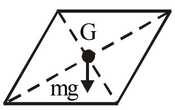


3. ඒකාකාර වෘත්තාකාර තැටියක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය, වෘත්ත කේන්ද්‍රයේ පිහිටයි.

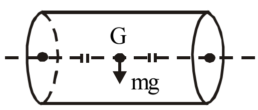


4. ඒකාකාර සමාන්තරාස්‍රාකාර ආස්තරයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය, විකර්ණ ඡේදනය වන ලක්ෂ්‍යයේ පිහිටයි.





5. ඒකාකාර ඝන සිලින්ඩරයක / කුහර සිලින්ඩරයක (පියන් දෙකම රහිත හෝ පියන් දෙකම සහිත) ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය අක්ෂයේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ පිහිටයි.



6. ඒකාකාර ඝන / කුහර ගෝලයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ගෝල කේන්ද්‍රයේ පිහිටයි.

7. ඒකාකාර ඝනකයක හෝ ඝනකාභයක හැඩය ඇති වස්තුවක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ජ්‍යාමිතික කේන්ද්‍රයේ පිහිටයි.

- ඒකාකාර වස්තුවකට සමමිතික රේඛාවක් / තලයක් තිබේ නම් ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය එම සමමිතික රේඛාව / තලය මත පිහිටයි.

බල පද්ධතියක සමතුලිතතාව - [Equilibrium of forces]

බල පද්ධතියක් (වස්තුවක්) සමතුලිත වීම සඳහා පහත සඳහන් ලක්ෂණ දෙක එකවර තෘප්ත විය යුතුය.

1. බල පද්ධතියේ සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශූන්‍ය විය යුතුය. $(R = 0)$
2. ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා සම්ප්‍රයුක්ත බල ඝූර්ණය ශූන්‍ය විය යුතුය. $(\tau = 0)$

- බල පද්ධතියක සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශූන්‍ය වූ පමණින් එම බල පද්ධතිය සමතුලිත යැයි කිව නොහැක්කේ බලයුග්ම මගින් ඇති වූ ව්‍යාවර්ත පැවතිය හැකි බැවිනි.

- යම් ලක්ෂ්‍යයක් වටා ඝූර්ණවල එකතුව (සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය) ශූන්‍ය වූ පමණින් බල පද්ධතිය සමතුලිත යැයි කිව නොහැක්කේ ඝූර්ණ ගනු ලැබූ ලක්ෂ්‍යය සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ක්‍රියා රේඛාව මත පිහිටිය හැකි බැවිනි.

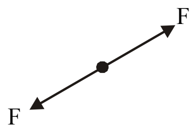
- ලක්ෂ්‍ය දෙකක් වටා ඝූර්ණවල එකතුව වෙන වෙනම ශූන්‍ය වුවද බල පද්ධතිය සමතුලිත යැයි කිව නොහැක්කේ එම ලක්ෂ්‍ය දෙකම, සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ක්‍රියා රේඛාව මත පිහිටිය හැකි බැවිනි.

- එහෙත් ඒක රේඛීය නොවන ලක්ෂ්‍ය තුනක් වටා ඝූර්ණ වෙන වෙනම ශූන්‍ය වේ නම් බල පද්ධතිය සමතුලිත වේ.

- $F = ma$ අනුව සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශූන්‍ය වූ විට වස්තුවකට රේඛීය ත්වරණයක් නොමැත. $\tau = I\alpha$ අනුව සම්ප්‍රයුක්ත බල ඝූර්ණය ශූන්‍ය වූ විට වස්තුවකට කෝණික ත්වරණයක් නොමැත. මින් පෙනී යන්නේ වස්තුවක් මත සමතුලිත බල පද්ධතියක් ක්‍රියා කරන විට ඊට කිසිඳු ආකාරයක ත්වරණයක් නොමැති බවයි. මෙවිට වස්තුව නිශ්චලතාවයෙහි හෝ ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් සරල රේඛාවක චලනය වෙමින් හෝ පැවතිය යුතුය.

බල දෙකක් සමතුලිත වීම සඳහා අවශ්‍යතා

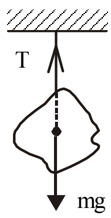
(Conditions for equilibrium of two forces) :-



i. විශාලත්ව සමාන විය යුතුය.
ii. සමාන්තර විය යුතුය.
iii. දිශා ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතුය.
iv. එකම රේඛාවේ ක්‍රියා කල යුතුය.

වස්තුවක් තන්තුවකින් නිදහසේ එල්ලා ඇති විට,

(When a body suspended freely by a string,)



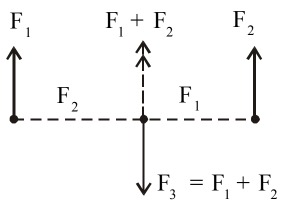
- ආතතිය = බර වේ.
- එල්ලූ ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සිරස් රේඛාවේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පිහිටයි.
- එල්ලූ ලක්ෂ්‍යයත් ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයත් යා කරන රේඛාව සිරස් වේ.

ඒකතල බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා අවශ්‍යතා

(Conditions for equilibrium of three coplanar forces)

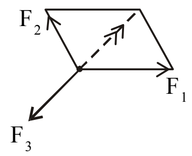
ඒකතල බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා ඕනෑම බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය, තුන්වන බලය මගින් තුලනය විය යුතුය.

1. බල තුන සමාන්තර අවස්ථාව



- මෙහිදි බල තුන ඒකලක්ෂ්‍ය වීම අත්‍යාවශ්‍ය නොවේ.

2. බල තුන සමාන්තර නොවන අවස්ථාව



F_1 හා F_2 බල දෙකෙහි ක්‍රියා රේඛා O හිදී ඡේදනය වන බැවින් එම බල දෙකෙහි සම්ප්‍රයුක්තය O හරහා යයි. එම සම්ප්‍රයුක්තය, F_3 මගින් තුලනය වීම සඳහා F_3 ද O හරහා යා යුතුය.

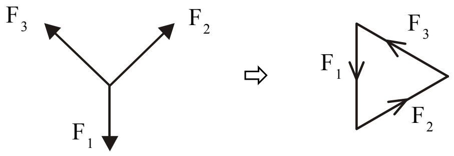
- මින් පෙනී යන්නේ ඒකතල බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා ඒවා සමාන්තර නොවේ නම් ඒක ලක්ෂ්‍ය වීම අනිවාර්ය බවයි.

- $\underline{F}_1$ බලය $\overrightarrow{OA}$ මගින්ද $\underline{F}_2$ බලය $\overrightarrow{OB}$ මගින්ද නිරූපණය වන විට (සමාන්තරාස්‍ර නියමය අනුව) ඒවායේ සම්ප්‍රයුක්තය $\overrightarrow{OC}$ මගින් නිරූපණය වේ. $\underline{F}_3$ මගින් මෙම සම්ප්‍රයුක්තය තුලනය විය යුතුය. එහෙත් $\overrightarrow{OC}$ තුලනය කල හැක්කේ $\overrightarrow{CO}$ ට පමණි. එනිසා $\underline{F}_3 = \overrightarrow{CO}$ විය යුතුය. තවද විශාලත්වය හා දිශාව පමණක් සලකා $\underline{F}_2$ බලය $\overrightarrow{AC}$ මගින්ද නිරූපණය කල හැකිය.

$\underline{F}_1 \rightarrow \overrightarrow{OA}$
$\underline{F}_1 \rightarrow \overrightarrow{OA}$
$\underline{F}_3 \rightarrow \overrightarrow{CO}$
} මගින් නිරූපණය වන විට බල තුන සමතුලිත වේ.

බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයය (Law of triangle of forces)

ලක්ෂ්‍යයකදී ක්‍රියා කරන ඒකතල බල තුනක් විශාලත්වය හා දිශාව අතින් ත්‍රිකෝණයක අනුපිළිවෙලින් ගත් පාද මගින් නිරූපණය කල හැකි නම් එම බල තුන සමතුලිත වේ.

