PHYSICS

for G.C.E. ADVANCED Level Examination

Mechanics is the branch of science concerned with the behavior of physical bodies when subjected to forces or displacements, and the subsequent effects of the bodies on their environment.

UNIT 2

MECHANICS

යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

INNOVATIVE PHYSICS

SAMITHA RATHNAYAKE

B.Sc (Phy.Sp.) University of Colombo

Scanned with CamScanner

පටුන

උත්තාරණ චලිතය	1 - 13
නිව්ටන්ගේ චලිත නියම	14 - 17
බලය	17 - 25
ඝර්ෂණ බලය	25 - 26
භ්‍රමණ චලිතය	27 - 37
පෙරළුම් චලිතය	37 - 38
වෘත්ත චලිතය	39 - 44
කාර්යය, ශක්තිය සහ ක්ෂමතාව	45 - 53
ද්‍රවස්ථිති විද්‍යාව	54 - 58
තරල ගති විද්‍යාව	58 - 63

සැකසුම:

සමිත රත්නායක

B.sc. (Phy. Sp.) - Colombo

Scanned with CamScanner

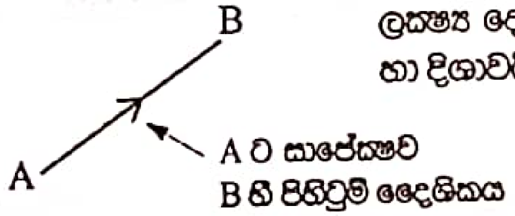
සැකසුම:-
සමිත රත්නායක

Unit - 02

Advanced Level
PHYSICS
යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

උත්තාරණ (රේඛීය) චලිතය / TRANSLATIONAL (LINEAR) MOTION

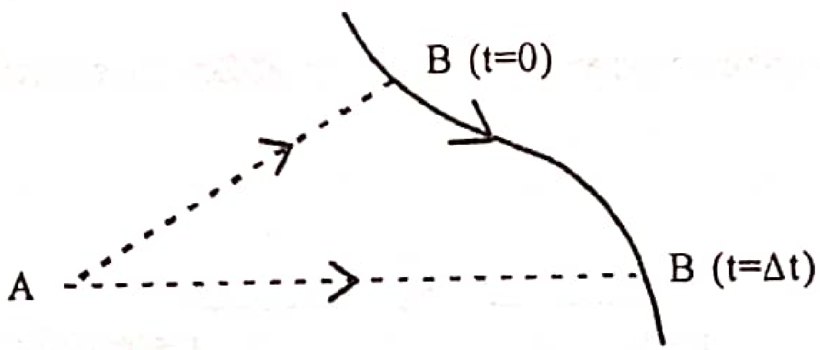
පිහිටුම් දෛශිකය (Position vector) :-



ලක්ෂ්‍ය දෙකක් යා කරන සරල රේඛාවේ විශාලත්වය හා දිශාවයි.

චලිතය අර්ථ දැක්වීම (Definition of motion) :-

A ට සාපේක්ෂව B හි පිහිටුම් දෛශිකය කාලය සමඟ වෙනස් වන්නේ නම් A ට සාපේක්ෂව B චලනය වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ.



■■ සියලු චලිත සාපේක්ෂ වේ. විශේෂයෙන් සඳහන් කර නොමැති විට යම් වස්තුවක චලිතය පොළොවට සාපේක්ෂව සලකා බැලේ.

Scanned with CamScanner

දුර (Distance) :- ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර ගමන් කරන්නෙකු ගෙවා යන පථයේ දිගයි. අදිශ රාශියකි.

වේගය (Speed) :- දුර ගෙවා යාමේ සීඝ්‍රතාවය හෙවත් ඒකක කාලයකදී ගෙවා ගිය දුරයි. අදිශ රාශියකි.
Δt කාලයකදී ගෙවා ගිය දුර Δd නම්,

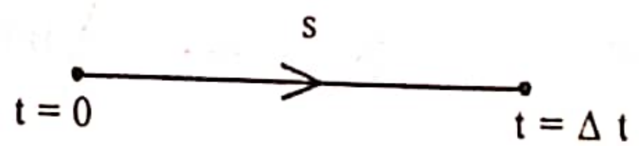
$$\text{වේගය} = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

■■ $\frac{\Delta d}{\Delta t}$ මගින් ලැබෙනුයේ Δt කාලය තුල පැවති මධ්‍යක වේගයයි. (average speed)

■■ $\frac{\Delta d}{\Delta t}$, $\Delta t \rightarrow 0$ මගින් යම් මොහොතක වේගය (instantaneous speed) ලැබේ.

රේඛීය විස්ථාපනය (s) - (Linear displacement) :-

ආරම්භක හා අවසාන ලක්ෂ්‍ය අතර ඇති සරල රේඛීය දුර හා දිශාවයි. දෛශික රාශියකි.



රේඛීය ප්‍රවේගය (v) (Linear velocity) :-

රේඛීය විස්ථාපනය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාව හෙවත් ඒකක කාලයකදී සිදුවන රේඛීය විස්ථාපන වෙනසයි. දෛශික රාශියකි.

Δt කාලයකදී රේඛීය විස්ථාපනයේ සිදු වූ වෙනස ΔS නම්,

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

- $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ මගින් ලැබෙනුයේ Δt කාලය තුළ පැවති මධ්‍යක ප්‍රවේගයයි. (average velocity)

- $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, $\Delta t \to 0$ මගින් යම් මොහොතක ප්‍රවේගය (instantaneous velocity) ලැබේ.

රේඛීය ත්වරණය (a) (Linear accelaration) :-

රේඛීය ප්‍රවේගය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාවය හෙවත් ඒකක කාලයකදී සිදුවන රේඛීය ප්‍රවේග වෙනසයි. දෛශික රාශියකි.

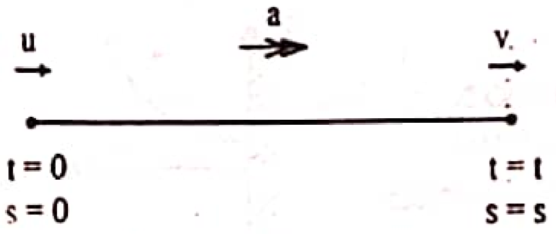
Δt කාලයකදී රේඛීය ප්‍රවේගයෙහි සිදු වූ වෙනස ΔV නම්

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ මගින් ලැබෙනුයේ Δt කාලය තුල පැවති මධ්‍යක ත්වරණයයි. (average accelaration)

- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, $\Delta t \to 0$ මගින් යම් මොහොතක ත්වරණය (instantaneous accelaration) ලැබේ.

උත්තාරණ චලිත සමීකරණ (Equtions of translational motion) :-



u - ආරම්භක ප්‍රවේගය
v - අවසාන ප්‍රවේගය
s - සිදුකළ විස්ථාපනය
t - ගත වූ කාලය
a - ඒකාකාර ත්වරණය

Scanned with CamScanner

❶ ත්වරණය = $\frac{\text{ප්‍රවේග වෙනස}}{\text{ගත වූ කාලය}}$ ⇨ $a = \frac{v-u}{t}$

$$v = u + at \quad \text{-------- (1)}$$

❷ මධ්‍යක ප්‍රවේගය = $\frac{s}{t}$ -------- (A)

ත්වරණය නියත නම් ආරම්භය හා අවසාන ප්‍රවේගයන්ගේ මධ්‍යන්‍යය මගින්ද මධ්‍යක ප්‍රවේගය ලැබේ.

මධ්‍යක ප්‍රවේගය = $\frac{u+v}{2}$ -------- (B)

(A) = (B) ; $\frac{s}{t} = \frac{u+v}{2}$ ⇨ $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ ---- (2)

❸ (1) න් v , (2) ⇨ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ -------- (3)

❹ (1) න් $t = \frac{v-u}{a}$; (2) ⇨ $v^2 = u^2 + 2as$ -------- (4)

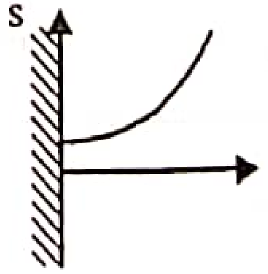
භාවිතයේදී,

- ■■ සමීකරණ යොදන කාලය තුළ ත්වරණය නියත විය යුතුය.
- ■■ යම් දිශාවක් ඔස්සේ යෙදිය යුතුය. එම දිශාවට ඇති දෛශික කොටස් ආදේශ කල යුතුය.
- ■■ s යනු t කාලය තුල පමණක් සිදු කල විස්ථාපනයයි.

විස්ථාපන (s) - කාල (t) ප්‍රස්ථාර (Displacement (s) - time (t) graphs) :-

අන්තඃඛණ්ඩය (Intercept)

- t = 0 දී විස්ථාපනය නිරූපණය කරයි. t = 0 දී වස්තුව පැවති ස්ථානයේ සිට විස්ථාපනය මනින්නේ නම් අන්තඃඛණ්ඩය ශූන්‍ය වේ.



ඛණ්ඩාංක (Coordinates)

- x - ඛණ්ඩාංක කාලයත් y - ඛණ්ඩාංක අනුරූප විස්ථාපනයත් නිරූපණය කරයි. කාලය (-) විය නොහැකි නමුත් විස්ථාපනය (+) හෝ (-) විය හැකිය.

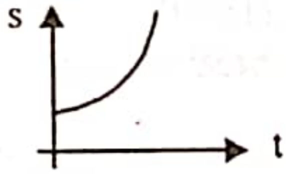
අනුක්‍රමණය (Gradient)

- යම් ලක්ෂ්‍යකදී අනුක්‍රමණය එම ලක්ෂයේදී ප්‍රවේගය $\left(\frac{\Delta s}{\Delta t}\right)$ නිරූපණය කරයි.

s – t ප්‍රස්ථාරයකින් ලබා ගත හැකි තොරතුරු (Informations gained from a s - t graph) :-

i. කාලය සමඟ විස්ථාපනයෙහි විචලනය (y - ඛණ්ඩාංක මඟින්)

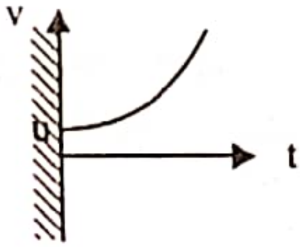
ii. කාලය සමඟ ප්‍රවේගයෙහි විචලනය (අනුක්‍රමණය මඟින්)



උදා :- i. (+) විස්ථාපනය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ.

ii. (+) ප්‍රවේගය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ.

ප්‍රවේග (v) - කාල (t) ප්‍රස්ථාර (Velocity (v) - time (t) graphs) :-



අන්තඃඛණ්ඩය (Intercept)

- ආරම්භක ප්‍රවේගය නිරූණය කරයි.

ඛණ්ඩාංක (Coordinates)

- x – ඛණ්ඩාංක කාලයත්
  y – ඛණ්ඩාංක අනුරූප ප්‍රවේගයත් නිරූපණය කරයි.
  කාලය (-) විය නොහැකි නමුත් ප්‍රවේගය (+) හෝ (-) විය හැකිය.

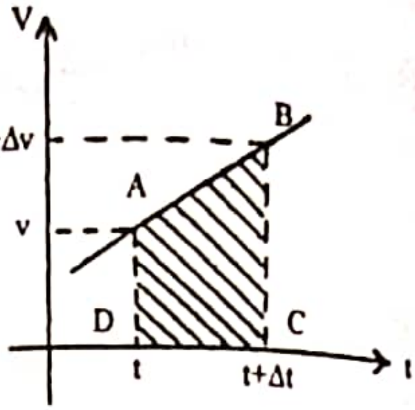
අනුක්‍රමණය (Gradient)

- යම් ලක්ෂයකදී අනුක්‍රමණය එම ලක්ෂයේදී ත්වරණය ($\Delta V / \Delta t$) නිරූණය කරයි.

■■ අප විසඳන බොහෝ ගැටළුවල ත්වරණය නියත බැවින් ඒ සඳහා අඳිනු ලබන V - t ප්‍රස්ථාර සරල රේඛීය හැඩය ගනී.

Scanned with CamScanner

වර්ගඵලය (Area)



AB කොටසේ විස්ථාපනය Δs නම්,

AB කොටසේ මධ්‍යක ප්‍රවේගය

$$= \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v + v + \Delta v}{2}$$

$$\Delta s = \left(\frac{v + v + \Delta v}{2}\right)\Delta t \text{ -------- (1)}$$

AB ප්‍රස්ථාර කොටස යටතේ ඇති වර්ගඵලය

= ABCD ත්‍රපීසියමේ වර්ගඵලය

$$= \left(\frac{v + v + \Delta v}{2}\right)\Delta t \text{ -------- (2)}$$

(1) = (2) වීමෙන් පෙනී යන්නේ v - t ප්‍රස්ථාරයක් යටතේ ඇති වර්ගඵලය මගින් විස්ථාපන වෙනස නිරූපණය වන බවයි.

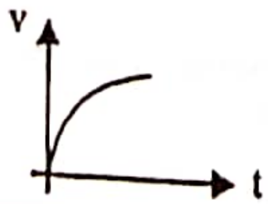
- v - t ප්‍රස්ථාරයක කිසියම් කාලයක් දක්වා ඇති වර්ගඵල වල වීජ ඓක්‍යය මගින් එම කාලය වන විට වස්තුවේ සම්ප්‍රයුක්ත විස්ථාපනය නිරූපණය වේ.

- v - t ප්‍රස්ථාරයක යම් කාලයක් දක්වා ඇති වර්ගඵල වල විශාලත්වයන්ගේ එකතුව මගින් එම කාලය වන විට වස්තුව ගමන් කළ මුළු දුර නිරූපණය වේ.

v – t ප්‍රස්ථාරයකින් ලබා ගත හැකි තොරතුරු
(Informations gained from a v - t graph) :-

i. කාලය සමග ප්‍රවේගයෙහි විචලනය (y - ඛණ්ඩාංක මගින්)
ii. කාලය සමග ත්වරණයෙහි විචලනය (අනුක්‍රමණය මගින්)
iii. කාලය සමග විස්ථාපනයෙහි විචලනය (වර්ගඵලය මගින්)

උදා :-

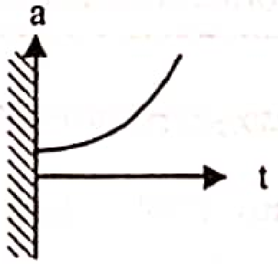


i. (+) ප්‍රවේගය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ.
ii. (+) ත්වරණය ක්‍රමයෙන් අඩුවේ.
iii. (+) විස්ථාපනය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ.

Scanned with CamScanner

ත්වරණ (a) - කාල (t) ප්‍රස්ථාර

(Accelaration (a) - time (t) graphs) :-



අන්තඃඛණ්ඩය (Intercept)

- $t = 0$ දී ත්වරණය නිරූපණය කරයි.

ඛණ්ඩාංක (Coordinates)

- x – ඛණ්ඩාංක කාලයත්
  y – ඛණ්ඩාංක අනුරූප ත්වරණයත් නිරූපණය කරයි.
  කාලය (-) විය නොහැකි නමුත් ත්වරණය (+) හෝ (-) විය හැකිය.

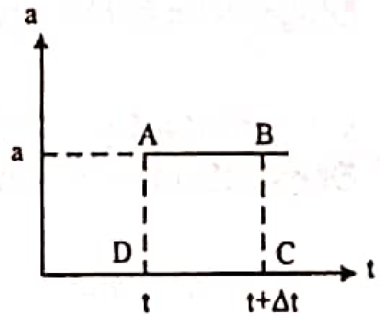
අනුක්‍රමණය (Gradient)

- යම් ලක්ෂයකදී අනුක්‍රමණය එම ලක්ෂයේදී ත්වරණය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාව ($\Delta a / \Delta t$) නිරූණය කරයි.

■■ අප විසඳන බොහෝ ගැටළුවල ත්වරණය නියත බැවින් ඒ සඳහා අඳිනු ලබන a – t ප්‍රස්ථාරය t - අක්ෂයට සමාන්තර සරල රේඛාවක් වේ.