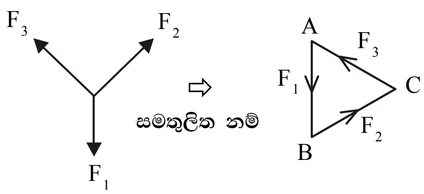


නම් බල තුන සමතුලිත වේ.

- මින් පෙනී යන්නේ ලක්ෂ්‍යයකදී ක්‍රියා කරන ඒකතල බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා එම බල, පාද ලෙස පවතින ත්‍රිකෝණයක් ඇඳිය හැකි විය යුතු බවයි.
ත්‍රිකෝණයක ඕනෑම පාද දෙකක දිගෙහි එකතුව, තුන්වන පාදයට සමාන හෝ ඊට වඩා වැඩි විය යුතු බැවින් මෙම ලක්ෂණය පරීක්ෂා කිරීමෙන් දෙන ලද බල තුනක් සමතුලිත වීමේ ඉඩකඩක් තිබේදැයි පරීක්ෂා කල හැකිය.

බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයයේ විලෝමය
[Converse of the law of triangle of forces]

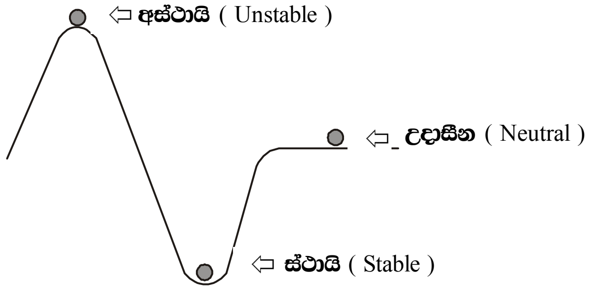
ලක්ෂ්‍යයකදී ක්‍රියා කරන ඒකතල බල තුනක් සමතුලිතතාවයේ පවතී නම් ඒවා විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් ත්‍රිකෝණයක අනුපිළිවෙලින් ගත් පාද මගින් නිරූපණය කල හැකිය.



$$\frac{F_1}{AB} = \frac{F_2}{BC} = \frac{F_3}{CA}$$

- මෙවිට ඕනෑම බලයක්, එම බලය නිරූපණය කරන පාදයේ දිගින් බෙදූ විට ලැබෙන අනුපාතය නියතයකි.

සමතුලිතතාවයේ ස්වාභාවයන් [Types of equlibrium]



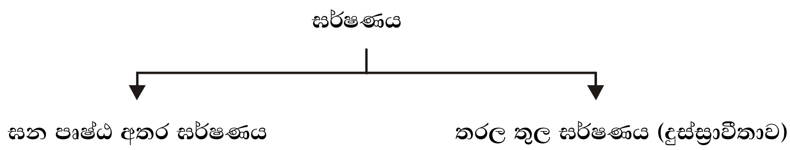
දූනට සමතුලිතව පවතින වස්තුවකට කුඩා විස්ථාපනයක් ලබා දුන් විට එය මුල් සමතුලිත පිහිටුමට නොපැමිණ බැහැරට ගමන් කරන්නේ නම් එහි මුල් සමතුලිත පිහිටුම අස්ථායි සමතුලිතතාවක් ලෙස හැඳින්වේ.

දූනට සමතුලිතව පවතින වස්තුවකට කුඩා විස්ථාපනයක් ලබා දුන් විට එය නැවත මුල් සමතුලිත පිහිටුමටම පැමිණෙන්නේ නම් එහි මුල් සමතුලිත පිහිටුම ස්ථායි සමතුලිතතාවක් ලෙස හැඳින්වේ.

දූනට සමතුලිතව පවතින වස්තුවකට කුඩා විස්ථාපනයක් ලබා දුන් විට එය නව පිහිටුමේම නැවත සමතුලිත වන්නේ නම් එහි මුල් සමතුලිත පිහිටුම උදාසීන සමතුලිතතාවක් ලෙස හැඳින්වේ.

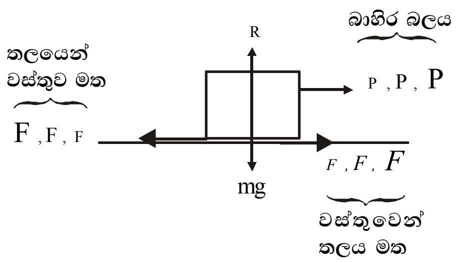
- සාමාන්‍යයෙන් පද්ධතියක් විභව ශක්තිය වැඩිවත්ම එහි සමතුලිතතාව අස්ථායි තත්වයට නැඹුරු වන අතර විභව ශක්තිය අඩුවත්ම සමතුලිතතාව ස්ථායි තත්වයට පත්වේ.
- යම් ලක්ෂ්‍යයකින් විවර්තනය කර ඇති වස්තුවක් සමතුලිතතාවයේ පවතින විට ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය, විවර්තන ලක්ෂ්‍යයට ඉහළින් පිහිටයි නම් සමතුලිතතාව අස්ථායි වේ.

ඝර්ෂණ බලය [Frictional force]



ඝන පෘෂ්ඨ අතර ඝර්ෂණ බලය (Frictional forces between rigid surfaces)

එකිනෙක සමඟ ස්පර්ශව, තෙරපී ඇති පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර ලිස්සීමක් ඇති විට හෝ ඒ සඳහා පෙළඹුමක් ඇති විට ඊට විරුද්ධව හට ගන්නා ස්වයං සීරු මාරු බල විශේෂයක් ඝර්ෂණ බල ලෙස හැඳින්වේ.



ඝර්ෂණ නියම (Laws of friction)

01. වස්තුව ලිස්සීම අරඹන මොහොත වන තෙක් ඝර්ෂණ බලය, චලිතයට පොළඹවන බලය සමඟ වැඩිවේ.

02. පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර ලිස්සීමක් නොමැති විට ඒවා අතර හටගන්නා උපරිම ඝර්ෂණ බලය (සීමාකාරී ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලය limiting static friction - F **)** අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවට සමානුපාතික වේ.

$F \propto R \Rightarrow \boxed{F = \mu R}$ μ – ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය (coefficient of static friction)

- μ, ස්පර්ශව ඇති පෘෂ්ඨවල ස්වභාවය මත රඳා පවතින අතර $\mu = \frac{F}{R}$ **බැවින් ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය අර්ථ දක්වා ඇත්තේ සීමාකාරී ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලය, අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාවට දරන අනුපාතය ලෙසය.**

03. චලිතයට පොළඹවන බලය සීමාකාරී ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලය ඉක්මවූ වහාම වස්තුව ලිස්සීම අරඹන අතර මෙවිට චලිතයට විරුද්ධව ඇති ඝර්ෂණ බලයද (ගතික ඝර්ෂණ බලය kinetic friction - F^1**) අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවට සමානුපාතික වේ.**

$F^1 \propto R \Rightarrow \boxed{F^1 = \mu^1 R}$ μ^1 – **ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය** (coefficient of kinetic friction)

- μ^1 **ද ස්පර්ශව ඇති පෘෂ්ඨවල ස්වාභාවය මත රඳා පවතින අතර** $\mu^1 = \frac{F^1}{R}$ **බැවින් ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය අර්ථ දක්වා ඇත්තේ ගතික ඝර්ෂණ බලය, අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාවලට දරන අනුපාතය ලෙසය.**

- μ^1, μ ට වඩා ස්වල්පයක් කුඩා වන අතර මීට අනුරූපව F^1 ද F ට වඩා ස්වල්පයක් කුඩාය.

04. ගතික ඝර්ෂණ බලය වස්තූන් චලනය වන ප්‍රවේගය මත හෝ ස්පර්ශ වී ඇති පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය මත හෝ රඳා නොපවතී. එය රඳා පවතින්නේ ස්පර්ශව වන පෘෂ්ඨවල ස්වභාවය හා අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව මත පමණි.