වර්ගඵලය (Area)

AB කොටස තුල ප්‍රවේග වෙනස Δv නම්,



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \Delta v = a \times \Delta t \quad \text{--------} \ (1)$$

AB ප්‍රස්ථාර කොටස යටතේ ඇති වර්ගඵලය

= ABCD සෘජුකෝණාස්‍රයේ වර්ගඵලය

$$= a \times \Delta t \quad \text{--------} \ (2)$$

(1) = (2) වීමෙන් පෙනී යන්නේ a - t ප්‍රස්ථාරයක් යටතේ ඇති වර්ගඵලය මගින් අදාල කාලය තුල ප්‍රවේග වෙනස නිරූපණය වන බවයි.

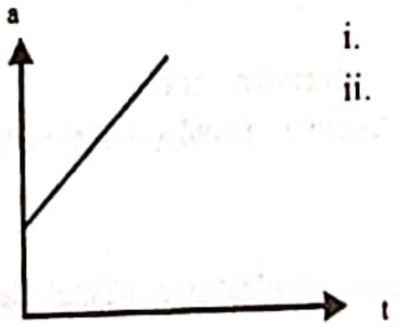
Scanned with CamScanner

a – t ප්‍රස්ථාරයකින් ලබා ගත හැකි තොරතුරු
(Informations gained from a a - t graph) :-

i. කාලය සමග ත්වරණයෙහි විචලනය (y - ඛණ්ඩාංක මගින්)

ii. කාලය සමග ප්‍රවේගයෙහි විචලනය (වර්ගඵලය මගින්)

උදා :-



i. (+) ත්වරණය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ.
ii. (+) ප්‍රවේගය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ.

s – t ප්‍රස්ථාරයක්, v – t ප්‍රස්ථාරයක් බවට හැරවීම
(Converting a s - t graph in to a v - t graph) :-

i. s -t ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණයෙහි විචලනය, v-t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංකවල විචලනයට සම විය යුතුය.

ii. s -t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංකවල විචලනය, v-t ප්‍රස්ථාරයේ වර්ගඵලයෙහි විචලනයට සම විය යුතුය

Scanned with CamScanner

v – t ප්‍රස්ථාරයක්, s – t ප්‍රස්ථාරයක් බවට හැරවීම
(Converting a v - t graph in to a s - t graph) :-

i. v -t ප්‍රස්ථාරයේ y ඛණ්ඩාංකවල විචලනය , s- t ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණයෙහි විචලනයට සම විය යුතුය.

ii. v - t ප්‍රස්ථාරයේ වර්ගඵලයෙහි විචලනය s- t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංක වල විචලනයට සම විය යුතුය.

■■ ඉහත පරිවර්තන වලදී v - t ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණය පිළිබඳව අවධානය යොමු කිරීම අත්‍යාවශ්‍ය නොවේ.

a – t ප්‍රස්ථාරයක්, v – t ප්‍රස්ථාරයක් බවට හැරවීම
(Converting a a - t graph in to a v - t graph) :-

i. a -t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංකවල විචලනය, v-t ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණයෙහි විචලනයට සම විය යුතුය.

ii. a -t ප්‍රස්ථාරයේ වර්ගඵලයේ විචලනය v-t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංකවල විචලනයට සම විය යුතුය.

v – t ප්‍රස්ථාරයක්, a – t ප්‍රස්ථාරයක් බවට හැරවීම
(Converting a v - t graph in to a a - t graph) :-

i. v - t ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණයෙහි විචලනය a - t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංකවල විචලනයට සම විය යුතුය.

ii. v - t ප්‍රස්ථාරයේ y - ඛණ්ඩාංකවල විචලනය, a - t ප්‍රස්ථාරයේ වර්ගඵලයෙහි විචලනයට සම විය යුතුය.

■■ ඉහත පරිවර්තනවලදී v - t ප්‍රස්ථාරයේ වර්ගඵලය පිළිබඳව අවධානය යොමු කිරීම අත්‍යාවශ්‍ය නොවේ.

s - t ප්‍රස්ථාර ඇසුරින් ගැටළු විසඳීම
(Solving problems using s - t graphs) :-

i. y ඛණ්ඩාංක මගින් විස්ථාපනයත්
ii. අනුක්‍රමණය මගින් ප්‍රවේගයත් ලබා දෙන බව සැලකිල්ලට ගත යුතුය.

Scanned with CamScanner

v - t ප්‍රස්ථාර ඇසුරින් ගැටළු විසඳීම
(Solving problems using v - t graphs) :-

i. y ඛණ්ඩාංක මගින් ප්‍රවේගයත්
ii. අනුක්‍රමණය මගින් ත්වරණයත්
iii. වර්ගඵලය මගින් විස්ථාපනයත් ලබාදෙන බව සැලකිල්ලට ගත යුතුය.

a - t ප්‍රස්ථාර ඇසුරින් ගැටළු විසඳීම
(Solving problems using a - t graphs) :-

i. y ඛණ්ඩාංක මගින් ත්වරණයත්
ii. වර්ගඵලය මගින් ප්‍රවේගයත් ලබා දෙන බව සැලකිල්ලට ගත යුතුය.

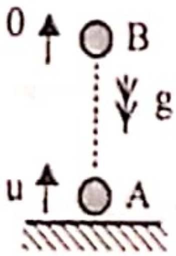
ගුරුත්වය යටතේ චලිතය (Motion under gravity) :-

වස්තුවක්, තමා මත ක්‍රියා කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බල (ස්පර්ශ අතර හටගන්නා බල) මගින් පාලනය වන චලිතයක නියැලෙන අවස්ථාව

ගුරුත්වජ ත්වරණය (Accelaration due to gravity) :-

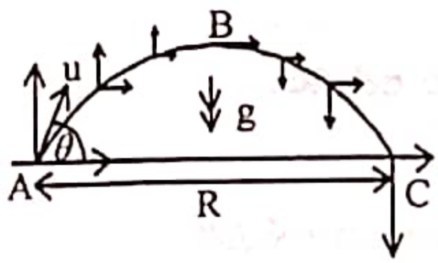
ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය මගින් පමණක් වස්තුවකට හිමිකර දෙන ත්වරණයයි.

ගුරුත්වය යටතේ සිරස් චලිතය
(Vertical motion under gravity) :-



$A \rightarrow B$	$A \rightarrow B$	$A \rightarrow B \rightarrow A$
$\uparrow v = u + at$	$\uparrow v^2 = u^2 + 2as$	$\uparrow s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$0 = u - gt_1$	$0 = u^2 - 2gs$	$0 = ut_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$
$t_1 = u/g$	$s = u^2/2g$	$0 = t_2(u - \frac{1}{2}gt_2)$
		$t_2 = 2u/g = 2t_1$
උපරිම උසට වලඹීමට කාලය	උපරිම උස	පියාසර කාලය

ගුරුත්වය යටතේ ආනත චලිතය (Projectile motion under gravity) :-



A → B

↑ $v = u + at$

$0 = u\sin\theta - gt_1$

$t_1 = u\sin\theta / g$

උපරිම උසට ළඟාවීමට කාලය

A → B

↑ $v^2 = u^2 + 2as$

$0 = u^2\sin^2\theta - 2gs$

$s = u^2\sin^2\theta / 2g$

උපරිම උස

A → B → C

↑ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$0 = u\sin\theta\, t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2$

$0 = t_2 (u\sin\theta - \frac{1}{2} g t_2)$

$t_2 = \frac{2u\sin\theta}{g} = 2t_1$

පියාසර කාලය

A → B → C

→ $s = ut + \frac{1}{2} a t^2$

$R = u\cos\theta \times t_2 + 0$

$R = u\cos\theta \times \frac{2u\sin\theta}{g}$

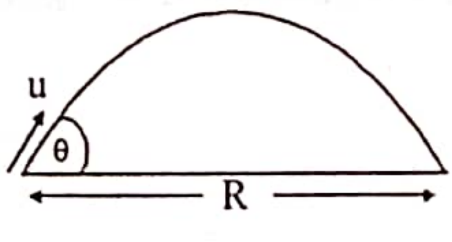
තිරස් පරාසය

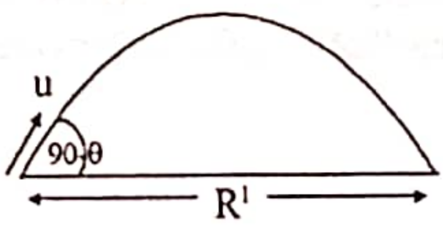
■■ $R = \frac{u^2}{g} \times 2\sin\theta\cos\theta$

■■ $R = \frac{u^2}{g} \times \sin 2\theta \Rightarrow R_{max} = \left[\frac{u^2}{g}\right] (\sin 2\theta)_{max}$

$\Rightarrow (\sin 2\theta)_{max} = +1 \Rightarrow 2\theta = 90^\circ \Rightarrow \theta = 45^\circ$

■■





$R = \frac{2u^2}{g} \times 2\sin\theta\cos\theta$

$R^1 = \frac{2u^2}{g} \times \sin(90-\theta)\cos(90-\theta)$

$= (2u^2 / g) \cos\theta \sin\theta$

$= R$

Scanned with CamScanner

සාපේක්ෂ චලිතය (Relative motion) :-

A ට සාපේක්ෂව B හි චලිතය යනු,

i. A නිශ්චල යැයි සැලකූ විට B චලනය වන අන්දමයි.

හෝ

ii. A හි සිටින්නෙකුට පෙනෙන පරිදි B චලනය වන අන්දමයි.

A ට සාපේක්ෂව B හි විස්ථාපනය $= S_{B,A}$
A ට සාපේක්ෂව B හි ප්‍රවේගය $= V_{B,A}$
A ට සාපේක්ෂව B හි ත්වරණය $= a_{B,A}$

❶ $V_{A,B} = -V_{B,A}$

❷ A , B හා C නැමැති පද්ධති තුනක් පිළිබඳව

$V_{A,B} = V_{A,C} + V_{C,B}$ සාපේක්ෂ චලිත මූලධර්මය

■■ ප්‍රවේගය සම්බන්ධව ලියා ඇති (1) හා (2) ප්‍රතිඵල, විස්ථාපනයටත් ත්වරණයටත් වලංගු වේ.

■■ වස්තූන් දෙකක් එකම රේඛාවේ ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට ගමන් කරන විට එක් වස්තුවකට සාපේක්ෂව අනෙකේ ප්‍රවේගය, දෙදෙනාගේ පොළවට සාපේක්ෂ ප්‍රවේගවල ඓක්‍යයන්ට සමාන වේ.

■■ වස්තූන් දෙකක් එකම රේඛාවේ එකම දිශාවට ගමන් කරන විට එක් වස්තුවකට සාපේක්ෂව අනෙකේ ප්‍රවේගය, දෙදෙනාගේ පොළවට සාපේක්ෂ ප්‍රවේගවල අන්තරයට සමාන වේ.

Scanned with CamScanner

ස්කන්ධය (Mass)

ගුරුත්වාකර්ෂණ ස්කන්ධය (m)
(Gravitational mass)

ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය (F), එම බලය යටතේ වස්තුවකට හිමිවන ත්වරණයට එනම් ගුරුත්වජ ත්වරණයට (g) දරණ අනුපාතය

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

අවස්ථිති ස්කන්ධය (m)
(Inertial mass)

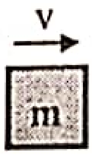
වස්තුවක් මත යෙදූ බලය (F), එම බලය යටතේ වස්තුවට හිමි වූ ත්වරණයට (a) දරණ අනුපාතය

$$m = \frac{F}{g}$$

■■ ගුරුත්වාකර්ෂණ ස්කන්ධය පිළිබඳව වූ අර්ථ කථනය යෙදිය හැක්කේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයකදී පමණි. එහෙත් අවස්ථිති ස්කන්ධය පිළිබඳව වූ අර්ථ කථනය ඕනෑම ස්ථානයකදී භාවිත කළ හැකිය.

■■ එකම වස්තුවක ගුරුත්වාකර්ෂ ස්කන්ධයක් අවස්ථිති ස්කන්ධයත් එකම අගයක් ගන්නා බව නිව්ටන් විසින් පරීක්ෂණාත්මකව පෙන්වා දී තිබේ.

රේඛීය ගම්‍යතාව (P) (Linear momentum) :- ස්කන්ධයේත්, රේඛීය ප්‍රවේගයේත් ගුණිතයයි. දෛශිකයකි. දිශාව රේඛීය ප්‍රවේගයේ දිශාවයි.



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

චලිත ස්වරූප :-
(Types of motion)

i. නිශ්චලතාව
ii. ඒකාකාර ප්‍රවේගය
iii. වෙනස් වන ප්‍රවේගය (ත්වරණය)

Scanned with CamScanner

නිව්ටන්ගේ චලිත නියම - *NEWTON'S LAWS OF MOTION*

1 නියමය (First law) :-

(යම් දිශාවක් ඔස්සේ) වස්තුවක් මත බාහිර අසමතුලිත බලයක් නොයෙදේ නම්, (එම දිශාව ඔස්සේ) වස්තුව නිශ්චලතාවයෙහි හෝ ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් (සරල රේඛාවක) චලනය වෙමින් හෝ පවතී.

- බාහිර බලයක් යනු සලකා බලන පද්ධතියට පරිබාහිර වස්තුවක් මගින් එම පද්ධතියට අයත් වස්තුවක් මත ඇති කරන බලයකි.

නිර්දේශ රාමු (Reference frames) :-

යම් චලිතයක් තේරුම් ගැනීම සඳහා නිශ්චලයැයි සලකනු ලබන පරිසරයක්

- අවස්ථිති නිර්දේශ රාමු (Inertial reference frames) → ත්වරණයක් රහිත නිර්දේශ රාමු
- අවස්ථිති නොවන නිර්දේශ රාමු (Non - inertial refernce frames) → ත්වරණයක් සහිත නිර්දේශ රාමු

- නිව්ටන්ගේ පළමු නියමය වලංගු වන්නේ අවස්ථිති රාමුවලට සාපේක්ෂව පමණි. එබැවින් "නිව්ටන්ගේ පළමු නියමය වලංගු වන අන්දමේ නිර්දේශ රාමුවක්" ලෙසද අවස්ථිති නිර්දේශ රාමුවක් අර්ථ දැක්විය හැකිය.

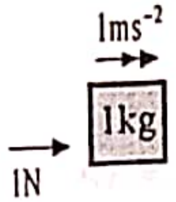
- අවස්ථිති රාමුවලදී භෞතික විද්‍යාවේ න්‍යායන් එකම ස්වරූපය ගනී.

නිව්ටන්ගේ 1 නියමය ඇසුරින් බලය අර්ථ දැක්වීම (Defining the 'force' using Newton's first law) :-

වස්තුවක, නිශ්චලතාව හෝ ඒකාකාර ප්‍රවේගය යන චලිත අවස්ථා වෙනස් කරන හෝ වෙනස් කිරීමට පොළඹවන බාහිර බලපෑම බලයයි.

Scanned with CamScanner

නිව්ටනය අර්ථ දැක්වීම (Definition of unit - NEWTON) :-



1 kg ස්කන්ධයකට 1 ms^{-2} ක ත්වරණයක් ලබා දීමට අවශ්‍ය අසමතුලිත බලය 1 N කි.

2 නියමය (Second law) :-

යම් දිශාවක් ඔස්සේ වස්තුවක ගම්‍යතාව වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාව, එම දිශාව ඔස්සේ ක්‍රියා කල බාහිර අසමතුලිත බලයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

$$F \propto \frac{\Delta P}{\Delta t} \longrightarrow F \propto \frac{\Delta (mv)}{\Delta t} \longrightarrow F \propto m\frac{\Delta v}{\Delta t} \longrightarrow F \propto ma$$

SI ඒකක ක්‍රමයේදී සමානුපාතිකත්වයේ නියතය 1 වන බැවින්,

$$\boxed{F = ma}$$

භාවිතයේදී,

- වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් තෝරා ගත යුතුය.
- යම් දිශාවක් තෝරා ගත යුතුය.
- F ලබාගැනීමට තෝරා ගත් වස්තුව මත ඇති සියළු බාහිර බල තෝරාගත් දිශාවට විභේදනය කල යුතුය.
- a යනු තෝරාගත් වස්තුව මත තෝරා ගත් දිශාවට ඇති ත්වරණයයි

* $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \longrightarrow \boxed{F = \frac{mv - mu}{\Delta t}}$

* ත්වරණය සෘජුවම පෙනෙන්නට නොමැති ගටළු විසඳීමට මෙම සමීකරණය භාවිත කිරීම පහසුය.

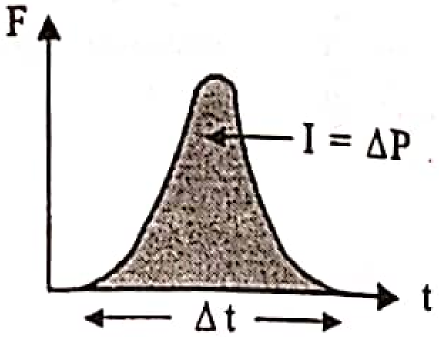
Scanned with CamScanner

ආවේගය (I) :- සම්ප්‍රයුක්ත බලයේත්, බලය ක්‍රියා කල කෙටි කාලයේත් ගුණිතයයි. දෛශිකයකි.
(Impulse)

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$F \times \Delta t = \Delta P$$

Ns / kg ms^{-1} → $\boxed{I = \Delta P}$



රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය
(Law of conservation of liner momentum) :-

$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ → $F = 0$ නම්, $\Delta P = 0$

වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් මත යම් දිශාවක් ඔස්සේ බාහිර අසමතුලිත බලයක් ක්‍රියා නොකරයි නම් එම දිශාවට ඇති රේඛීය ගම්‍යතාව නොවෙනස්ව පවතී.

භාවිතයේදී,

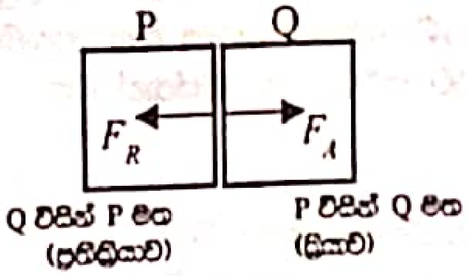
- වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් තෝරා ගන්න
  (එකම පද්ධතිය වීම සඳහා ස්කන්ධය නියත විය යුතුය)
- අදාල සංසිද්ධිය හඳුනා ගන්න. (ගැටුම / පිපිරීම / උණ්ඩයක් පිටවීම......)
- අසමතුලිත බාහිර බලයක් නොයෙදෙන දිශාවක් තෝරා ගන්න.
- එම දිශාවට, සංසිද්ධියට මොහොතකට පෙර හා සංසිද්ධියෙන් මොහොතකට පසු ඇති රේඛීය ගම්‍යතා සමාන කොට සමීකරණ ලියන්න.

දෛශික සම්බන්ධ ඕනෑම සමීකරණයක් හෝ නියමයක් එකිනෙකට ලම්බක දිශා දෙකක් ඔස්සේ යෙදිය හැකිය.

3 නියමය (Third law) :-

සෑම ක්‍රියාවකටම (බලයකටම), විශාලත්වයෙන් සමාන වූත් දිශාවෙන් ප්‍රතිවිරුද්ධ වූත්, ප්‍රතික්‍රියාවක් (බලයක්) පවතී.

Scanned with CamScanner



- බල සෑම විටම උපදින්නේ යුගල වශයෙනි.
- ක්‍රියා-ප්‍රතික්‍රියා බල සෑම විටම වස්තූන් දෙකක් මත ක්‍රියා කරයි.

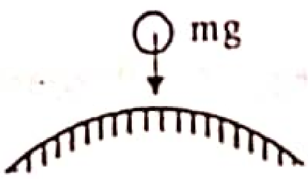
බලය / FORCE

බලයක ලක්ෂණ (Properties of a force) :-

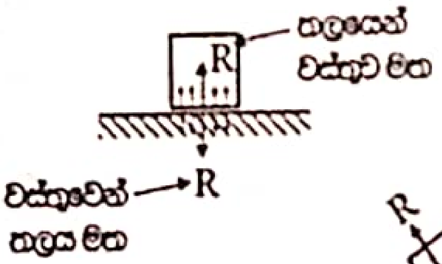
i. විශාලත්වය (magnitude)
ii. දිශාව (direction)
iii. උපයෝගී ලක්ෂ්‍යය (ක්‍රියා රේඛාව) (Point of action / line of action)

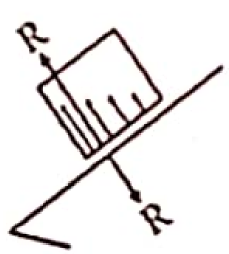
බලයේ ස්වරූප කිහිපයක් (Several types of force) :-

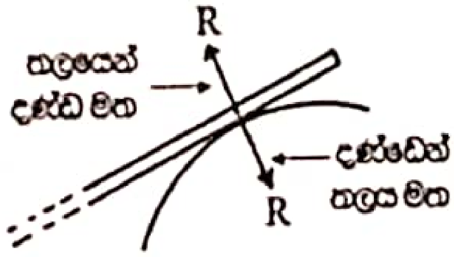
❶ ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය (Gravitational force) :- ඕනෑම ස්කන්ධ දෙකක් අතර එකිනෙකා වෙතට හටගනී. උපයෝගී ලක්ෂ්‍යය ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයයි. පෘථිවිය සමීපයේ ඇති වස්තුවක සඳහා දිශාව පෘථිවි කේන්ද්‍රය දෙසට (සිරස්ව පහළට) වේ. වස්තුවේ 'බර' ලෙසද හැඳින්වේ. (mg)



❷ අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව (Normal reaction) :- එකිනෙක සමඟ ස්පර්ශව, තෙරපී ඇති පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර ස්පර්ශක පෘෂ්ඨයට ලම්බකව හටගනී.



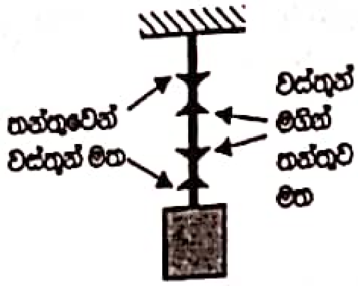




Scanned with CamScanner

❸ ආතති බලය
(Tensional force)

:- ඇදුණු තන්තුවල හෝ දඬු වල හටගනී. දෙකෙළවරදී තන්තුව/දණ්ඩ දෙසට ලකුණු කරනු ල ැබේ. මෙසේ ලකුණු කල ආතති දෙකෙලවරට සම්බන්ධිත වස්තූන් මත යෙදේ.



* සැහැල්ලු තන්තුවක සෑම විටම දෙකෙලවර ආතති සමාන වේ.

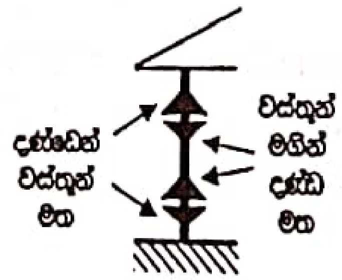
* එල්ලෙන බර තන්තුවක ඉහළට යත්ම ආතතිය වැඩි වේ.

* කප්පියක් උඩින් වැටී ඇති තන්තුවක කප්පිය දෙපස ආතති සමාන වීමට

  - කප්පිය භ්‍රමණය නොවේ නම් හෝ ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයකින් භ්‍රමණය වේ නම් එය සුමට විය යුතුය.
  - කප්පිය කෝණික ත්වරණයකින් භ්‍රමණය වේ නම් සැහැල්ලු හා සුමට විය යුතුය.

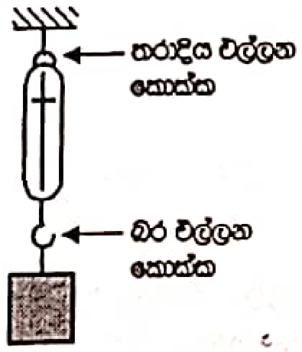
❹ තෙරපුම් බලය
(Compressional force)

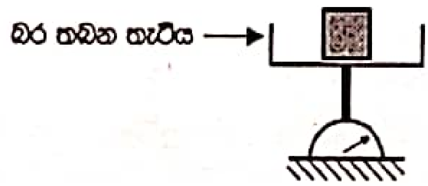
:- තෙරපුණු දඬු වල හට ගනී. දෙකෙළවරදී දණ්ඩෙන් ඉවතට ලකුණු කරනු ලැබේ. මෙසේ ලකුණු කල තෙරපුම් දෙකෙළවරට සම්බන්ධිත වස්තූන් මත යෙදේ.



දුනු තරාදි (Spring balance)

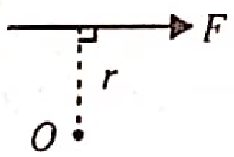
බර එල්ලන වර්ගය	බර තබන වර්ගය
පාඨාංකය - බර එල්ලන කොක්කේ ආතතිය	පාඨාංකය - බර තබන තැටිය පහළට තෙරපවන බලය





ලක්ෂ්‍යයක් වටා බලයක ඝූර්ණය (ව්‍යාවර්ථය τ)
Moment of force (Torque) :-

බලයේත්, බලයේ ක්‍රියා රේඛාවට අදාල ලක්ෂ්‍යයේ සිට ඇති ලම්බ දුරේත් ගුණිතයයි.



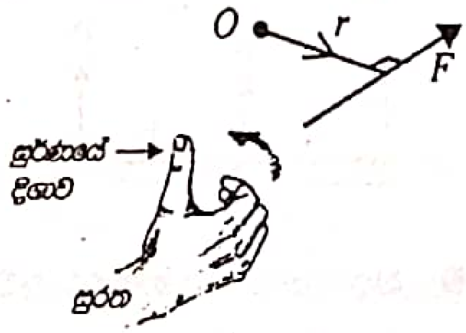
$$\tau = F r$$

Nm

■■ ඝූර්ණයක් නිසා වස්තුවකට කරකැවීමේ පෙළඹුමක් ඇති වේ.

ඝූර්ණයේ දිශාව (Direction of torque) :-

ඝූර්ණයේ දිශාව බලයේ ක්‍රියා රේඛාවෙන් හා ඝූර්ණ ගනු ලබන ලක්ෂ්‍යයෙන් නිර්මාණය වන තලයට ලම්බකව පිහිටයි. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි සුරත භාවිතයෙන් ඝූර්ණයේ දිශාව සොයා ගත හැකිය.



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

Scanned with CamScanner

සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය (Resultant torque) :-

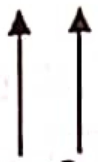
ඒකතල බල පද්ධතියක යම් ලක්ෂ්‍යයක් වටා සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය සෙවීමේදී එක් දිශාවකට ඇති ඝූර්ණ ධන ලෙස සලකා සියළු බලවල ඝූර්ණයන්ගේ දෛශික ඓක්‍යය ලබා ගත යුතුය.

ඝූර්ණ පිළිබඳ මූලධර්මය (Theorem of moments) :-

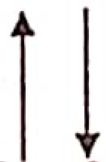
ඒකතල බල පද්ධතියකට සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ඇති අවස්ථාවක, ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය, එම ලක්ෂ්‍යය වටා සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ඝූර්ණයට සමාන වේ.

■■ ඝූර්ණ ගනු ලැබුවේ සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ක්‍රියා රේඛාව මත පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක් වටා නම් සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය ශූන්‍යයට සමාන වේ.

සමාන්තර බල (Parallel forces) :-



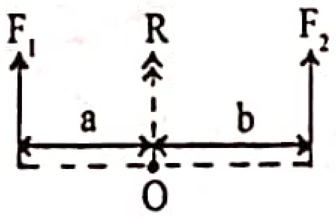
සජාතීය සමාන්තර බල
(Like paralle forces)



විජාතීය සමාන්තර බල
(Unlike parallel forces)

සමාන්තර බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය (Resultant of two parallel forces) :-

❶ බල සජාතීය සමාන්තර අවස්ථාව (Like parallel forces)



$R = F_1 + F_2$

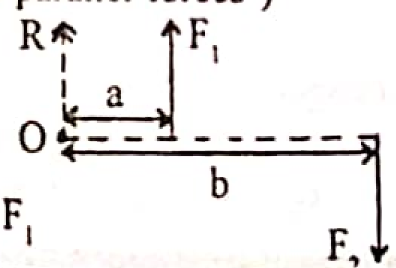
$\tau_0 = 0$ මගින් $a : b = F_2 : F_1$

❷ බල විජාතීය සමාන්තර අවස්ථාව (Unlike parallel forces)

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

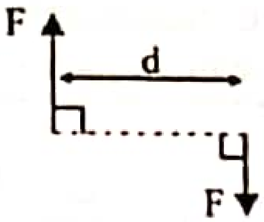
$R = F_1 - F_2$

$\tau_0 = 0$ මගින් $a : b = F_2 : F_1$



ii. $F_1 = F_2 (= F)$ - බල යුග්මය

$R = F - F = 0$



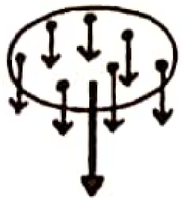
සමාන, සමාන්තර, ප්‍රතිවිරුද්ධ, එකම රේඛාවේ ක්‍රියා නොකරන බල දෙකක්, බල යුග්මයක් (couple) ලෙස හැඳින්වේ.

යුග්මයක ඝූර්ණය (τ) , එක් බලයකත්, බල දෙක අතර ලම්බ දුරේත්, ගුණිතයට සමාන වේ.

$$\tau = F d$$

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

ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය :-
(Centre of gravity)



වස්තුවක් අංශු පද්ධතියක එකතුවක් ලෙස සැලකිය හැකිය. මෙම සෑම අංශුවක් මතම ගුරුත්වාකර්ෂණ බල ක්‍රියා කරයි. මෙම බලයන්ගේ සම්ප්‍රයුක්තය (එනම් සමස්ත වස්තුවේ බර) ක්‍රියා කරන ලක්ෂ්‍යය ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයයි.

ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය :-
(Centre of mass)

වස්තුවක මුළු ස්කන්ධය සංකේන්ද්‍රණය වී ඇතැයි සැලකෙන ලක්ෂ්‍යය (භ්‍රමණයෙන් තොරව චලිත වීමට බලයක් යෙදිය යුතු ලක්ෂ්‍යය) ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයයි.

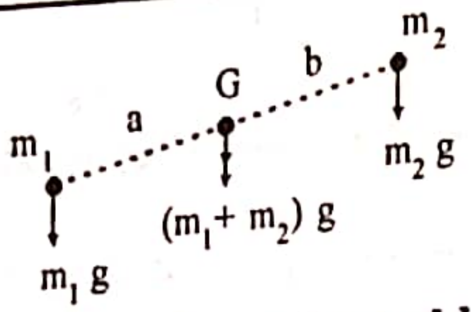
■■ වස්තුවක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය / ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය එම වස්තුව මතම පැවතීම අත්‍යාවශ්‍ය නොවේ. එහෙත් එය සෑම විටම වස්තුවේ වපසරිය තුල පිහිටයි.

■■ වස්තුවක හැඩය වෙනස් නොවේ නම් එහි අවකාශීය පිහිටීම මත ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය / ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය වෙනස් නොවේ.

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

Scanned with CamScanner

අංශු දෙකක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම (Location of the centre of gravity of two particles) :-



$\Rightarrow \overset{\frown}{\tau_G} = 0$ මගින්,

$a : b = m_2 : m_1$

■■ අංශු පද්ධතියක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම සෙවීමේදී වරකට අංශු දෙක බැගින් ගෙන ඉහත ප්‍රතිඵලය භාවිත කල හැකිය.

බල පද්ධතියක සමතුලිතතාව (Equilibrium of forces) :-

බල පද්ධතියක් සමතුලිත වීම සඳහා පහත ලක්ෂණ දෙක එකවර තෘප්ත විය යුතුය.

i. සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශුන්‍ය විය යුතුය. $(R = 0)$

ii. ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා සම්ප්‍රයුක්ත ඝූර්ණය ශුනය විය යුතුය. $(\tau = 0)$

■■ වස්තුවක් මත සමතුලිත බල පද්ධතියක් ක්‍රියා කරයි නම් ඊට ත්වරණයක් නොමැත.

■■ යම් ලක්ෂ්‍යයක් වටා ඝූර්ණවල එකතුව ශුන්‍ය වේ නම් බල පද්ධතිය සමතුලිත යැයි කිව නොහැක්කේ එම ලක්ෂ්‍යය, සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ක්‍රියා රේඛාව මත පිහිටිය හැකි බැවිනි.

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

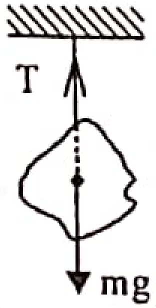
■■ එහෙත් ඒක රේඛීය නොවන ලක්ෂ්‍ය තුනක් වටා ඝූර්ණ වෙන වෙනම ශුන්‍ය වේ නම් බල පද්ධතිය සමතුලිත වේ.