සාධාරණ වශයෙන් වස්තුවකට $F = \mu R$ යෙදීම සඳහා ....

(For using $F = \mu R$ to an object ....)

- **වස්තුව සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේ (ලිස්සීම ඇරඹීමට මොහොතකට පෙර) පැවතිය යුතුය.**
  හෝ
- **වස්තුව ලිස්සිය යුතුය.**

බලය - අභ්‍යාස

01. ලක්ෂ්‍යයකදී ක්‍රියා කරන X හා 2X බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය X බලයට ලම්බක $5\sqrt{3}$ ක බලයක් නම් බල දෙක අතර කෝණයද X හි අගයද සොයන්න.

02. ඒකක P හා 8 ක විශාලත්ව ඇති බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය P හි දිශාව ප්‍රතිවර්ත්‍ය කළවිට ඇතිවන සම්ප්‍රයුක්තය සමඟ 90^0 ක කෝණයක් සාදයි. P හි අගය සොයන්න.

03. OAB ත්‍රිකෝණයක $\overrightarrow{OA}$ හා $\overrightarrow{OB}$ පාදවලින් විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් දැක්වෙන බල දෙකක් O ලක්ෂ්‍යයේදී ක්‍රියා කරයි. C යනු AB හි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය නම්, බල දෙකෙහි සම්ප්‍රයුක්තය $2\overrightarrow{OC}$ බව පෙන්වන්න.

04. OAB ත්‍රිකෝණයක $\overrightarrow{OA}$ හා $\overrightarrow{OB}$ දිශා ඔස්සේ $3\overrightarrow{OA}$ හා $2\overrightarrow{OB}$ විශාලත්වයන් සහිත බල දෙකක් ක්‍රියා කරයි. C යනු AB පාදය මත $3CA = 2CB$ වන ලෙස පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක් නම් බල දෙකෙහි සම්ප්‍රයුක්තය $5\overrightarrow{OC}$ බව පෙන්වන්න.

05. ABCD සමචතුරස්‍රයේ පාදයක දිග 8 m කි. $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$, $\overrightarrow{DC}$, $\overrightarrow{DA}$ හා $\overrightarrow{AC}$ පාද දිගේ පිළිවෙලින් 5 , 3 , 4 , 2 , $2\sqrt{2}$ N යන බල ක්‍රියා කරයි. A හා B ලක්ෂ්‍ය වටා බල පද්ධතියේ ඝූර්ණ වෙන වෙනම සොයන්න.

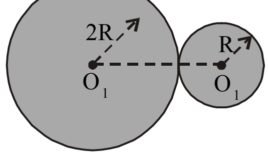
06. ABCD සමචතුරස්‍රයේ පාදයක දිග 1 m කි. 4 , 3 , 2 , 1 N යන බල පිළිවෙලින් $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$, $\overrightarrow{CD}$ හා $\overrightarrow{DA}$ පාද දිගේ ක්‍රියා කරයි. සම්ප්‍රයුක්තයේ විශාලත්වය, දිශාව හා ක්‍රියා රේඛාව සොයන්න.

07. ABCD සෘජුකෝණාස්‍රයේ AB = 4 m හා BC = 3 m වේ. $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$, $\overrightarrow{DC}$, $\overrightarrow{AD}$, $\overrightarrow{DB}$ පාද ඔස්සේ 5 N බැගින් වූ බල ක්‍රියා කරයි. සම්ප්‍රයුත්තයේ විශාලත්වය, දිශාව හා ක්‍රියා රේඛාව සොයන්න.

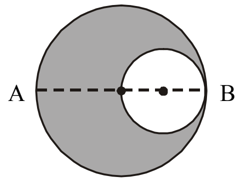
08. ස්කන්ධයන් 1 , 2 , 3 , ... 10 g වන කුඩා ගෝල 10 ක් එකිනෙකට 10 cm ක පරතරයකින් 90 cm ක් දිග සැහැල්ලු සෘජු දණ්ඩක සවිකර තිබේ. පද්ධතියේ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය සොයන්න.

09. පහත දැක්වෙන වස්තූන්ගේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රවල පිහිටීම් සොයන්න.

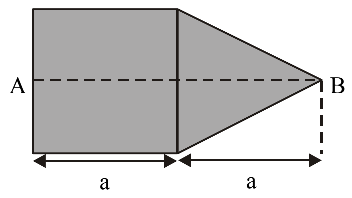
i. එකම ඒකාකාර තහඩුවෙන් කපා ගත් වෘත්ත දෙකකි.



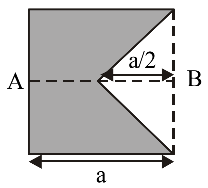
ii. අරය R වූ ඒකාකාර වෘත්තාකාර තහඩුවෙන් අරය R/2 වූ කොටසක් කපා ඉවත් කර තිබේ.



iii. එකම ඒකාකාර තහඩුවෙන් කපාගත් සමචතුරස්‍රාකාර ආස්තරයක් හා සමද්විපාද ත්‍රිකෝණාකාර ආස්තරයකි. [ඒකාකාර ත්‍රිකෝණාකාර ආස්තරයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පිහිටන්නේ මධ්‍යස්ථයක් මත ශීර්ෂයේ සිට මධ්‍යස්ථයේ දිගෙන් $\frac{2}{3}$ ක දුරිනි.]

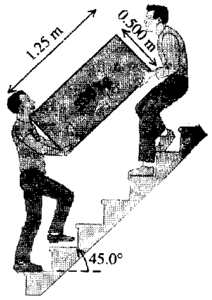


iv. ඒකාකාර සමචතුස්‍රාකාර ආස්තරයෙන් සමද්විපාද ත්‍රිකෝණාකාර ආස්තරය කපා ඉවත් කර තිබේ.



10. තිරස් තලයක් මත ඇති 1.2×10^3 kg ස්කන්ධයෙන් යුත් ඒකාකාර පයිප්පයක් එහි එක් කෙළවරකින් එසවීම සඳහා එම කෙළවරට යෙදිය යුතු අවම බලය කුමක්ද ?

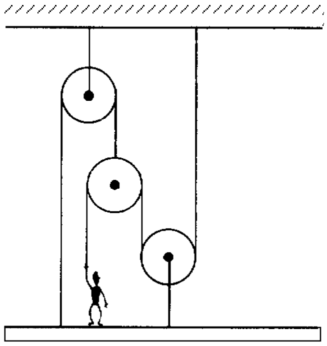
11. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි 200 kg ස්කන්ධයෙන් යුත් ඒකාකාර කුට්ටියක් තිරසට 45^0 ක් ආනත පඩි පෙළක් මත සිටින මිනිසුන් දෙදෙනෙකු ඔසවාගෙන සිටිති. කුට්ටියේ පහළ පෘෂ්ඨය පඩි පෙළට සමාන්තර බව සලකන්න.



එක් එක් මිනිසා විසින් යොදන බලය සිරස් නම් ඒ බලවල විශාලත්ව සොයන්න.

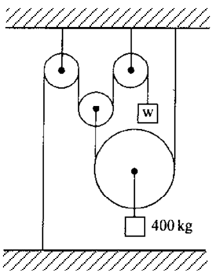
12. 5 m ක් දිග 6 kg බර ඒකාකාර දණ්ඩක දෙකෙළවර A හා B වේ. මෙම දණ්ඩ අවල පිහියා දාර දෙකක් මත තිරස්ව තබා ඇත. දණ්ඩෙහි සමතුලිතතාව නොබිඳ A හා B ලක්ෂ්‍ය වලින් වෙන වෙනම එල්විය හැකි වැඩිම බර ප්‍රමාණ පිළිවෙලින් 9 kg හා 4 kg වේ. A හි සිට පිහි තුඩුවලට ඇති දුර ප්‍රමාණයන් සොයන්න.

13. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි එක් අවල කප්පියකින් හා චලනය විය හැකි කප්පි දෙකකින් එල්වා ඇති 20 kg බරැති තිරස් ලෑල්ලක් මත 80 kg බරැති මිනිසෙක් සිටී.



කප්පි සුමට බවද, කඹවල හා කප්පිවල බර නොසලකා හැරිය හැකි බවද උපකල්පනය කොට, ලෑල්ල තිරස් පිහිටීමෙහි තබා ගැනීම සඳහා මිනිසා විසින් කඹය ඇදිය යුතු සිරස් බලය සොයන්න. එවිට ඔහුගේ පාද මත ලෑල්ලෙන් ඇතිවන ප්‍රතික්‍රියාව කොපමණද ?

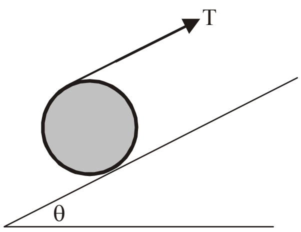
14. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි අවල කප්පි දෙකකින් හා සචල කප්පි දෙකකින් යුත් පද්ධතියක් සමතුලිතව පවතී.



එක් එක් කුඩා කප්පියක ස්කන්ධය 10 kg ද ලොකු කප්පියේ ස්කන්ධය 20 kg ද නම්, කප්පි සුමට බවද, කඹ සැහැල්ලු බවද උපකල්පනය කොට, කඹ වල ආතතිද W භාරයේ අගයද සොයන්න.

15. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි තිරසට θ කෝණයක් ආනත තලයක් මත ස්කන්ධය M වූ ඒකාකාර ඝන සිලින්ඩරයක් නිශ්චලව රඳවා ඇත්තේ එය වටා එතූ තන්තුවකට T ආතතියක් යෙදීමෙනි. තන්තුව ආනත තලයට සමාන්තර බව සලකන්න.

i. ආනත තලය රළු විය යුතුම බව පෙන්වා දෙන්න.
ii. තන්තුවේ ආතතිය ඝර්ෂණ බලයට සමාන බව පෙන්වා දෙන්න.
iii. තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න.

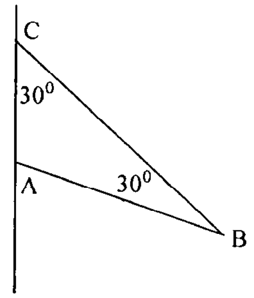


16. සමාන උසින් යුතු මිනිසෙක් හා ළමයෙක් 6 m දිග 10 kg බර ඒකාකාර දණ්ඩක දෙකෙළවර සිය උරහිස් මත තබා ගෙන සිටිති. මිනිසාට දැනෙන බරෙන් අඩක බරක් ළමයාට දැනීම සඳහා 110 kg ක භාරයක් එල්විය යුත්තේ දණ්ඩේ කුමන ලක්ෂ්‍යයේද ?

17. 20 kg බරක් ඇති ඒකාකාර AB දණ්ඩක් තිරස සමඟ 60^0 ක් ආනතව A කෙළවර, සුමට සිරස් බිත්තියකටද B කෙළවර බිමටද එරෙහිව සිටින සේ සමතුලිතව ඇත. දණ්ඩේ දෙකෙළවර මත ක්‍රියාකරන ප්‍රතික්‍රියාවන් සොයන්න.

18. ඒකාකාර ඉණිමඟක පතුල රළු තිරස් බිමක් මත තබා එහි මුදුන සුමට සිරස් බිත්තියකට හේත්තු කොට තිබේ. ඉණිමගේ බර 400 N කි. 800 N බර මිනිසෙකු පතුලේ සිට දිගෙන් ¼ ක දුරකදී ඉණිමඟ මත හිටගෙන සිටී. ඉණිමඟ තිරස සමඟ සාදන කෝණය 30^0 නම්, බිත්තියේදී ප්‍රතික්‍රියාවත් බිමේදී යෙදෙන මුළු බලයත් සොයන්න.

19. දිග 2 m හා බර 20 kg වන AB ඒකාකාර දණ්ඩක A කෙළවර බිත්තියකට සරනේරු කර ඇති අතර B කෙළවරට ඇඳූ තන්තුවක් බිත්තිය මත A ට සිරස්ව ඉහළින් C හි වූ ලක්ෂ්‍යයට සම්බන්ධ කිරීමෙන් දණ්ඩ සමතුලිතව තබා ඇත. තන්තුව දණ්ඩ සමගත් බිත්තිය සමගත් සාදන කෝණ 30^0 බැගින් වේ.

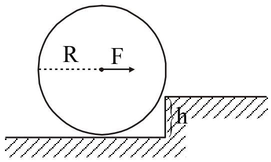


තන්තුවේ ආතතියත් සරනේරුව මගින් A ලක්ෂ්‍යයේ ඇතිකරන ප්‍රතික්‍රියාවේ සිරස් හා තිරස් සංරචකත් සොයන්න.

20. අරය r වූ ඒකාකාර ඝන සිලින්ඩරයක් තිරසට α කෝණයක් ආනත තලයක් මත , එහි වෘත්තාකාර මුහුණතක් තලය මත සිටින සේ තබා තිබේ. තලය මත නොපෙරළී සිලින්ඩරයට ගත හැකි උපරිම උස සොයන්න.

21. මෙට්‍රික් ටොන් 1.35 ක ස්කන්ධයකින් යුත් මෝටර් රථයක ඉදිරිපස හා පසුපස රෝද අතර පරතරය 3.05m වේ. රථයේ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය පිහිටා ඇත්තේ ඉදිරිපස රෝදවල සිට 1.78 m දුරින් නම් තිරස් මාර්ගයක ගමන් ගන්නා විට එක් එක් රෝදය මත බිමින් ඇති කරන අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාව සොයන්න.

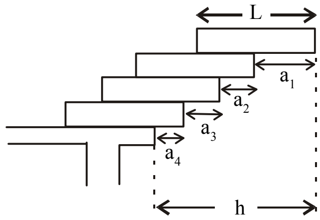
22. ඝර්ෂණය නොසලකා හැර ස්කන්ධය m හා අරය R වූ ඒකාකාර වෘත්තාකාර තැටිය h උසැති පඩියෙන් ඉහලට ගැනීම සඳහා කේන්ද්‍රයේදී යෙදිය යුතු තිරස් F බලයෙහි අවම අගය සොයන්න.



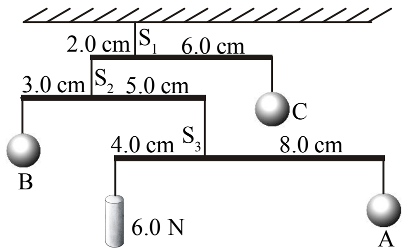
23. ස්කන්ධය 6 kg වන සරුංගලයක තලය තිරසට 60^0 කින් ආනතය. සරුංගලය මත ලම්බ ලෙස ක්‍රියාකරන වාතයේ තෙරපුම සරුංගලයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයට 25 cm ක් ඉහළින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක් මත ක්‍රියාකරයි. තන්තුව ගැටගසා ඇත්තේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයට 30 cm ක් ඉහළින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයකටය. සරුංගලය මත යෙදෙන වාතයේ තෙරපුමද තන්තුවේ ආතතියද සොයන්න.

24. W බරැති ඒකාකාර දණ්ඩක මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය C වේ. දණ්ඩ එහි A කෙළවර සුමට සිරස් බිත්තියක් සමඟ ස්පර්ශ වන අයුරින් සිරසට 30^0ක් ආනත වනසේ සමතුලිතව තබා ඇත්තේ එය A හා C අතර වූ සුමට කුඤ්ඤයක් මත රැඳවීමෙනි. මෙම පිහිටීමේදී දණ්ඩ මත බිත්තියෙන් ඇතිවන R ප්‍රතික්‍රියාවද කුඤ්ඤයෙන් ඇතිවන S ප්‍රතික්‍රියාවද සොයන්න.