Scanned with CamScanner

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,) :-

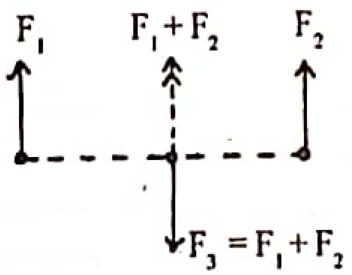


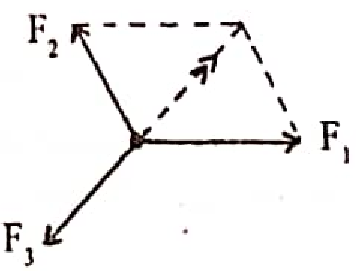
- ආතතිය = බර වේ.
- එල්ලූ ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සිරස් රේඛාවේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පිහිටයි.
- එල්ලූ ලක්ෂ්‍යයත් ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයත් යා කරන රේඛාව සිරස් වේ.

ඒකතල බල තුනක් සමතුලිත වීම සඳහා අවශ්‍යතා
(Conditions for equlibrium of three coplanar forces) :-

මෙවිට, ඕනෑම බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය තුන්වන බලය මගින් උදාසීන විය යුතුය. මේ සඳහා,

- බල තුන සමාන්තර නම් ඒවා ඒක ලක්ෂ්‍ය වීම අනිවාර්ය නොවේ.
- බල තුන සමාන්තර නොවේ නම් ඒවා ඒක ලක්ෂ්‍ය වීම අනිවාර්යය වේ.

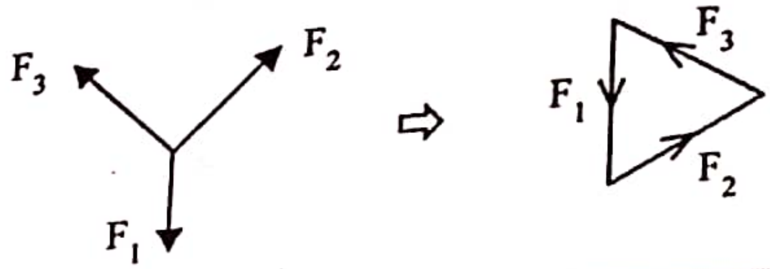




බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයය (Law of triangle of forces) :-

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

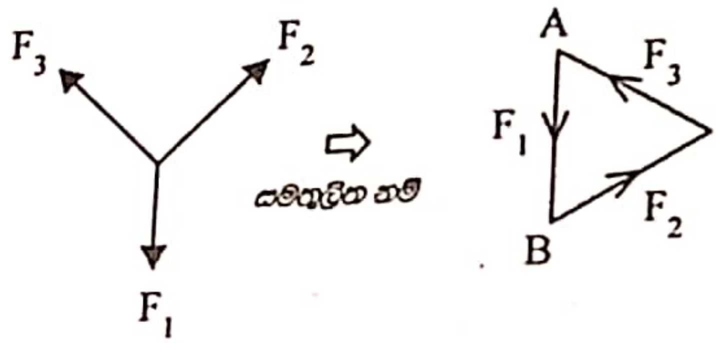
Scanned with CamScanner



නම් බල තුන සමතුලිත වේ.

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.

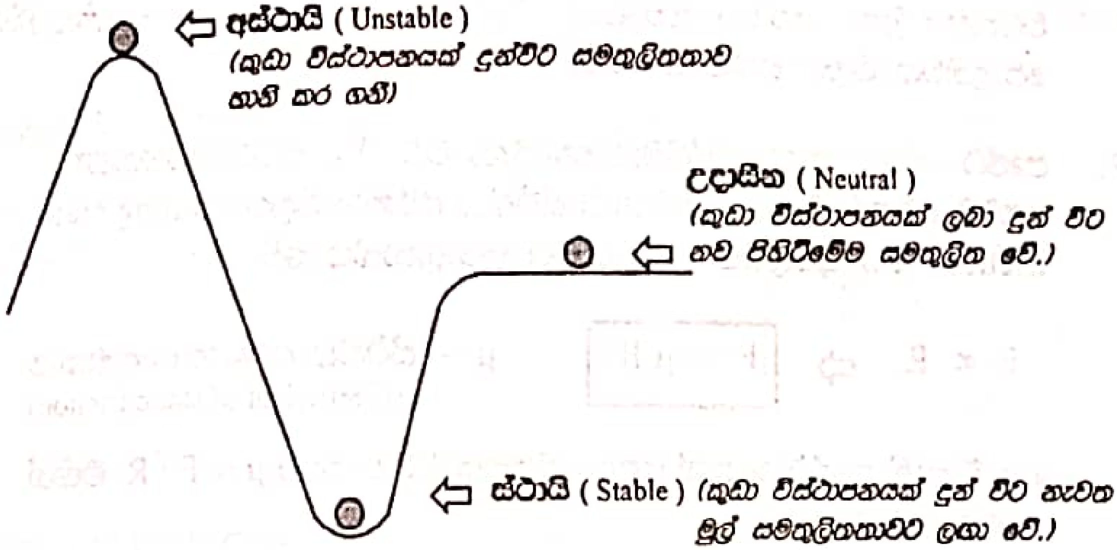


$$\frac{F_1}{AB} = \frac{F_2}{BC} = \frac{F_3}{CA}$$

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

Scanned with CamScanner

සමතුලිතතාවයේ ස්වාභාවයන් (Types of equlibrium) :-



- යම් ලක්ෂ්‍යයකින් විවර්තනය කර ඇති වස්තුවක් සමතුලිතතාවයේ පවතින විට ගු.කේ. ය, විවර්තන ලක්ෂ්‍යයට ඉහළින් පිහිටයි නම් සමතුලිතතාව අස්ථායි වේ.

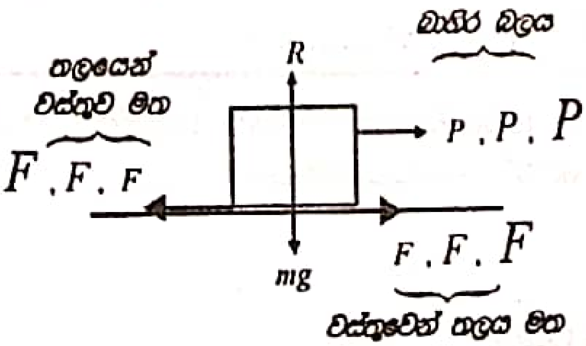
ඝර්ෂණ බලය / FRICTIONAL FORCE

ඝර්ෂණය

- ඝන පෘෂ්ඨ අතර ඝර්ෂණය
- තරල තුල ඝර්ෂණය (දුස්ස්‍රාවීතාව)

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

එකිනෙක සමග ස්පර්ශව, තෙරපී ඇති පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර ලිස්සීමක් ඇති විට හෝ ඒ සඳහා පෙළඹුමක් ඇති විට ඊට විරුද්ධව හට ගන්නා ස්වයං සීරු මාරු බල විශේෂය



ඝර්ෂණ නියම (Laws of friction) :-

01. වස්තුව චලිතය අරඹන මොහොත වන තෙක් ඝර්ෂණ බලය, චලිතයට පොළඹවන බලය සමග වැඩිවේ.

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

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

- μ දී ඇති පෘෂ්ඨ දෙකක් සඳහා නියතයක් වන අතර $\mu = F/R$ මගින් අර්ථ දැක්වේ.

03. චලිතයට පොළඹවන බලය සී.ස්.ඝ. බලය ඉක්මවූ වහාම වස්තුව ලිස්සීම අරඹන අතර මෙවිට චලිතයට විරුද්ධව ඇති ඝර්ෂණ බලයද (ගතික ඝර්ෂණ බලය kinetic friction - F^1) අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවට සමානුපාතිකවේ.

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

- μ^1 , $\mu^1 = F^1/R$ මගින් අර්ථ දැක්වෙන අතර එය μ ට වඩා ස්වල්පයක් කුඩාය. 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.

සාධාරණ වශයෙන් වස්තුවකට $F = \mu R$ යෙදීම සඳහා ....
(For using $F = \mu R$ to a object ....)

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

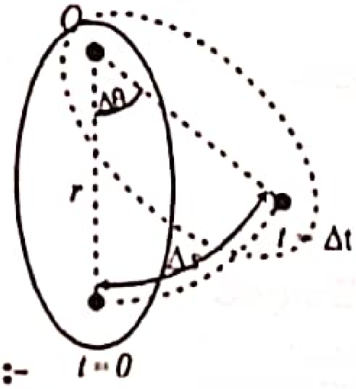
හෝ

- වස්තුව ලිස්සිය යුතුය.

Scanned with CamScanner

භ්‍රමණ චලිතය අර්ථ දැක්වීම (Defining rotational motion) :-

වස්තුවක් තමා හරහා යන අක්ෂයක් වටා සිදු කරන චලිතය "භ්‍රමණ චලිතයක්" ලෙස හැඳින්වේ.



කෝණික විස්ථාපනය (Angular displacement) :-

යම් කාලයක් තුළ වස්තුව සිදුකල කෝණික විස්ථාපනය යනු එම කාලය තුළ වස්තුව භ්‍රමණය වූ කෝණයයි. *(ඒකක rad , මාන නැත)*

කෝණික ප්‍රවේගය (Angular velocity) :-

කෝණික විස්ථාපනය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාවයි.

Δt කාලයක් තුළ කෝණික විස්ථාපනයේ සිදුවූ වෙනස $\Delta\theta$ නම්

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$ (ඒකක rad s^{-1}, මාන T^{-1})

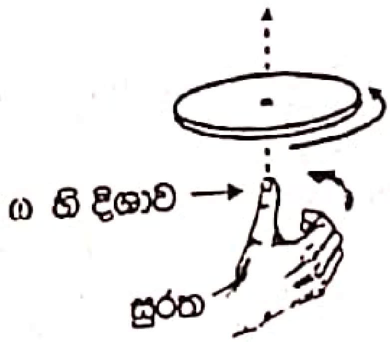
■■ $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ මගින් ලැබෙන්නේ Δt කාලය තුළ පැවති මධ්‍යක කෝණික ප්‍රවේගයයි. (average angular velocity)

■■ $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$, $\Delta t \rightarrow 0$ මගින් යම් මොහොතක කෝණික ප්‍රවේගය (instantanious angular velocity) ලැබේ.

Scanned with CamScanner

කෝණික ප්‍රවේගයෙහි දිශාව (Direction of angular velocity) :-

වස්තුවේ භ්‍රමණ තලයට ලම්බකව පිහිටන අතර පහත පරිදි සුරත භාවිතයෙන් සෙවිය හැකිය.



රේඛීය ප්‍රවේගය (V) හා කෝණික ප්‍රවේගය (ω) අතර සම්බන්ධය (Relationship between linear velocity and angular velocity) :-

$$\Delta s = r\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta s}{\Delta t} = r \cdot \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{v = r\omega}$$

- V හි දිශාව සෑම විටම වෘත්ත පථයට ඇඳි ස්පර්ශකය ඔස්සේ පිහිටයි.
- දෘඩ වස්තුවක (එනම් චලිතය නිසා අංශුන්ගේ සාපේක්ෂ පිහිටුම් වෙනස් නොවන වස්තුවක - rigid body) සෑම ලක්ෂ්‍යයකම ω එකම වේ.

ආවර්ත කාලය (T) :- (Time period) වස්තුවට එක් වටයක් භ්‍රමණය වීමට ගත වන කාලයයි.

- එක් වටයකදී භ්‍රමණය වන කෝණය 2π බැවින්

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$$

සංඛ්‍යාතය (f) :- (Frequancy) වස්තුව තත්පරයකදී භ්‍රමණය වන වට ගණනයි.

- $\boxed{f = \frac{1}{T}} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 2\pi \times \frac{1}{T}$

$$\Rightarrow \boxed{\omega = 2\pi f}$$

Scanned with CamScanner

කෝණික ත්වරණය (Angular accelaration) :-

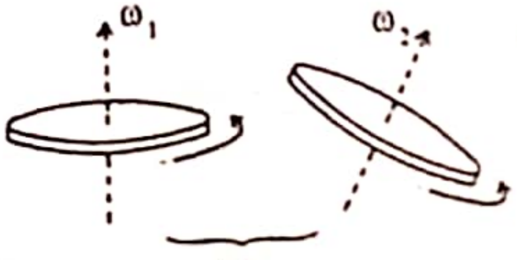
කෝණික ප්‍රවේගය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාවයි.
Δt කාලයක් තුළ කෝණික ප්‍රවේගයෙහි සිදුවූ වෙනස $\Delta\omega$ නම්,

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (\text{ඒකක } rad\ s^{-2}, \text{මාන } T^{-2})$$

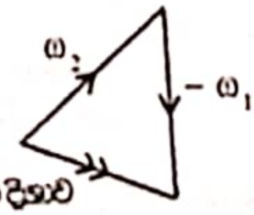
- $\Delta\omega/\Delta t$ මගින් Δt කාලය තුළ පැවති මධ්‍යක කෝණික ත්වරණය (average angular accelaration) ලැබේ.
- $\Delta\omega/\Delta t$, $\Delta t \longrightarrow 0$ මගින් යම් මොහොතක කෝණික ත්වරණය (instatanious angular accelaration) ලැබේ.

කෝණික ත්වරණයෙහි දිශාව (Direction of angular accelartion) :-

$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ ⇨ α හි දිශාව කෝණික ප්‍රවේග දෛශිකය වෙනස් වන දිශාවයි.



$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{\omega_2 + (-\omega_1)}{\Delta t}$$



ස්පර්ශීය ත්වරණය (a_t) (Tangential accelartion) :-

$$v = r\omega \;\Rightarrow\; \Delta v = r\,.\,\Delta\omega \;\Rightarrow\; \frac{\Delta v}{\Delta t} = r\,\frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \boxed{a_t = r\alpha}$$

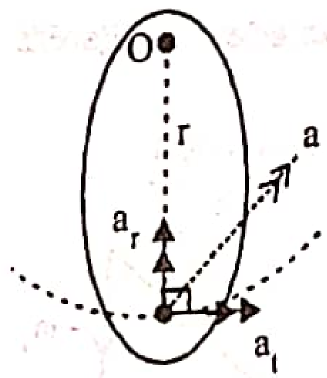
- ස්පර්ශීය ත්වරණයක් පැවතීමට කෝණික ත්වරණයක් පැවතිය යුතුමය.

කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය (a_r) (Cintripetal (radial) accelaration) :-

$$a_r = \frac{V^2}{r} = r\,\omega^2$$

■■ කෝණික ත්වරණයක් පැවතියද නොපැවතියද කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය පවතී. කෝණික ත්වරණයක් පවතී නම් a_r හි අගය වෙනස් වන අතර කෝණික ත්වරණයක් නොපවතී නම් a_r හි අගය නියත වේ.

භ්‍රමණය වන වස්තුවක් මත පිහිටි අංශුවක සම්ප්‍රයුක්ත රේඛීය ත්වරණය (Resultant linear accelaration of a particle on a rotating object) :-



$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2} \qquad \text{Tan}\,\alpha = \frac{a_r}{a_t}$$

* a_t හා a_r හි ඒකක $m\,s^{-2}$ වේ.

භ්‍රමණ චලිත සමීකරණ (Equations of rotational motion) :-

ω_0 – ආරම්භක කෝණික ප්‍රවේගය

α – කෝණික ත්වරණය

t – ගත වූ කාලය

ω – අවසාන කෝණික ප්‍රවේගය

θ – කෝණික විස්ථාපනය

රේඛීය චලිත සමීකරණ ව්‍යුත්පන්න කළ පරිදිම,

i. $\omega = \omega_0 + \alpha t$

ii. $\theta = \left(\frac{\omega_0 + \omega}{2}\right) t$

iii. $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

iv. $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$

■■ සමීකරණ යොදන කාලය තුල α නියත විය යුතුය.

Scanned with CamScanner

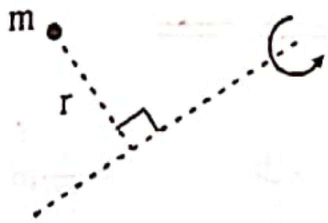
අවස්ථිතිය (Inertia)

වස්තුවක් සිය වර්තමාන චලිත ස්වාභාවය වෙනස් කිරීමට දක්වන අකැමැත්ත

රේඛීය චලිතය	භ්‍රමණ චලිතය
↓	↓
රේඛීය අවස්ථිතිය	භ්‍රමණ අවස්ථිතිය
↓	↓
අවස්ථිති ස්කන්ධය	අවස්ථිති ඝූර්ණය

අංශුවක අවස්ථිති ඝූර්ණය (I) (Moment of inertia of a particle) :-

භ්‍රමණ අක්ෂයක් වටා අංශුවක අවස්ථිති ඝූර්ණය යනු අංශුව සතු ස්කන්ධයේත් අංශුවේ සිට භ්‍රමණ අක්ෂයට ඇති ලම්බ දුරෙහි.වර්ගයේත් ගුණිතයයි.



$$I = m r^2$$

ඒකක kg m^2

මාන ML^2

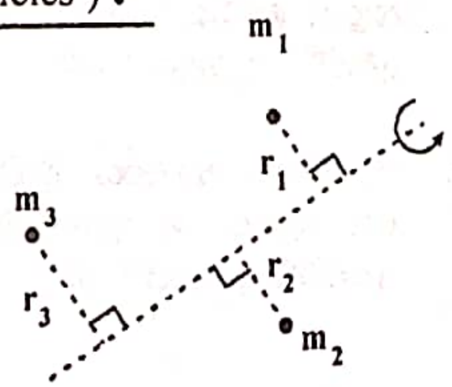
අදිශයකි.

- අවස්ථිති ඝූර්ණය මඟින් අංශුවේ "භ්‍රමණය අවස්ථිතිය" හෙවත් සිය වර්තමාන භ්‍රමණ චලිත ස්වරූපය වෙනස් කිරීමට අංශුව දක්වන අකැමැත්ත මනිනු ලැබේ.

අංශු පද්ධතියක අවස්ථිති ඝූර්ණය
(Moment of inertia of a system of particles) :-

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + ...$$

$$I = \Sigma m r^2$$

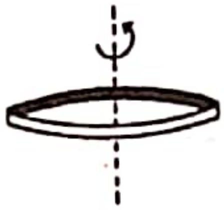


- **අවස්ථිති ඝූර්ණය,**

  i. අංශුවල ස්කන්ධය වෙනස් කිරීමෙන් හෝ
  ii. භ්‍රමණ අක්ෂයේ සිට ඇති ලම්බ දුර (අංශු ව්‍යාප්තිය) වෙනස් කිරීමෙන් හෝ වෙනස් කල හැකිය.

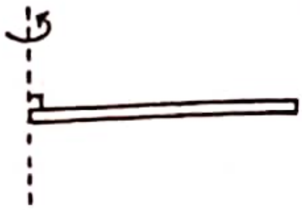
වස්තු කිහිපයක අවස්ථිති ඝූර්ණ
(Moment of inertia of several objects) :-

1. ස්කන්ධය m හා අරය r වූ ඒකාකාර වෘත්තාකාර වළල්ලක කේන්ද්‍රය හරහා යන සිය තලයට ලම්බක අක්ෂයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්



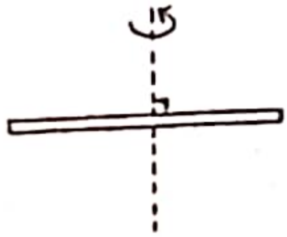
$$I = mr^2$$

2. ස්කන්ධය m හා දිග l වූ ඒකාකාර සෘජු දණ්ඩක එක් කෙළවරක් හරහා යන දණ්ඩේ දිගට ලම්බක අක්ෂයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්



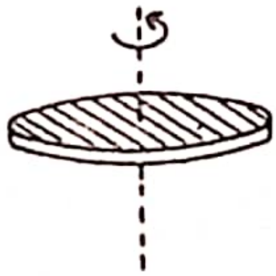
$$I = \frac{1}{3} m l^2$$

3. ස්කන්ධය m හා දිග l වූ ඒකාකාර සෘජු දණ්ඩක කේන්ද්‍රය හරහා යන දණ්ඩේ දිගට ලම්බක අක්ෂයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්,



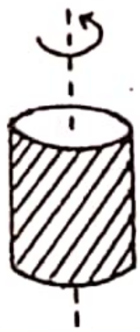
$$I = \frac{1}{12} m l^2$$

4. ස්කන්ධය m හා අරය r වූ ඒකාකාර වෘත්තාකාර තැටියක කේන්ද්‍රය හරහා යන තැටියේ තලයට ලම්බක අක්ෂයක් වටා, අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්,



$$I = \frac{1}{2} mr^2$$

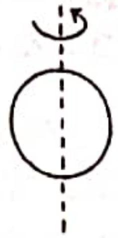
5. ස්කන්ධය m හා අරය r වූ ඒකාකාර ඝන සිලින්ඩරයක අක්ෂය වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්,



$$I = \frac{1}{2} mr^2$$

Scanned with CamScanner

6. ස්කන්ධය m හා අරය r වූ ඒකාකාර කුහර ගෝලයක විෂ්කම්භයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්,



$$I = \frac{2}{3} mr^2$$

7. ස්කන්ධය m හා අරය r වූ ඒකාකාර ඝන ගෝලයක විෂ්කම්භයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම්,

$$I = \frac{2}{5} mr^2$$

අවස්ථිති ඝූර්ණයේ ප්‍රායෝගික යෙදීම් (Applications of moment of inertia) :-

01. මෝටර් රථ එන්ජිමක ජව රෝද යෙදීම

මෙම රෝද තනා ඇත්තේ (රෝදයේ ස්කන්ධය එය කරකැවෙන අක්ෂයෙන් හැකි තරම් ඈත්ව කේන්ද්‍රගත කොට) අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි වන පරිදිය. පිස්ටන ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් උපදින ජවය පළමුව මෙම ජව රෝද වලට ලබාදී ඒවා භ්‍රමණය කෙරේ. අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි බැවින් ආරම්භයේදී කරකැවීම අපහසු වුවද කරකැවූ පසු නවත්වා ගැනීමද අපහසු වේ. පිස්ටන මඟින් ජවය නුපදවන කාලාන්තර තුළදී ද එම රෝද මඟින් රථයේ චලිතයට අවශ්‍ය ජවය ලබාදෙන බැවින් චලිතය සුමටව හා අඛණ්ඩව පවත්වා ගත හැකි වේ.

02. ඇතැම් සෙල්ලම් වාහනවල ඇතුළත තරමක් ලොකු රෝදයක් යෙදීම

පළමුව රථය බිම අතුල්ලා එම රෝදයට භ්‍රමණ චාලක ශක්තියක් ලබා දේ. රෝදයේ අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි බැවින් ඒ තුළ ගබඩා වන භ්‍රමණ චාලක ශක්තියද වැඩිය. රථය මුදා හල විට රෝදවල ඇති භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය, රථයේ උත්තාරණ චාලක ශක්තිය බවට පරිවර්තනයවේ.

03. සර්කස් සංදර්ශනවලදී තන්තුවක් මත ගමන් කරන පුද්ගලයෙකු දිගු රිටක් දැරීම

මෙම රිටෙහි ස්කන්ධයෙන් වැඩි කොටසක් දෙකෙළවර කේන්ද්‍රගත කොට ඇත. එබැවින් තන්තුව වටා සංදර්ශනකරුගේ අවස්ථිති ඝූර්ණය එමඟින් වැඩි කෙරේ. එවිට භ්‍රමණය ට ඇති විරෝධය වැඩි බැවින් සංදර්ශනකරුට තන්තුව මත සිය සමතුලිතතාව රැක ගැනීම පහසු වේ.

Scanned with CamScanner

04. ඒදණ්ඩක් වැනි ස්ථානයකින් ගමන් කිරීමේදී දෑත් දෙපසට විහිදවීම
මීල අදාළ පැහැදිලි කිරීමද 3 වන සංසිද්ධිය පරිදිම වේ.

05. වඳුරන් හා ලේනුන් වැනි සතුන්ට දිගු වලිගයක් තිබීම.
වලිගය හැසිරවීම මගින් භ්‍රමණ අක්ෂයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි කල හැකිය. මෙමගින් ඉහළ ස්ථානයේදී සිය සමතුලිතය රැක ගැනීමට එම සතුන්ට වැඩි හැකියාවක් ලැබේ.

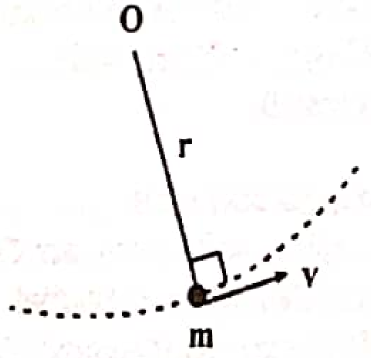
06. එල්ලේ පිත්තක බෝලය වදින කෙළවරට වැලි වැනි දෙයක් දමා බර වැඩි කිරීම
මෙමගින් පිත්තේ අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි කෙරේ. එවිට චලනය වන පිත්ත සතු භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය ඉහළ යයි. පිත්තේ වදින බෝලයට මෙමගින් වැඩි උත්තාරණ චාලක ශක්තියක් සම්ප්‍රේෂණය කළ හැකිය.

07. කෙටි දුර ධාවකයන් හැකි තරම් සිය පතුල් දණහිස් දක්වා හකුළුවා ගැනීම
මෙමගින් කළවය වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය අඩු කර ගන්නා ක්‍රීඩකයාට නැවත සිය පය ඉතා ඉක්මනින් ධාවන පථය වෙත ගෙන ඒමට අවස්ථාව සැලසේ.

08. වේගයෙන් දුවන සතුන්ගේ පා කෙළවර වන්නට සිහින් බවක් දැක්වීම
මෙමගින් භ්‍රමණ අක්ෂය වටා පාදවල අවස්ථිති ඝූර්ණය අඩු කර ගැනීමේ හැකියාවක් ලැබේ.

කෝණික ගම්‍යතාව (L) (Angular momentum) :-

භ්‍රමණ අක්ෂය වටා රේඛීය ගම්‍යතාවයේ ඝූර්ණයයි.



$P = mv$

$L = P \times r \Rightarrow L = mvr$

එහෙත්, $v = r\omega$

$L = m r \omega . r = mr^2 \omega$

මෙහි $mr^2 = I$

$$L = I\omega$$

■ කෝණික ගම්‍යතාව දෛශික රාශියක් වන අතර එහි දිශාව කෝණික ප්‍රවේගයේ දිශාවයි.

Scanned with CamScanner

කෝණික ගම්‍යතාව වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව ($\Delta L / \Delta t$)

(Rate of change of angular momentum) :-

$$L = P \times r \Rightarrow \Delta L = \Delta P \times r \Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = \left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right) \times r$$

මෙහි $\frac{\Delta P}{\Delta t} = F$ යනු බාහිර අසමතුලිත බලයයි.

$\therefore \frac{\Delta L}{\Delta t} = F \times r$ මෙහි $F \times r = \tau$ යනු බාහිර අසමතුලිත ව්‍යවර්තයයි

$$\therefore \boxed{\frac{\Delta L}{\Delta t} = \tau}$$

- $\frac{\Delta L}{\Delta t} = \tau$ වලංගු වන්නේ SI ඒකක භාවිතයේදීය. සාධාරණ වශයෙන් $\frac{\Delta L}{\Delta t} \propto \tau$ වේ. මෙම ප්‍රතිඵලය භ්‍රමණ චලිතය සඳහා නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමය ලෙස සැලකිය හැකිය.

- $L = I\omega \Rightarrow \Delta L = I \times \Delta\omega \Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = I\left(\frac{\Delta \omega}{\Delta t}\right)$

$$\boxed{\tau = I\alpha}$$

- ඉහත සමීකරණය රේඛීය චලිතයේ $F = ma$ පරිදිම වේ.

කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය

(Low of conservation of angular momentum) :-

$$\tau = \frac{\Delta L}{\Delta t} \Rightarrow \tau = 0 \text{ නම් } \Delta L = 0$$

භ්‍රමණය වන වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් මත යම් දිශාවක් ඔස්සේ බාහිර අසමතුලිත ව්‍යවර්තයක් ක්‍රියා නොකරයි නම් එම දිශාව ඔස්සේ ඇති කෝණික ගම්‍යතාව නොවෙනස්ව පවතී.

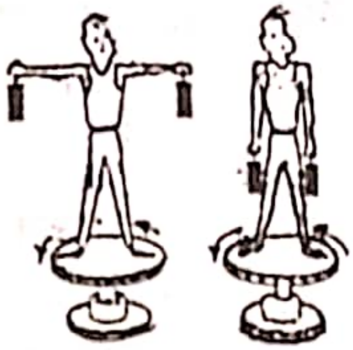
- ඉහත නියමයද දෛශික සම්බන්ධ නියමක් බැවින් එය යෙදීමටද (බාහිර අසමතුලිත ව්‍යවර්තයක් නොයෙදෙන) දිශාවක් තෝරා ගත යුතුය.

Scanned with CamScanner

කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමයේ යෙදීම්
(Applications of consrvation of angular momentum) :-

කෝ.ග.ස.නි. අනුව $\tau = 0$ නම් $\Delta L = 0$ වේ. මෙවිට $L = I\omega$ නියතව පැවතිය යුතුය. මේ අනුව I වැඩි වේ නම් ω අඩුවන අතර, I අඩුවේ නම් ω වැඩි වේ.

1. තරමක් විශාල භාර දෙකක් දෑතින් දරමින් සුමට භ්‍රමණ පුටුවක සිටින පුද්ගලයෙකු සිය දෑත් හකුළුවා ගත් විට ඔහුගේ භ්‍රමණ වේගය වැඩිවන බව පෙනේ. මෙසේ වන්නේ I අඩු වන විට L නියතව තබා ගැනීමට ω වැඩි වීම නිසාය.



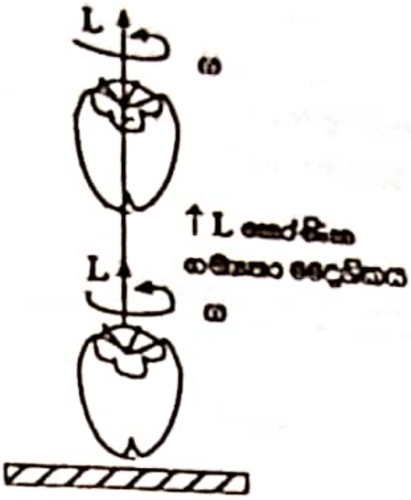
2. අයිස් මත භ්‍රමණය වන ක්‍රීඩිකාවක් සිය දෑත් හකුළුවාගත් විට ඇයගේ භ්‍රමණ වේගය වැඩිවන බව පෙනේ. මෙසේ වන්නේ I අඩු වන විට L නියතව තබා ගැනීමට ω වැඩි වීම නිසාය.

3. ඉහළ සිට පිහිනුම් තටාකයකට පනින ක්‍රීඩකයෙකු සිය ශරීරය හකුළුවා ගත් විට ඔහු වේගයෙන් භ්‍රමණය වන බව පෙනේ. මෙසේ වන්නේද I අඩු වන විට L නියතව තබා ගැනීමට ω වැඩි වීම නිසාය.

▪▪ කෝණික ගම්‍යතාව දෛශික රාශියක් බැවින් එය ආරක්ෂා කර ගැනීම සඳහා එහි දිශාවද ආරක්ෂා කර ගැනීමට පද්ධති උත්සාහ දරයි.

Scanned with CamScanner

4. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි කුරුම්බා ගෙඩියක් සිරස් අක්ෂය වටා කරකවා අත හැරිය විට සිරස් දිශාව ඔස්සේ ඊට ඇති කෝණික ගම්‍යතාව ආරක්ෂා කර ගැනීමට එය දරණ උත්සාහය හේතුවෙන් අක්ෂය සිරස්වම පිහිටන පරිදි එය පොළොවට ළඟ වේ. මෙවිට බිම වදින්නේ එහි පහටිය (පහළ කොටස) බැවින් එය බිඳීමෙන් ආරක්ෂා වේ.