25. එකක දිග L බැගින් වූ ඒකාකාර ගඩොල් හතරක් මේස දාරයක් අසල රූපයේ දක්වෙන පරිදි තබා තිබේ. සමතුලිතතාව හානි නොවන සේ a_1 , a_2 , a_3 , a_4 හා h ට ගත හැකි උපරිම අගයන් කවරේද ?

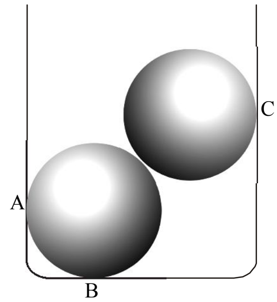


26. රූපයේ දැක්වෙන පද්ධතියේ තන්තු සහ දඬු සැහැල්ලු වන අතර දඬු තිරස්ව පවතී.



i. එක් එක් දණ්ඩේ බල සමතුලිතතාව සඳහා බල සටහන් අඳින්න.
ii. A, B හා C හි ස්කන්ධයන් සොයන්න.
iii. S_1, S_2, S_3 තන්තු වල ආතති සොයන්න.
iv. පද්ධතියේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ තිරස් පිහිටුම නිර්ණය කරන්න.

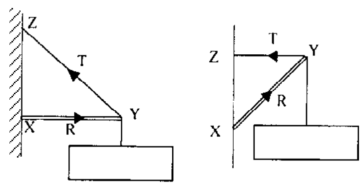
27. එක එකෙහි ස්කන්ධය 75 g වූ විශ්කම්භය 2 cm වන සුමට වීදුරු බෝල දෙකක් රූපයේ දැක්වෙන පරිදි 3 cm පළලින් යුතු බඳුනක් තුල රඳවා තිබේ.



i. බෝල දෙක බඳුනෙහි ස්පර්ශවන A, B හා C ලක්‍ෂ වලදී බඳුනෙන් බෝල මත යෙදෙන බල සොයන්න.
ii. බෝල එකිනෙක අතර හටගන්නා බලයේ විශාලත්වය කොපමණද ?

28. l දිගැති ඒකාකාර AB දණ්ඩක් එහි A කෙලවර සුමට සිරස් බිත්තියට එරෙහිව තැබීමෙන්ද B කෙලවරට ඇඳු දිග $\frac{\sqrt{7}}{2}l$ වන තන්තුවක අනෙක් කෙළවර A ට සිරස්ව ඉහලින් බිත්තිය මත වූ ලක්‍ෂ්‍යයකට සම්බන්ධ කිරීමෙන් ද සමතුලිතව පිහිටුවා ඇත. දණ්ඩ බිත්තිය සමඟ සාදන කෝණය සොයන්න.

29. ස්කන්ධය $m = 20$ kg වන නාම පුවරුවක්, සිරස් බිත්තියක වූ X ලක්‍ෂ්‍යයකට අසව්කර ඇති සැහැල්ලු XY දණ්ඩක Y කෙළවරින් එල්ලා ඇති අතර Y කෙළවර කම්බියකින් X ට සිරස්ව ඉහළින් බිත්තිය මත වූ Z ලක්‍ෂ්‍යය සම්බන්ධ කර ඇත.



(A රූපය) (B රූපය)

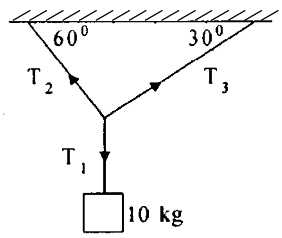
i. A රූපයේ මෙන් දණ්ඩ තිරස්වද කම්බිය සිරසට 45^0 ආනතවද ඇති විට,
ii. B රූපයේ මෙන් කම්බිය තිරස්වද දණ්ඩ තිරසට 30^0 ආනතවද ඇති විට, කම්බියේ ආතතිය T සහ අසව්වේ ප්‍රතික්‍රියාව R සොයන්න.

30. 2.6 kg ස්කන්ධයක්, දිග 0.5 m හා 1.2 m වන සැහැල්ලු තන්තු දෙකකින් එල්ලා ඇත. තන්තුවල නිදහස් කෙළවරවල්, තිරස් රේඛාවක එකිනෙකට 1.3 m දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකකට සම්බන්ධ කර ඇත. එක් එක් තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න.

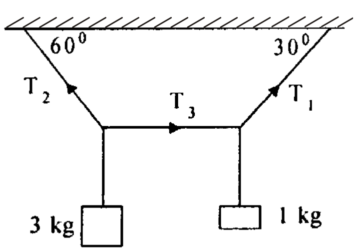
31. ලක්‍ෂ්‍යයකදී ක්‍රියා කරන 5N , 12N , හා 13N යන බල තුනක් සමතුලිතතාවයේ පවතීනම් බල අතර කෝණ මොනවාද ?

32. පහත දැක්වෙන පද්ධතිවල එක් එක් තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න.

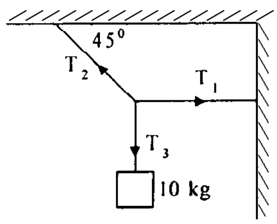
i.

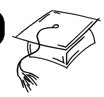


ii.



iii.

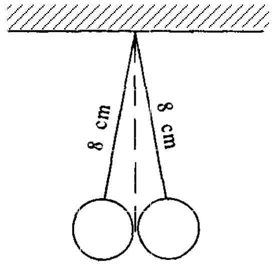




33. තිරසට 30^0 කින් ආනත වූ හා 60^0 කින් ආනත වූ සුමට තල 2 ක් අතර w බරකින් යුතු ගෝලයක් සමතුලිතව පවතී. එක් එක් තලයෙන් ගෝලය මත ඇතිකරන ප්‍රතික්‍රියා සොයන්න.

34. අරය 5 cm හා ස්කන්ධය 0.6 kg බැගින් වන සුමට ගෝල දෙකක්, එකිනෙකෙහි දිග 8 cm වන තන්තු දෙකක් මගින් එකම ලක්ෂ්‍යයකින් නිදහසේ එල්වා ඇත.

එක් එක් ගෝලය මත අනෙකෙන් ඇති කරන ප්‍රතික්‍රියාවද එක් එක් තන්තුවේ ආතතියද සොයන්න.



35. O ලක්ෂ්‍යයකදී එකට ගැට ගසන ලද තන්තු දෙකක් සිරස් තලයක වූ සුමට කප්පි දෙකක් වටා ගොස්, නිදහසේ එල්ලෙන m_1 හා m_2 ස්කන්ධ දෙකකටද, තෙවැනි තන්තුව කෙළින්ම නිදහසේ එල්ලෙන m_3 ස්කන්ධයකටද සම්බන්ධ කර ඇත. පද්ධතිය සමතුලිත වන අවස්ථාවේදී O ට ඉහළින් වූ තන්තු කොටස් දෙක පිළිවෙලින් සිරසට 30^0 හා 45^0 බැගින් ආනත වේ. දැන් m_3 ස්කන්ධයට, 1 kg ස්කන්ධයක් එකතු කලහොත් O ලක්ෂ්‍යය කලින් පිහිටීමේම තබා ගැනීම සඳහා m_1 හා m_2 වලට එකතු කලයුතු ස්කන්ධ කවරේද ?

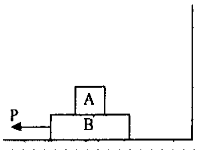
ඝර්ෂණය - අභ්‍යාස

01. තිරස් පෘෂ්ඨයක් මත 2 kg ස්කන්ධයක් ඇති වස්තුවක් තබා එයට 2.5 N තිරස් බලයක් යොදනු ලැබේ. වස්තුව හා පෘෂ්ඨය අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.5 ද ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.4 ද නම් වස්තුව ලක්වන ඝර්ෂණ බලය සොයන්න.

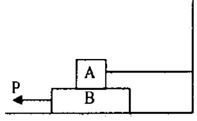
02. 10 kg ස්කන්ධයක් ඇති වස්තුවක් තිරස් පෘෂ්ඨයක් මත තබා 130 N තිරස් බලයක් යෙදූ විට එහි ත්වරණය $10\ m\ s^{-2}$ වේ. වස්තුව හා පෘෂ්ඨය අතර ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකයෙහි අගය සොයන්න.

03. රූප සටහන්වල දැක්වෙන A කුට්ටිය 4 N බරකින්ද , B කුට්ටිය 8 N ක බරකින්ද යුක්ත වේ. A හා B අතරත් B හා තලය අතරත් පෘෂ්ඨ එකම ප්‍රමාණයට රළු වන අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.25 කි. එක් එක් අවස්ථාවලදී B කුට්ටිය යන්තම් චලනය කිරීම සඳහා අවශ්‍ය P බලය සොයන්න.

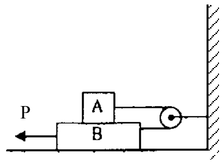
i.



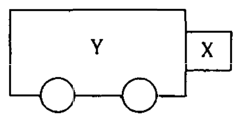
ii.



iii.



04. රූප සටහනේ පෙන්වා ඇති පරිදි X ලී කුට්ටියක් Y කරත්තයක් සමඟ ස්පර්ශව තිබේ. ලී කුට්ටිය පහළට ලිස්සා නොයාම සඳහා කරත්තය චලනය කළයුතු අවම ත්වරණය හා එහි දිශාව කුමක්ද ? X හා Y අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය μ වේ.



05. තල ආධාරකයක් ඇති බර ලී කුට්ටියක් රළු තිරස් තලයක් මත නිසලව තිබේ. තලයට 45^0 ක ආනතියෙන් බලයක් ඒ කෙරෙහි ක්‍රියා කරයි. කුට්ටිය සර්පණය වීමට පටන් ගන්නා මොහොත වනතෙක් මේ බලය ක්‍රමයෙන් විශාල කරනු ලැබේ. ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.5 නම් ඒ බලය කුට්ටියේ බරට දරන අනුපාතය කුමක්ද ?

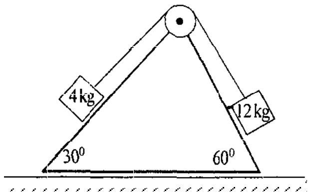
06. තිරසට 30^0 කින් ආනත රළු තලයක් මත තිබෙන 2 kg ස්කන්ධයක් ආනත තලය මුදුනේ ඇති සුමට කප්පියක් වටා යන අවිතන්‍ය තන්තුවක එක් කෙළවරකට සම්බන්ධ කොට ඇති අතර තන්තුවේ අනෙක් කෙළවර නිදහසේ එල්ලෙන තවත් 2 kg කට සම්බන්ධ කර ඇත.

i. ආනත තලය මත ඇති අංශුව සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේ පවතී නම් තලය හා අංශුව අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය සොයන්න.

ii. තලය හා අංශුව අතර ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.5 නම් අංශු පද්ධතිය ගමන් ගන්නා ත්වරණය සොයන්න.

07. දිග 5 m වන AB ලෑල්ලක් එහි A කෙළවර බිමද B කෙළවර බිමින් 3 m ඉහළින්ද තිබෙන සේ සවිකර ඇත. 50 kg ක බරක් ඇති ලී පෙට්ටියක් ලෑල්ල දිගේ ඉහළට ගෙනයාම සඳහා ලෑල්ලට සමාන්තරව යෙදිය යුතු අඩුම බලය සොයන්න. පෙට්ටියත් ලෑල්ලත් අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.3 වේ. ඉහත විස්තර කළ පෙට්ටිය පහළට ලිස්සායාම යන්තමින් වැළැක්වීමට යෙදිය යුතු තිරස් බලය කොපමණද ?

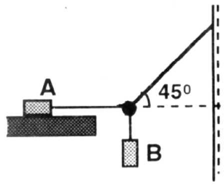
08. රූපයේ දැක්වෙන ලෙස රළු ආනත තල දෙක මත තබා ඇති 4 kg හා 12 kg ස්කන්ධ දෙක තල මුදුනේ ඇති සුමට කප්පියක් තුළින් යන සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක් මගින් ඈඳා ඇත.



ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.5 නම් ස්කන්ධවල ත්වරණ සොයන්න.

09. දිග L වන ඒකාකාර දම්වැලකින් කොටසක් තිරස් රළු මේසයක් මතද ඉතිරිය දාරයෙන් පහළට නිදහසේ එල්ලෙමින්ද පවතී. දම්වැල මේසය මත සර්පණය නොවී නිදහසේ පහළට එල්ලෙන කොටසට තිබිය හැකි උපරිම දිග l නම් දම්වැල හා මේසය අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය සොයන්න.

10. ලක්ෂ්‍යයකින් එකට ගැට ගැසූ තන්තු තුනක එක් නිදහස් කෙළවරක් සිරස් බිත්තියකටද තවත් නිදහස් කෙලවරක් තිරස් මේසයක් මත තිබෙන A ලී කුට්ටියකටද ඉතිරි කෙළවර සිරස්ව නිදහසේ එල්ලෙන B ලී කුට්ටියකටද ඇඳා ඇත. බිත්තියට ඇඳා ඇති තන්තුව තිරස සමඟ 45^0 ක කෝණයක් සාදයි. A කුට්ටියේ ස්කන්ධය 200kg වන අතර එය හා මේසය අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.25 වේ. සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේදී B ලී කුට්ටියට තිබිය හැකි ස්කන්ධය කුමක්ද ?



11. 10 kg බර වස්තුවක්, තිරසට 30^0 ක් ආනත රළු තලයක් මත සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේ නිසලව තිබේ. තලයෙහි ආනතිය 60^0 ක් දක්වා වැඩි කල පසුද වස්තුව තලය මත නිශ්චලව තිබීම සඳහා තලයට සමාන්තරව යෙදිය යුතු අවම බලය සොයන්න.

12. 20 kg බරැති AB ඒකාකාර ඉණිමගක් එහි A කෙළවර රළු තිරස් බිමකද B කෙළවර සුමට සිරස් බිත්තියකට එරෙහිවද තිබෙන සේ නිසලව ඇත. A කෙළවරේදී ඉණිමගත් බිමත් අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.5 නම් සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේදී ඉණිමගේ දෙකෙළවර මත බිත්තියෙන් හා බිමින් ඇතිකෙරෙන ප්‍රතික්‍රියාද සිරසට ඉණිමගේ ආනතියද සොයන්න.

13. 2a දිග W බර ඒකාකාර ඉණිමගක් (AB) එහි A කෙළවර රළු තිරස් බිමක් මතද B කෙළවර රළු සිරස් බිත්තියක් මතද වන සේ තබා ඇත. බිමත් බිත්තියත් සමසේ රළු නම්ද ඒවායේ ඝර්ෂණ සංගුණකය ½ නම්ද ඉණිමග ලිස්සීමට පටන් ගන්නා මොහොතේදී සිරසට ඉණිමගේ ආනතියද කෙළවරවල් වල ඇතිවන ප්‍රතික්‍රියාද සොයන්න.

14. ඒකාකාර ඉණිමගක් එහි පහළ කෙළවර රළු තිරස් බිමක් මතද ඉහළ කෙළවර සුමට සිරස් බිත්තියකටඑරෙහිවද තිබෙන සේ නිසලව පවතී. පහළ කෙළවර හා බිම අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය 5/8 වන අතර ඉණිමගේ තිරසට ආනතිය 45^0 කි. ඉණිමගේ බරට සමාන බරක් ඇති මිනිසෙකුට ඉණිමග ලිස්සා නොයන සේ ඒ මත නැගිය හැකි උපරිම දුර ඉණිමගේ උසින් ¾ ක් බව පෙන්වන්න.