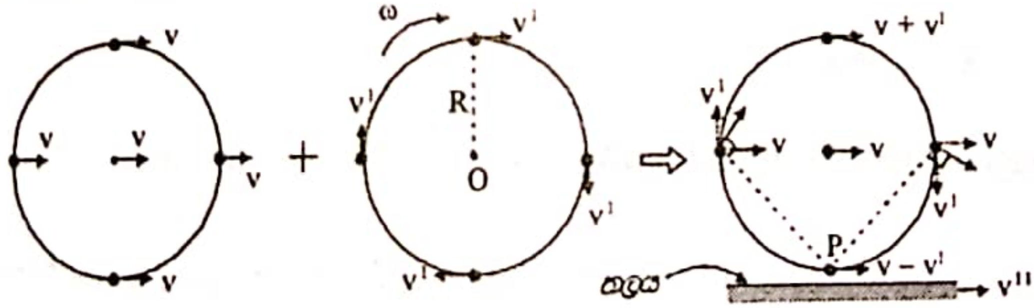


5 බයිසිකලයක් පදින විට සංතුලනය කර ගැනීම පහසු වන්නේත්, කරකවන ලද රබානක් සිහින් රිටක් මත සංතුලනය කිරීම පහසු වන්නේත්, භ්‍රමණයක් සහිතව තුවක්කු කටෙන් පිටවන උණ්ඩයක් ඉලක්ක ගත කිරීම පහසු වන්නේත් කෝණික ගම්‍යතා දෛශිකයේ දිශාව ආරක්ෂා කර ගැනීමට පද්ධති දරණ උත්සාහය නිසාය.

පෙරළුම් චලිතය / ROLLING MOTION

පෙරළුම් චලිතය, උත්තාරණ චලිතයකත් භ්‍රමණ චලිතයකත් එකතුවක් ලෙස සැලකිය හැකිය.

ප්‍රවේගය (velocity) :-



ශුද්ධ උත්තාරණ චලිතය (රේඛීය ප්‍රවේගය - v)

ශුද්ධ භ්‍රමණ චලිතය (කෝණික ප්‍රවේගය- ω) $v' = R\omega$

පෙරළුම් චලිතය

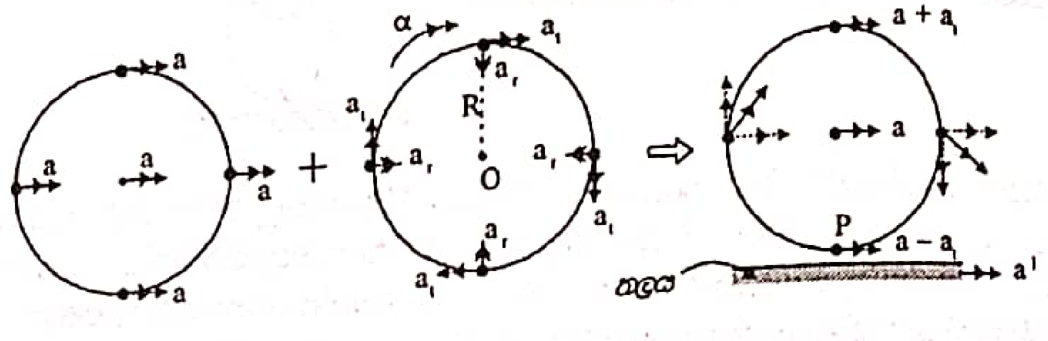
■ ලිස්සීමකින් තොරව පෙරළෙන වස්තුවක P ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවේගය, එය ගැටී ඇති තලයේ ප්‍රවේගයටම සමාන වේ.

$v - v' = v''$ තලය නිශ්චල නම්, $v - v' = v''$ ⇨ $v = v'$

Scanned with CamScanner

අචල තලයක් මත ලිස්සීමකින් තොරව පෙරළෙන වස්තුවක කේන්ද්‍රයේ ප්‍රවේගය මගින් ශුද්ධ උත්තාරණ චලිතයට අනුරූප ප්‍රවේගය ලැබෙන අතර කේන්ද්‍රයේ ප්‍රවේගය, අරයෙන් බෙදීමෙන් (V/R) ශුද්ධ භ්‍රමණ චලිතයට අනුරූප කෝණික ප්‍රවේගය ලැබේ.

ත්වරණය (Accelaration) :-



ශුද්ධ උත්තාරණ චලිතය (රේඛීය ත්වරණය - a)

ශුද්ධ භ්‍රමණ චලිතය (කෝණික ත්වරණය- α) $a_t = R\alpha$

පෙරළුම් චලිතය

- කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය වන a_r , අප සලකා බලන සංසිද්ධියට බලපෑමක් නොකරයි.
- ලිස්සීමකින් තොරව පෙරළෙන වස්තුවක P ලක්ෂ්‍යයේ ත්වරණය, එය ගැටී ඇති තලයේ ත්වරණයටම සමානවේ.

$$a - a_t = a^1$$

තලය ත්වරණය නොවේ නම්, $a - a_t = 0$ $a = a_t$

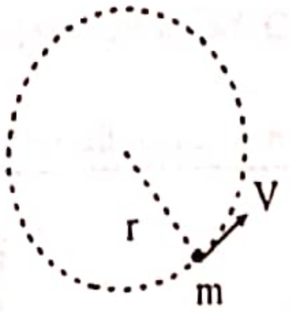
ත්‍රවණය නොවන තලයක් මත ලිස්සීමකින් තොරව පෙරළෙන වස්තුවක කේන්ද්‍රයේ ත්වරණය මගින් ශුද්ධ උත්තාරණ චලිතයට අනුරූප ත්වරණය ලැබෙන අතර කේන්ද්‍රයේ ත්වරණය, අරයෙන් බෙදීමෙන් (a/R) ශුද්ධ භ්‍රමණ චලිතයට අනුරූප කෝණික ත්වරණය ලැබේ.

Scanned with CamScanner

වෘත්ත චලිතය (Defining cirular motion) :-

වස්තුවක් තමා මත නොපිහිටි බාහිර අක්ෂයක් වටා සිදු කරන චලිතය වෘත්ත චලිතයක් ලෙස හැඳින්වේ.

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය (Centripetal force) :-



වෘත්තයේ කේන්ද්‍රය දෙසට

$$F = ma$$

$$F = \underbrace{m\frac{V^2}{r}}_{\text{කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය}}$$

- කිසියම් ආකාරයකින් ඉහත කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සපයන්නේ නම් පමණක් අභිමත වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට වස්තුවට හැකිවේ.

උදා :- i. තන්තුවක කෙළවරට වස්තුවක් ගැට ගසා වස්තුව වෘත්තයක කරකවන විට කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයෙනුයේ තන්තුවේ ආතතියෙනි.

ii. සූර්යයා වටා ග්‍රහලොවක, ආසන්න වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයෙනුයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයෙනි.

iii. + ආරෝපිත න්‍යෂ්ටිය වටා – ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන වල ආසන්න වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයෙනුයේ විද්‍යුත් ආකර්ෂණය මගිනි.

- කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය අවස්ථිති රාමුවලට සාපේක්ෂව යෙදෙන්නකි.
- කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය යනු වස්තුව මත ක්‍රියා කරන සියලු බාහිර බල මගින් කේන්ද්‍රය දෙසට ඇති කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය හැඳින්වෙන නමයි.

කේන්ද්‍රාපසාරී බලය (Centrifugal force) :-

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලයට විශාලත්වයෙන් සමාන වන අතර භ්‍රමණ කේන්ද්‍රයෙන් ඉවතට පවතී.

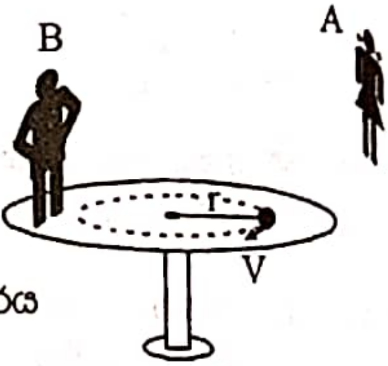
- කේන්ද්‍රාපසාරී බලය අවස්ථිති නොවන රාමුවලට සාපේක්ෂව යෙදෙන්නකි. එය දැනෙන්නේ වෘත්ත චලිතයේ යෙදෙන්නාට පමණි.

- කේන්ද්‍රාභිසාරී හා කේන්ද්‍රාපසාරී බල එකම වස්තුවක් මත ක්‍රියා කරන බැවින් ඒවා "ක්‍රියා - ප්‍රතික්‍රියා" ගණයට නොවැටේ.

අවස්ථිති / අවස්ථිති නොවන රාමුවලට සාපේක්ෂව නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමය යෙදීම

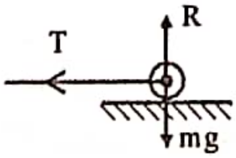
(Applying Newton's second law ralative to inertial and non-inertial frames) :-

උදා:- (1) සුමට භ්‍රමණ මේසයක කේන්ද්‍රයට r දිගැති තන්තුවකින් ගැට ගැසූ ස්කන්ධය m වන වස්තුව දෙස A හා B නිරීක්ෂකයින් දෙදෙනා බලා සිටී.



A හා B නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව තම නිරීක්ෂණය පහදා දෙන ආකාරය සලකා බලමු.

A (අවස්ථිති රාමුව / inertial frame)

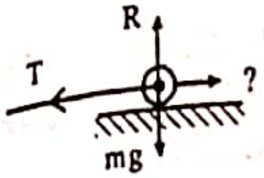


A ට අනුව m මත සිරස් දිශාවට ත්වරණයක් නොමැත. එබැවින් නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව එම දිශාවට බාහිර අසමතුලිත බලයක් නොපැවතිය යුතුය. R = mg ලෙස ගැනීමෙන් A ට මෙම තත්ත්වය පැහැදිලි කල හැකිය.

A ට අනුව m මත වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට ත්වරණයක් පවතී. එබැවින් නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව එම දිශාවට බාහිර අසමතුලිත බලයක් පැවතිය යුතුය. Aට අනුව T මඟින් මෙම බලය සැපයේ.

Scanned with CamScanner

B (අවස්ථිති නොවන රාමුව / non - inertial frame)

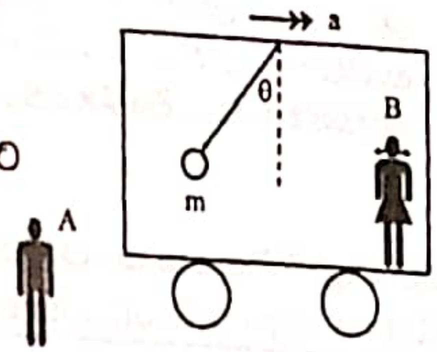


B ට අනුව m මත සිරස් දිශාවට ත්වරණයක් නොමැත. එබැවින් නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව එම දිශාවට බාහිර අසමතුලිත බලයක් නොපැවතිය යුතුය. $R = mg$ ලෙස ගැනීමෙන් B ට මෙම තත්ත්වය පැහැදිලි කල හැකිය.

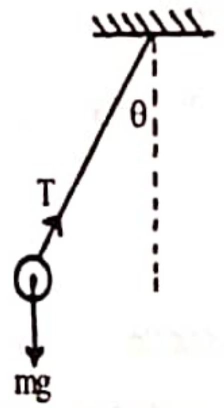
B ට අනුව m මත වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසටද ත්වරණයක් නොපවතී. (එකම රාමුවේ සිටින බැවින්) එබැවින් එම දිශාවට බාහිර අසමතුලිත බලයක් නො පැවතිය යුතුය. මෙම තත්ත්වය පහදා දීමට නම් T තුලනය වන බලයක් (කේන්ද්‍ර අපසාරී බලය?) සැලකීමට B ට සිදුවේ.

උදා:- (2) ත්වරණය වන රථයේ වහලයෙන් එල්වා ඇති සරල අවලම්බය දෙස A හා B බලා සිටී.

A හා B නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව තම නිරීක්ෂණ පහදා දෙන ආකාරය සලකා බලමු.



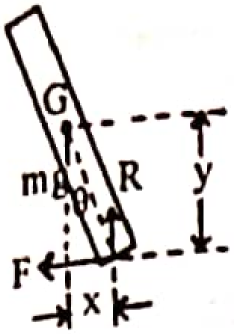
A (අවස්ථිති රාමුව / inertial frame)



සිරස් දිශාව ඔස්සේ m මත ත්වරණයක නොපැවතීම $mg = T\cos\theta$ ලෙස ගැනීමෙන් නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව පහදා දීමට A ට හැකිය.

තිරස් දිශාව ඔස්සේ m මත ත්වරණයක පැවතීම $T\sin\theta$ බාහිර අසමතුලිත බලය මගින් පහදා දීමට A ට හැකිය.

Scanned with CamScanner

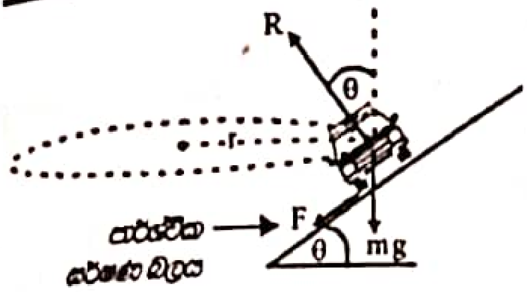


නො පෙරලී ගමන් ගන්නා විට.

$$\tau_o = 0$$

$$F \times y = R \times x \quad \text{මෙහි} \quad \frac{x}{y} = \tan\theta$$

තිරසට ආනත වක්‍ර මාර්ගයක මෝටර් රථයක චලිතය (Motion of a car on a banked circular road) :-



එන්ජිමෙන් උපදවන බලය හා රථයේ චලිත දිශාවට විරුද්ධ ඝර්ෂණ බලය රූපයේ දක්වා නැත. පහත සමීකරණ ලියන දිශාවලට ඒවායේ බලපෑමක් නොමැති බැවිනි.

$$F = ma$$

$$\leftarrow \; R\sin\theta + F\cos\theta = \frac{mv^2}{r} \quad \text{----------} \; (1)$$

$$\uparrow \; R\cos\theta - F\sin\theta = mg \quad \text{----------} \; (2)$$

$\theta \neq 0$ සහ $F \neq 0$

$\theta = 0$ සහ $F \neq 0$ අවස්ථාව

$$(1) \longrightarrow F = \frac{mv^2}{r} \quad \text{------} \; (1)'$$

$$(2) \longrightarrow R = mg \quad \text{------} \; (2)'$$

$(1)'$ අනුව $v\uparrow$ විට $F\uparrow$; උපරිම $F = \mu R$

$$\mu R = \frac{mv^2}{r}$$

$$\mu mg = \frac{mv^2}{r} \longrightarrow v = \sqrt{\mu r g}$$

උපරිම වේගය

$\theta \neq 0$ සහ $F = 0$ අවස්ථාව

$$(1) \longrightarrow R\sin\theta = \frac{mv^2}{r} \quad \text{------} \; (1)''$$

$$(2) \longrightarrow R\cos\theta = mg \quad \text{------} \; (2)''$$

$$\frac{(1)''}{(2)''} \quad \tan\theta = \frac{v^2}{rg} \longrightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{v^2}{rg}$$

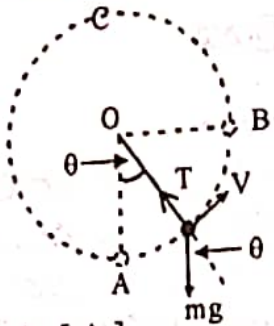
ඝර්ෂණය මත නොයැපී ගමන් කිරීමට මාර්ගය තිරසට ආනත කළ යුතු කෝණය.

Scanned with CamScanner

$\mu < \frac{v^2}{rg}$ නම් රථය ලිස්සා යයි.