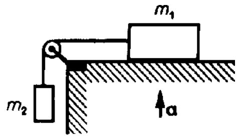
15. AB නම් ඒකාකාර ඉණිමගක බර 20 kg කි. මෙම ඉණිමගෙහි A කෙළවර රළු තිරස් බිමක් මත සිටින සේද B කෙළවර සුමට සිරස් බිත්තියකට හේත්තු වන සේද ඉණිමග සමතුලිතව ඇත්තේ එය බිත්තියට ලම්බක වූ සිරස් තලයක පිහිටන සේය. P වනාහී B ලක්ෂ්‍යයට සිරස්ව පහළින් බිත්තියේ පාමුල පිහිටි ලක්ෂ්‍යයකි. AP = 4 m , BP = 12 m වේ.
A ලක්ෂ්‍යයේදී බඳිනු ලබන සැහැල්ලු තන්තුවක් මගින් දණ්ඩ P දෙසට අදිනු ලැබේ. A හි ඝර්ෂණ සංගුණකය 1/3 නම් සමතුලිතතාව හානි නොවන සේ තන්තුවට යෙදියහැකි උපරිම ආතතිය සොයන්න.

16. 45^0 ආනතියකින් යුත් තලයක් මුදුනේ වස්තුවක් තබා ඇත. තලය රළු වූ විට වස්තුව පහළට ලිස්සා යාමට ගත වන කාලය, එය සුමට විට ලිස්සා යාමට ගතවන කාලය මෙන් n ගුණයකි. තලය රළු විට වස්තුව හා තලය අතර ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය සොයන්න.

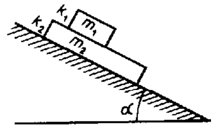
17. තිරසට 45^0 ක් ආනත තලයක පහල සිට තලය දිගේ V ප්‍රවේගයෙන් ප්‍රක්ෂේපණය කල අංශුවක් නැවත ආරම්භක ලක්ෂ්‍යයට පැමිණෙන විට එහි ප්‍රවේගය V^1 වේ. ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.5 නම්, $\frac{V^1}{V}$ හි අගය සොයන්න.

18. රූපයේ දැක්වෙන පද්ධතිය a ත්වරණයෙන් ඉහලට ගමන් ගන්නා උත්තෝලකයක් තුල තිබේ නම් පහත අවස්ථා යටතේ තන්තුවෙහි ආතතිය සොයන්න. m_1 හා තලය අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය k වේ.

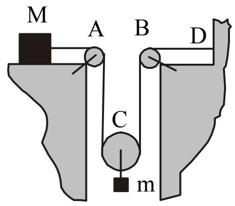
i. $k m_1 < m_2$ ii. $k m_1 > m_2$



19. රූපයේ දැකවෙන පද්ධතියේ m_2 චලනය නොවන අතර m_1, m_2 මත ලිස්සා යයි නම් m_2 හා ආනත තලය අතර ඝර්ෂණ සංගුණක (k_2) සොයන්න. (m_2 සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේ ඇති බව සලකන්න.)



20. තන්තුවක එක් කෙලවරක්, රළු තිරස් මේසයක් මත සර්පණය වන සේ තැබූ M ස්කන්ධයකට ද එහි අනෙක් කෙලවර අචල D ලක්ෂ්‍යයකට ද සම්බන්ධ කර ඇත්තේ රූපයෙහි පෙනෙන පරිදි A හා B සුමට අචල කප්පි දෙකක් සහ C සුමට සචල කප්පියක් ද වටා යැවීමෙනි. C කප්පියෙන් m ස්කන්ධයක් එල්ලා ඇත. (කප්පි සැහැල්ලු බව සලකන්න)



i. M ස්කන්ධය, සීමාකාරී සමතුලිත අවස්ථාවේ පවතින විට M හා මේසය අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණක $\mu = \frac{m}{2M}$ බවද

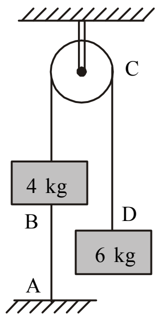
ii. m ස්කන්ධය a ත්වරණයකින් පහලට ගමන් ගන්නා විට M හා මේසය අතර ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය,

$\mu^1 = \frac{1}{2Mg}\,[\,mg - (m + 4M)\,a\,]$ බව ද පෙන්වන්න.

MCQ

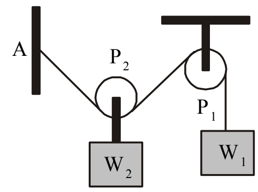
Time target : 20 minutes

01. රූපයේ දක්වෙන පද්ධතියේ තන්තු සැහැල්ලු වන අතර කප්පිය සුමට වේ. AB තන්තුවේ ආතතිය CD තන්තුවේ ආතතියට දරන අනුපාතය වන්නේ,



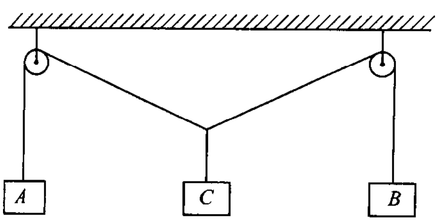
1. 1
2. $\frac{2}{3}$
3. $\frac{3}{2}$
4. 3
5. $\frac{1}{3}$

02. රූපයේ දක්වෙන පද්ධතියේ කප්පි සැහැල්ලු හා සුමට වන අතර තන්තු සැහැල්ලු වේ. P_1 කප්පිය ස්ථාවර වන අතර P_2 කප්පියට චලනය විය හැකිය. $W_1 = W_2 = 100$ N නම් සමතුලිත අවස්ථාවේදී AP_2P_1 කෝණයෙහි අගය වන්නේ,



1. 30^0
2. 60^0
3. 90^0
4. 120^0
5. 150^0

03.



රූපයේ දක්වෙන පද්ධතියේ කප්පි සුමට වන අතර තන්තු සැහැල්ලු වේ. A හා B හි ස්කන්ධ m බැගින් වන අතර C හි ස්කන්ධය M වේ. පද්ධතිය සමතුලිතතාවයේ ඇත්නම් පහත කවරක් සත්‍ය වේද ?

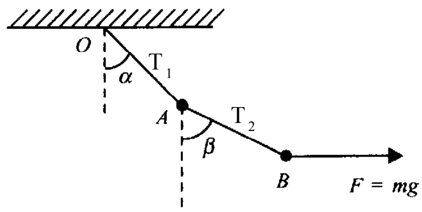
1. $M = m$
2. $M > 2m$
3. $M < 2m$
4. $M = 2m$
5. $M < \frac{m}{2}$

04. බල තුනක සමතුලිතතාව පිළිබඳව කර ඇති පහත ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.
A. බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා ඒවා අනිවාර්යයෙන්ම ඒකතල විය යුතුය.
B. බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා ඒවා අනිවාර්යයෙන්ම ඒක ලක්ෂ්‍ය විය යුතුය.
C. සජාතීය සමාන්තර බල තුනකට කිසි විටෙකත්සමතුලිත විය නොහැකිය.

ඉහත ඒවායින් සත්‍ය වන්නේ,
1. A පමණි. 2. B පමණි. 3. C පමණි. 4. A හා C පමණි. 5. B හා C පමණි.

05. පහත දැක්වෙන බල කුලක අතරින් ශුන්‍ය සම්ප්‍රයුක්තයක් කිසිවිටෙකත් පැවතිය නොහැක්කේ,
1. 5N, 5N, 5N 2. 3N, 4N, 5N 3. 3N, 5N, 7N 4. 5N, 5N, 10N 5. 1N, 2N, 4N

06. m ස්කන්ධයෙන් යුත් A හා B නැමැති වස්තු දෙකක් තන්තු දෙකකින් එකිනෙක ඈඳා ඇති ආකාරය රූපයේ දැක්වේ.