$\mu = \frac{v^2}{rg}$ අවම ඝර්ෂණ සංගුණකය

සිරස් වෘත්ත චලිතය (Motion in a vertical circle) :-



O දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,

$$T - mg\cos\theta = \frac{mv^2}{r}$$ (v නියත වේගයකි)

$$T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta$$

θ = 0 [A]

$$T_0 = \frac{mv^2}{r} + mg$$

θ = 90° [B]

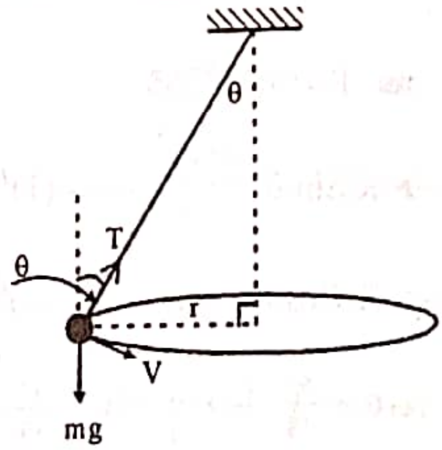
$$T_{90} = \frac{mv^2}{r}$$

θ = 180° [C]

$$T_{180} = \frac{mv^2}{r} - mg$$

$$T_0 > T_{90} > T_{180}$$

තිරස් වෘත්ත චලිතය (කේතු අවලම්බය) (Motion in a horizontal circle) :-



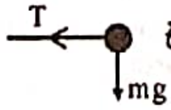
F = ma යෙදීමෙන්,

$$\rightarrow \quad T\sin\theta = \frac{mv^2}{r} \quad ---- (1)$$

$$\uparrow \quad T\cos\theta = mg \quad ---- (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \; ; \quad \tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$

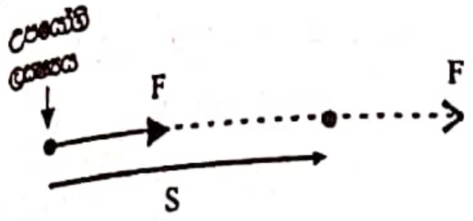
■■ $\theta = 90^0$ වන පරිදි (තන්තුව තිරස් වන පරිදි) වස්තුව කරකැවිය නොහැක.



එවිට mg තුලනය කිරීමට බලයක් නොමැති බැවිනි.

Scanned with CamScanner

නියත බලයකින් කෙරෙන කාර්යය (W) / (Work done by a constant force) :-



$$W = F \times S$$

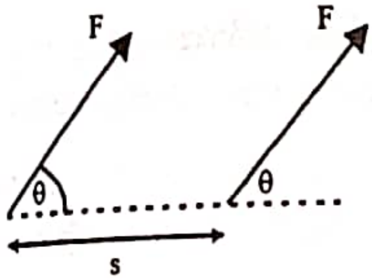
(W → J, F → N, S → m)

* කාර්යය අදිශ රාශියකි.

ජූලය අර්ථ දැක්වීම (Definition of Joule) :-

1N ක බලයක උපයෝගී ලක්ෂ්‍යය බලයේ දිශාවට 1 m ක විස්ථාපනයක් සිදු කිරීමේදී කෙරෙන කාර්යය ප්‍රමාණය ජූල එකකි.

*



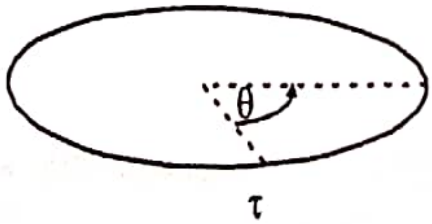
$$W = F \cos\theta \times s + F \sin\theta \times 0$$

$$W = F \cos\theta \times s$$

* $+W$: වස්තුව මත (පිටස්තර ප්‍රභවයක් විසින්) කාර්ය කෙරේ. (බලයේ දිශාවට විස්ථාපනය)

$-W$: වස්තුව විසින් කාර්ය කෙරේ. (බලයට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට විස්ථාපනය)

නියත ව්‍යාවර්තයකින් කෙරෙන කාර්යය (Work done by a constant torque) :-



$$W = \tau\ \theta$$

(W → J, τ → Nm, θ → rad)

■■ ව්‍යාවර්තය ජූල වලින් මනිනු නොලැබේ.

ශක්තිය (Energy) :- කාර්ය කිරීමේ හැකියාව

ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය (Law of conservation of energy) :-

සංවෘත පද්ධතියක් තුළ ඇති මුළු ශක්ති ප්‍රමාණය නියතයකි. (මේ අනුව ශක්තිය මැවීමට හෝ නැසීමට නොහැකිය. කළ හැක්කේ ශක්ති පරිවර්තනය පමණි)

ශක්ති පරිණාමන (Transformations of energy) :-

1) සූත්‍රිකා බල්බය : විද්‍යුත් ශක්තිය → තාප ශක්තිය + ආලෝක ශක්තිය
2) විදුලි පංකා : විද්‍යුත් ශක්තිය → යාන්ත්‍රික (චාලක) ශක්තිය
3 තාපන දඟරය : විද්‍යුත් ශක්තිය → තාප ශක්තිය
4) ඩයිනමෝව : යාන්ත්‍රික ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය
5 ප්‍රකාශ කෝෂ : ආලෝක ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය
6) තාප විද්‍යුත් යුග්මය : තාප ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය

විභව ශක්තිය (Potential energy) :-

බල ක්ෂේත්‍රයක් තුළ වස්තුවක පිහිටීම නිසා හෝ ස්වාභාවික හැඩය වෙනස් වීම නිසා හෝ අයත් වන ශක්තියයි.

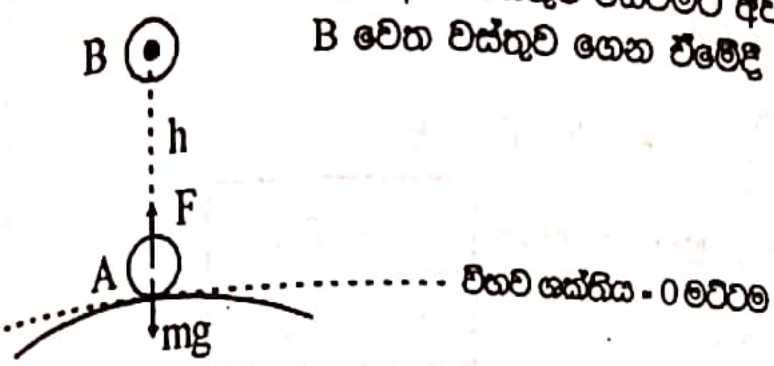
උදා :- 1) ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක පිහිටි ස්කන්ධයක් සතු ශක්තිය
- ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය

2) විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක පිහිටි ආරෝපණයක් සතු ශක්තිය
- ස්ථිති විද්‍යුත් විභව ශක්තිය

3 ස්වාභාවික හැඩය වෙනස් වූ වස්තුවක ශක්තිය
- ප්‍රත්‍යාස්ථතා විභව ශක්තිය

Scanned with CamScanner

ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය (Gravitational Potential energy) :-



A හි ඇති වස්තුව එසවීමට අවශ්‍ය අවම බලය $= F = mg$

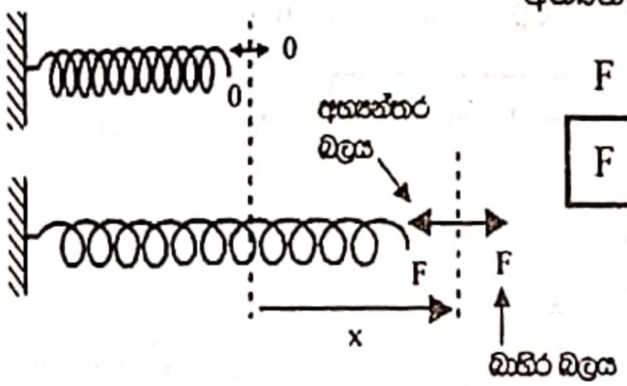
B වෙත වස්තුව ගෙන ඒමේදී සිදු කල කාර්ය $= mg \times h$

මෙම කාර්ය කිරීමේදී වැය වන mgh ශක්ති ප්‍රමාණය B වෙත ගෙන ආ වස්තුවේ ගබඩා වේ. A හිදී වස්තුව සතු ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය ශූන්‍ය නම්,

B හිදී ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය $= mgh$

- උස වැඩිවත්ම g වෙනස් වන බැවින් මෙය සත්‍ය වන්නේ කුඩා h උසවල් සඳහා පමණි.
- වි.ශ. = 0 මට්ටමේ සිට ඉහලින් ඇති විට වස්තුවේ වි.ශක්තිය (+) ද පහළින් ඇති විට වි.ශක්තිය (–) ද වේ.

දුනු නියතය (බල නියතය) (Spring constant (force constant)) :-



අභ්‍යන්තර බලය ∝ දිගෙහි වෙනස

$F \propto x$

$\boxed{F = kx} \Rightarrow k = \frac{F}{x}$

(k — දුනු නියතය; ඒකක Nm^{-1})

මාන : MT^{-2}

- දුනු නියතය - දිගෙහි ඒකක වෙනසකදී (විතතියකදී / සම්පීඩනයකදී) උපදින බලය
- F හා x හි දිශා ප්‍රතිවිරුද්ධ බැවින් $\boxed{\underline{F} = -k\underline{x}}$

Scanned with CamScanner

ප්‍රත්‍යස්ථතා විභව ශක්තිය (Elastic potential energy) :-

දුන්න මත යෙදුනු මාධ්‍යනය බලය $= \frac{0 + F}{2} = \frac{1}{2} F$

එම බලයෙන් කල කාර්යය $= \frac{1}{2} F \times x$

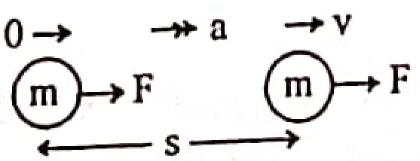
∴ දුන්නේ ගබඩා වූ ප්‍රත්‍යස්ථතා විභව ශක්තිය $= \frac{1}{2} F x$

$= \frac{1}{2} k x^2$

චාලක ශක්තිය :- (Kinetic energy) චලිතය නිසා වස්තුවකට අයත් වන ශක්තියයි. ප්‍රභේද තුනකි.

1) උත්තාරණ චාලක ශක්තිය (Translational kinetic energy) :

රේඛීය චලිතය නිසා හිමිවන චාලක ශක්තියයි.



වස්තුව අයත් කරගත් උත්තාරණ චාලක ශක්තිය = F බලයෙන් කල කාර්ය

$= F \times s$

නමුත්, $a = F / m$ හා

$v^2 = 0 + 2 \times \frac{F}{m} s \Rightarrow Fs = \frac{1}{2} m v^2$

∴ උත්තාරණ චාලක ශක්තිය $= \frac{1}{2} m v^2$

- $E = \frac{1}{2} m v^2$
  $= \frac{1}{2} m v \times v$
  $= \frac{1}{2} P v$

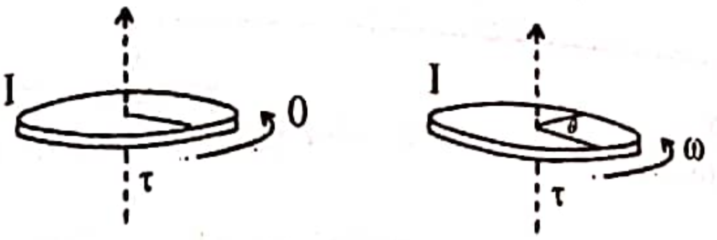
- $E = \frac{1}{2} m v^2$
  $= \frac{1}{2} \frac{m^2 v^2}{m}$
  $= \frac{p^2}{2m}$

මෙහි P යනු රේඛීය ගම්‍යතාවයි.

Scanned with CamScanner

2) භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය (Rotational kinetic energy) :

භ්‍රමණ චලිතය නිසා හිමිවන චාලක ශක්තියයි.



වස්තුව අයත් කරගත් භ්‍රමණ චා. ශ. $= \tau$ ව්‍යාවර්තයෙන් කල කාර්ය

$= \tau\theta$

නමුත්, $\alpha = \tau / I$ හා

$$\omega^2 = 0 + 2 \times \frac{\tau}{I} s \Rightarrow \tau\theta = \frac{1}{2} I \omega^2$$

∴ භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය $= \frac{1}{2} I \omega^2$

■ $E = \frac{1}{2} I \omega^2$

$= \frac{1}{2} I \omega \times \omega$

$= \frac{1}{2} L \omega$

■ $E = \frac{1}{2} I \omega^2$

$= \frac{1}{2} \frac{I^2 \omega^2}{I}$

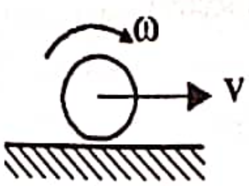
$= \frac{L^2}{2I}$

මෙහි L යනු කෝණික ගම්‍යතාවයයි.

3) කම්පන චාලක ශක්තිය (Vibrational kinetic energy) :

කම්පනය වන වස්තුවක් සතු චාලක ශක්තියයි.

■■ පෙරළීම (Rolling) :-



මුළු චා.ශ. $= \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$

ගැටුම් (Collisions)

ප්‍රත්‍යස්ථ ගැටුම් (Elastic collisions)

→ පද්ධතිය සතු චා.ශ. වෙනස් නොවන අන්දමේ ගැටුම්

අප්‍රත්‍යස්ථ ගැටුම් (Non-elastic collisions)

→ පද්ධතිය සතු චා.ශ. න් කොටසක් හානි වන (තාපය/ධ්වනිය .... බවට) අන්දමේ ගැටුම්

- පූර්ණ අප්‍රත්‍යස්ථ ගැටුම් - ගැටුමට පසු සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය ශූන්‍ය වන (එනම් වස්තූන් එක්ව ගමන් කරන) අන්දමේ ගැටුම්

යාන්ත්‍රික ශක්තිය (Mechanical energy) :- චාලක ශක්තිය + විභව ශක්තිය

සංස්ථිතික බල ක්ෂේත්‍ර :- (Conservative force fields) බල ක්ෂේත්‍රයක් තුල බලයක් විස්ථාපනය කිරීමේදී සිදු කෙරෙන කාර්ය බලය ගෙන ගිය මාර්ගයෙන් ස්වායත්ත නම් එය සංස්ථිතික බල ක්ෂේත්‍රයකි.

උදා :- ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර, ස්ථිති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර, චුම්බක ක්ෂේත්‍ර

යාන්ත්‍රික ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය (Law of conservation of mechanical energy) :-

සංස්ථිතික බල ක්ෂේත්‍රයක් මගින් පාලනය වන වස්තුවක මුළු යාන්ත්‍රික ශක්තිය නියත වේ.

චාලක ශක්තිය + විභව ශක්තිය = නියතයක්

චාලක ශක්තිය:
- උත්තාරණ
- භ්‍රමණ
- කම්පන

විභව ශක්තිය:
- ගුරුත්වාකර්ෂණ
- ස්ථිති විද්‍යුත්
- ප්‍රත්‍යස්ථතා

Scanned with CamScanner

අයින්ස්ටයින්ගේ ශක්ති - ස්කන්ධ සම්බන්ධය
(Einstein's energy - mass relation) :-

ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් සතු සියළු අභ්‍යන්තර ශක්තීන්ගේ එකතුව E නම්

$$E = mC^2$$

C - රික්තයකදී ආලෝකයේ ප්‍රවේගය ($3 \times 10^8 \ ms^{-1}$)

- ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය වැනි බාහිර ශක්ති පද ඉහත E තුල අන්තර්ගත නොවේ.

- **නිසලතා ස්කන්ධය (m_0)** (Rest mass) :- යම් අවස්ථිති රාමුවකට සාපේක්ෂව වස්තුවක් නිසලව ඇති විට එහි ස්කන්ධය

- **නිසලතා ශක්තිය (E_0)** (Rest energy) :- නිසලතා ස්කන්ධයට අනුරූප ශක්තිය $E_0 = m_0 C^2$

- අවස්ථිති රාමුවකට සාපේක්ෂව නිශ්චලව ඇති වස්තුවක ස්කන්ධය m_0 ද එම අවස්ථිති රාමුවට සාපේක්ෂව v වේගයෙන් චලනය වන විට වස්තුවේ ස්කන්ධය m ද නම්,

$$mC^2 = m_0 C^2 + \tfrac{1}{2} m v^2 \quad \Rightarrow \quad \tfrac{1}{2} m v^2 = (m - m_0) C^2$$

- රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවකදී බිහිවන ශක්තිය සාපේක්ෂව කුඩා බැවින් එම ශක්තිය බිහි කිරීම සඳහා වැනසී යන ස්කන්ධය ඉතාමත් අල්පය. එබැවින් රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවකදී ප්‍රතික්‍රියාකවල ස්කන්ධය, ඵලවල ස්කන්ධයට සමාන වන බව පෙනී යනු ඇත.