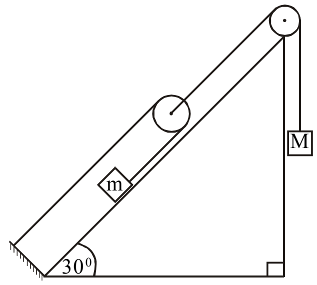


F = mg වන තිරස් බලයක් B මතට දැමූ විට පද්ධතිය සමතුලිත අවස්ථාවේ පවතී. පහත දැක්වෙන ඒවායින් සත්‍ය වන්නේ,
1. $T_1 = T_2$ 2. $2T_1 = 5T_2$ 3. $\sqrt{2}\,T_1 = \sqrt{5}\,T_2$
4. $5T_1 = 2T_2$ 5. $\sqrt{5}\,T_1 = \sqrt{2}\,T_2$

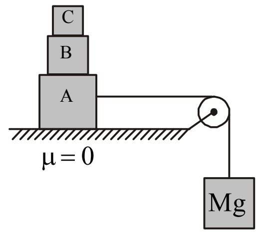
07. ලක්ෂ්‍යයකදී ක්‍රියා කරන 6N, 8N හා 10N යන ඒකතල බල තුනක් සමතුලිතතාවයේ පවතී නම් 6N, හා 10N යන බල 2 ක අතර කෝණය වන්නේ,

1. 90^0 2. $\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$ 3. $180^0 - \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$ 4. $\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$ 5. $180^0 - \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$

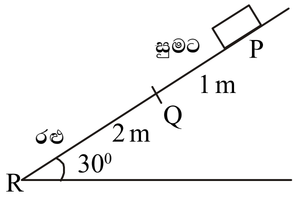
08. රූපයේ දක්වා ඇති පද්ධතියේ කප්පි සැහැල්ලු, සුමට ඒවා වන අතර තන්තු සැහැල්ලු වේ. m හි ස්කන්ධය 4 kg වන අතර ආනත තලය සුමට වේ. පද්ධතිය සමතුලිතතාවයේ පවතී නම් M හි අගය වන්නේ,
1. 2 kg 2. 4 kg 3. 8 kg
4. 0.5 kg 5. $4\sqrt{3}$ kg



09. සමාන m ස්කන්ධයෙන් යුතු A , B හා C නැමැති ඝන තුන රූපයේ දැක්වෙන පරිදි එක මත එක තබා තිබේ. ඕනෑම ඝනක දෙකක් අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය μ වන අතර A හා තලය අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය ශුන්‍ය වේ. A , B හා C එකිනෙක අතර ලිස්සීමක් ඇති නොවී ඒවාට චලනය වීම සඳහා M ට ගතහැකි උපරිම අගය වන්නේ,
1. $3m\mu/(\mu+1)$ 2. $3m(1-\mu)/\mu$
3. $3m(1+\mu)/\mu$ 4. $3m\mu/(1-\mu)$
5. $m\mu/3(1-\mu)$



10. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි තිරසට 30^0 ක් ආනත තලයක PQ කොටස සුමට වන අතර QR කොටස රළු වේ. 5 kg ස්කන්ධයක් P හි සිට නිශ්චලතාවයෙන් නිදහස් කල විට එය R හිදි නැවත නිසල වන්නේ නම් රළු කොටසේ ඝර්ෂණ සංගුණකය වන්නේ ,
1. $2/\sqrt{3}$ 2. $\sqrt{3}/2$
3. $\sqrt{3}/4$ 4. $\sqrt{3}/5$
5. $1/2$



බලය - අභ්‍යාස

01. 120^0 , 5	02. 8	05. 8 Nm , 32 Nm

06. $2\sqrt{2}$ N , AB සමඟ 45^0 ක් ආනතව AB පාදය A සිට (B දෙසට) 2.5 m දුරින් ඡේදනය කරමින්

07. 15.7 N, AB සමඟ 26.6^0 ක් ආනතව AB පාදය A සිට (B ගෙන් ඉවතට) 1m දුරින් ඡේදනය කරමින්

08. 1g ස්කන්ධයේ සිට 60 cm දුරින්

09. i. O_1O_2 රේඛාව මත O_1 සිට $\frac{3}{5}R$ දුරින් ii. AB රේඛාව මත A සිට $\frac{5}{6}$ R දුරින්

iii. AB රේඛාව මත A සිට $\frac{7}{9}$ a දුරින් iv. AB රේඛාව මත A සිට $\frac{7}{18}$ a දුරින්

10. 6×10^3 N	11. ඉහල : 600 N, පහළ : 1400 N	
12. 1 m , 3.5 m	13. 200 N , 600 N	14. 2100 N , 1100 N , 110 kg
15. iii. (Mg/2) Sin θ	16. මිනිසාගේ සිට 1.90 m දුරින්	17. A : 58 N , B : 208 N
18. $400\sqrt{3}$ N , $800\sqrt{3}$ N	19. $100\sqrt{3}$ N , 50 N , $50\sqrt{3}$ N	20. 2r / Tan α

21. ඉදිරිපස එක් රෝදයක් මත 2754 N බැගින් හා පසුපස එක් රෝදයක් මත 3861 N බැගින්

22. mg $\sqrt{[h(2R-h)]}$ / R – h   23. 180 N , 159 N

24. R = $\sqrt{3}$ w බිත්තියට ලම්බකව, S = 2 w දණ්ඩට ලම්බකව

25. $a_1 = L/2$, $a_2 = L/4$, $a_3 = L/6$, $a_4 = L/8$, h = 25L / 24

26. ii. A – 0.3 kg, B – 1.5 kg, C – 0.8 kg   iii. S_1 – 32 N, S_2 – 24 N, S_3 – 9 N

iv. S_1 හරහා යන සිරස් රේඛාව මත

27. i. A – 0.43 N, B – 1.5 N, C – 0.43 N   ii. 0.86 N   28. 60^0

29. i. 283 N , 200 N   ii. 346 N , 400 N   30. 24 N , 10 N

31. 5 N හා 12 N අතර 90^0, 5 N හා 13 N අතර 112.6^0, 12 N හා 13 N අතර 157.4^0

32. i. $T_1 = 100$ N $T_2 = 50\sqrt{3}$ N $T_3 = 50$ N   ii. $T_1 = 20$ N $T_2 = 20\sqrt{3}$ N $T_3 = 10\sqrt{3}$ N

iii. $T_1 = 100$ N $T_2 = 100\sqrt{2}$ N $T_3 = 100$ N

33. w/2 , $\sqrt{3}$ w / 2   34. 2.5 N , 6.5 N   35. m_1 : 0.73 kg , m_2 : 0.52 kg

ඝර්ෂණය - අභ්‍යාස

01. 2.5 N	02. 0.3	03. i. 3 N	ii. 4 N
iii. 5 N	04. g / μ දකුණට	05. $\sqrt{2}$	
06. i. 0.58	ii. 0.34 ms^{-2}	07. 420 N , 184 N	08. 2.3 ms^{-2}
09. l / L – l	10. 50 kg	11. 58 N	
12. A : 224 N , B : 100 N , 45^0	13. A : 2w / $\sqrt{5}$, B : w / $\sqrt{5}$, Tan^{-1} (4/3)		15. 100 N
16. 1 – 1 / n^2	17. 1 / $\sqrt{3}$		

18. i. m_1 m_2 [(g + a) (1 + k)] / m_1+ m_2 ii. m_2 (g + a)

19. (m_1 k_1 + m_2 Tan α) / m_1+ m_2

පිළිතුරු – MCQ

01. 5	02. 4	03. 3	04. 4	05. 5
06. 3	07. 5	08. 2	09. 4	10. 2

F:\B\S~\2024-T-U2 - Part V.pm7_Net 01 2022/12/01
Asanka Printers - 0777 555 399