- න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවකදී දැවැන්ත ශක්ති ප්‍රමාණයක් බිහිවන බැවින් ඒ සඳහා සැලකිය යුතු ස්කන්ධයක් වැනසී යයි. එබැවින් න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවකදී ඵලවල ස්කන්ධය, ප්‍රතික්‍රියකවල ස්කන්ධයට වඩා අඩු වේ.

- යම් ක්‍රියාවලියකදී හානි වූ ස්කන්ධය දන්නේ නම්, $E = mC^2$ සමීකරණය මගින් බිහි වූ ශක්තියද, බිහි වූ ශක්තිය දන්නේ නම් $E = mC^2$ සමීකරණය මගින් හානි වූ ස්කන්ධයද ගණනය කල හැකිය.

ක්ෂමතාව (P) (Power) :- කාර්ය කිරීමේ (ශක්තිය වැයවීමේ) සීඝ්‍රතාවයි.

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$J\,S^{-1}$ (W - වොට්)

වොටය අර්ථ දැක්වීම (Definition of Watt) :- තත්පරයකදී ජූල එකක සීඝ්‍රතාවයෙන් කාර්ය කිරීම වොට් එකක ක්ෂමතාවකි.

කිලෝවොට් පැය (kwh) ඒකකය (Killowatt - hour unit) :-

කාර්යය / ශක්තිය මැනීමට යොදා ගැනේ. $1\ kwh = 3.6 \times 10^{6}\ J$

බලයක ක්ෂමතාව (Power of a force) :-

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \Rightarrow P = F \times \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{P = FV}$$

F බලයක් යටතේ වස්තුවක් V ප්‍රවේගයෙන් චලනය වන විට එම බලයේ ක්ෂමතාව ඉහත සමීකරණය මඟින් ලබා දේ.

ව්‍යවර්තයක ක්ෂමතාව (Power of a torque) :-

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \Rightarrow P = \tau \times \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{P = \tau\,\omega}$$

τ ව්‍යවර්තයක් යටතේ වස්තුවක් ω කෝණික ප්‍රවේගයෙන් භ්‍රමණය වන විට එම ව්‍යවර්තයේ ක්ෂමතාව ඉහත සමීකරණය මඟින් ලබා දේ.

යන්ත්‍රයක කාර්යක්ෂමතාව (η) (Efficiency of a machine) :-

$$\eta = \frac{\text{ප්‍රතිදාන කාර්යය}}{\text{ප්‍රදාන කාර්යය}} \times 100\ \%$$

$$\eta = \frac{\text{ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව}}{\text{ප්‍රදාන ක්ෂමතාව}} \times 100\ \%$$

Scanned with CamScanner

ඝනත්වය (Density)

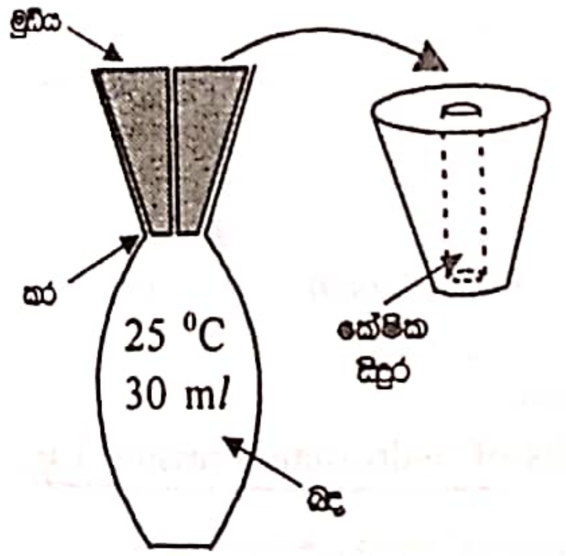
රේඛීය ඝනත්වය (ඒකක දිගක ස්කන්ධය)	පෘෂ්ඨික ඝනත්වය (ඒකක වර්ගඵලයක ස්කන්ධය)	පරිමා ඝනත්වය (ඒකක පරිමාවක ස්කන්ධය)
රේ.ඝ. = $\frac{\text{ස්කන්ධය}}{\text{දිග}}$	පෘ. ඝ. = $\frac{\text{ස්කන්ධය}}{\text{වර්ගඵලය}}$	ප.ඝ. = $\frac{\text{ස්කන්ධය}}{\text{පරිමාව}}$
$kg\ m^{-1}$	$kg\ m^{-2}$	$kg\ m^{-3}$
ML^{-1}	ML^{-2}	ML^{-3}

සාපේක්ෂ ඝනත්වය (විශිෂ්ඨ ගුරුත්වය)
Relative dinsity (specific gravity) :-

$$\text{සා. ඝ.} = \frac{\text{ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය}}{\text{ජලයේ ඝනත්වය}}$$

$$= \frac{\text{ද්‍රව්‍යයේ යම් පරිමාවක ස්කන්ධය (බර)}}{\text{සමාන ජල පරිමාවක ස්කන්ධය (බර)}}$$

ඝනත්ව කුප්පිය (Specific gravity bottle) :-



- නියත උෂ්ණත්වයකදී අභ්‍යන්තර පරිමාව නියතයකි.
- බඳෙන් ඇල්ලූ විට ප්‍රසාරණය විය හැකි බැවින් කරෙන් ඇල්ලිය යුතුය.
- කරට ඉහළින් ද්‍රවය පුරවා මුඩියෙන් වැසූ විට වැඩිපුර ද්‍රවය උතුරා යයි.
- ස්කන්ධය මැනීමට පෙර වැගිරුනු ද්‍රවය තෙත පොවන කඩදාසි මගින් ඉවත් කල යුතුය.
- සාපේක්ෂ ඝනත්ව සෙවීමට යොදා ගැනේ.

Scanned with CamScanner

ද්‍රවස්ථිති විද්‍යාව / HYDRO STATICS

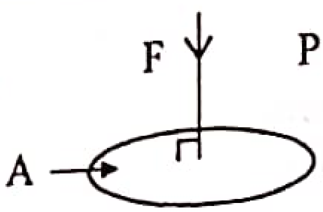
තරල (Fluids) :- ද්‍රව හා වායු

ඇත්තේ පරිමා ඝනත්වයක් පමණි.

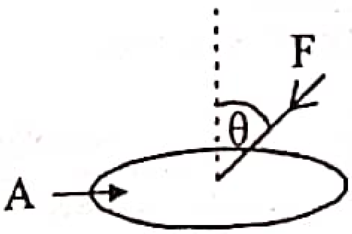
- ද්‍රව - අසම්පීඩ්‍ය තරල (incompressible fluids)
- වායු - සම්පීඩ්‍ය තරල (compressible fluids)

සමජාතීය තරල (Homogeneous fluids) :- සෑම ස්ථානයකම ඝනත්වය එක සමාන වන තරල

පීඩනය (Pressure) :- ඒකක වර්ගඵලයක් මත ඊට ලම්භකව ක්‍රියා කරන බලයයි. අදිශයකි.

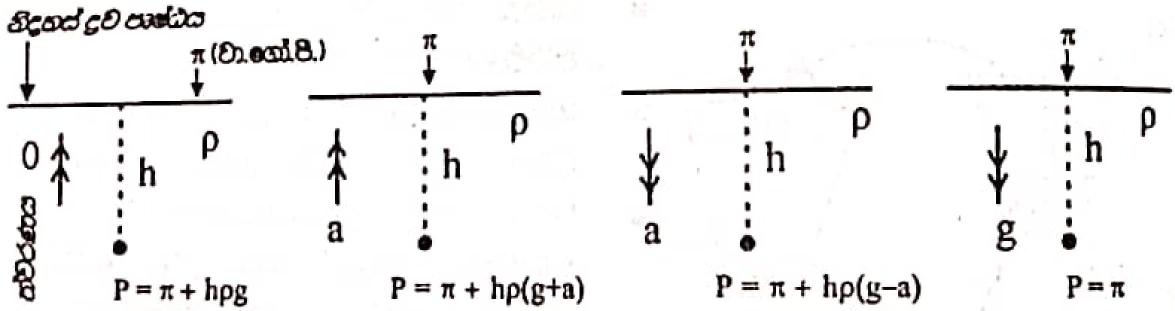


$$P = \frac{F}{A}$$



$$P = \frac{F \cos\theta}{A}$$

ද්‍රවස්ථිති පීඩනය (Hydrostatic pressure) :-



ද්‍රවස්ථිති පීඩනයෙහි ලක්ෂණ (Characteristics of hydrostatic pressure) :-

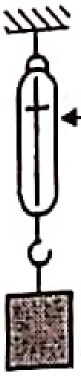
- නිශ්චල සමජාතීය ද්‍රවයක එකම තිරස් මට්ටමේ පීඩන සමාන වේ.
- ගැඹුර සමග වැඩිවේ.
- යම් ලක්ෂ්‍යයකදී සෑම දිශාවකටම එක සමානව ක්‍රියා කරයි.
- ඉන් හට ගන්නා බල සලකා බලන පෘෂ්ඨයට ලම්බකව යෙදේ.

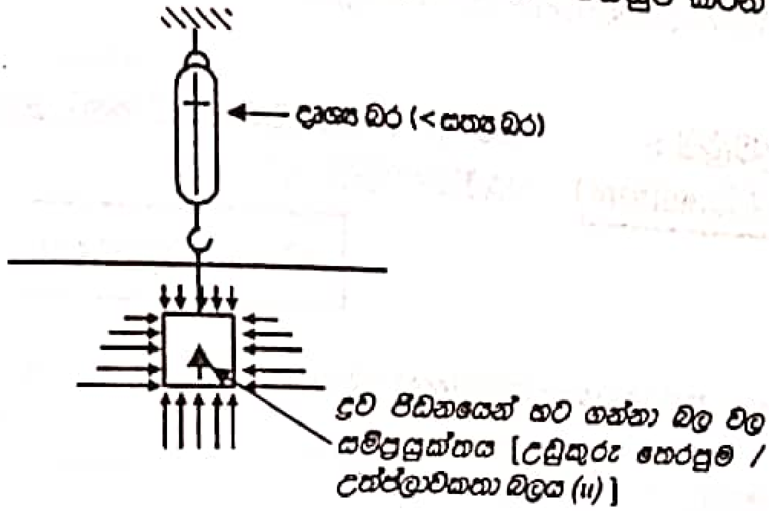
Scanned with CamScanner

වස්තුවක සත්‍ය බර (True weight of an object) :- රික්තයකදී (ආසන්න වශයෙන් වාතයේදී) පෙන්නුම් කරන බරයි.

වස්තුවක දෘශ්‍ය බර (Apparent weight of an object) :-

තරලයකදී (සම්පූර්ණයෙන් හෝ අර්ධ වශයෙන් ගිලී ඇති විට) පෙන්නුම් කරන බරයි.

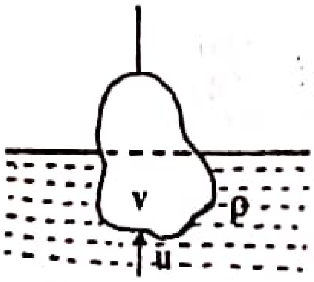




සත්‍ය බර − දෘශ්‍ය බර = උඩුකුරු තෙරපුම (Upthrust / buoyant force)

ආකිමිඩීස් මූලධර්මය (Archimedes's Principle) :-

වස්තුවක සම්පූර්ණයෙන් හෝ අර්ධ වශයෙන් හෝ තරලයක ගිල්වා ඇති විට වස්තුව මඟින් විස්ථාපිත තරල පරිමාවේ බරට සමාන උඩුකුරු තෙරපුමකට වස්තුව ලක්වේ.



වස්තුව නිසා විස්ථාපිත තරල පරිමාව = v
වස්තුව නිසා විස්ථාපිත තරල පරිමාවේ ස්කන්ධය = $v\rho$
වස්තුව නිසා විස්ථාපිත තරල පරිමාවේ බර = $v\rho g$

$$u = v\rho g$$

- උඩුකුරු තෙරපුම යනු ද්‍රවස්ථිති පීඩනය නිසා හටගත් බල පද්ධතියේ සම්ප්‍රයුක්තය බැවින් ද්‍රවස්ථිති පීඩනය වෙනස් වන විට උඩුකුරු තෙරපුමද වෙනස් වේ.
- $0\uparrow$ $u = v\rho g$ $a\uparrow$ $u = v\rho(g+a)$ $a\downarrow$ $u = v\rho(g-a)$ $g\downarrow$ $u = 0$

Scanned with CamScanner

උත්ප්ලාවකතා කේන්ද්‍රය (Centre of buoyancy) :-

උඩුකුරු තෙරපුම ක්‍රියා කරන ලක්ෂයයි. මෙය විස්ථාපිත තරල කොටසේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයෙහි පවතී.
වස්තුව සමජාතිය නම් විස්ථාපිත තරල කොටසේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයත්, වස්තුවේ ගිලී ඇති කොටසේ ගු. කේන්ද්‍රයත් සමපාත වේ.

ඉපිලීම :-
(Floatation)

වස්තුවක් සම්පූර්ණයෙන් හෝ අර්ධ වශයෙන් හෝ තරලයක ගිලී පාවීමයි. මෙවිට,

බර = උඩුකුරු තෙරපුම

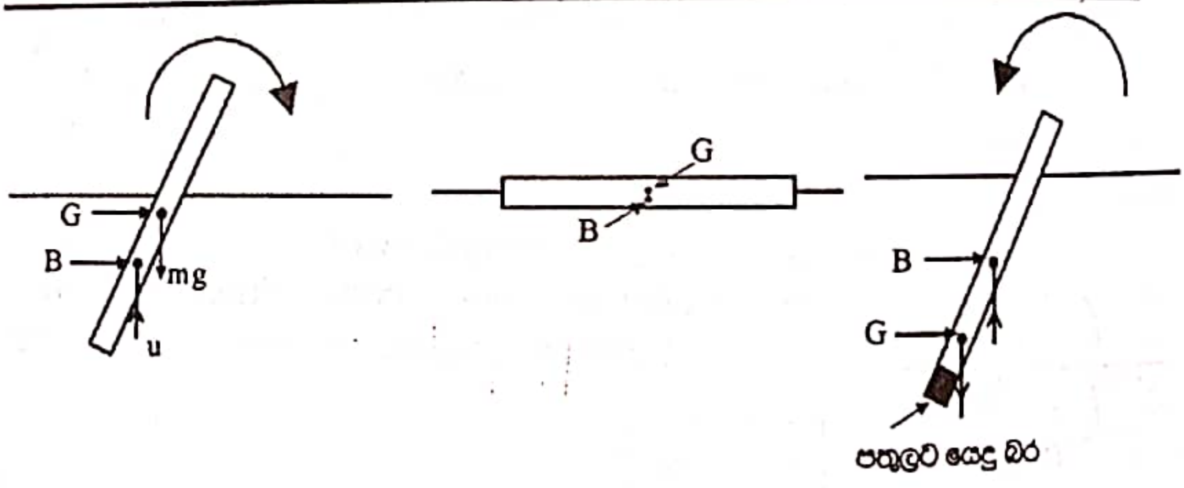
- අභ්‍යන්තර කුහරයක් නැති වස්තුවක ඝනත්වය σ ද එය ගිල්වන තරලයේ ඝනත්වය ρ ද නම්,

$\sigma > \rho$	$\sigma = \rho$	$\sigma < \rho$
ගිලී යයි	සම්පූර්ණයෙන් ගිලී පාවේ	අර්ධ වශයෙන් ගිලී පාවේ

- ඕනෑම වස්තුවක බර mg හා ඒමත ඇති වන උපරිම උඩුකුරු තෙරපුම U_{max} ද නම්,

$mg > U_{max}$	$mg = U_{max}$	$mg < U_{max}$
ගිලී යයි	සම්පූර්ණයෙන් ගිලී පාවේ	අර්ධ වශයෙන් ගිලී පාවේ

වස්තුවක් සිරස්ව පා කිරීම (Make an object float vertically) :-



ගු.කේ.(G) හා උත්ප්ලාවකතා කේන්ද්‍රය(B) අතර දුර වැඩිය. ඝූර්ණය වස්තුව පෙරලා දමන අයුරින් සකස් වේ.

G හා B අතර දුර ඉතා අල්පය. වස්තුව පෙරළා දමන ඝූර්ණයක් හට නොගනී.

B ට වඩා පහළින් G පිහිටයි. ඝූර්ණය වස්තුව සිරස් වන අයුරින් සකස් වේ.

Scanned with CamScanner

පැස්කල් මූලධර්මය (Pascal's Principle) :-

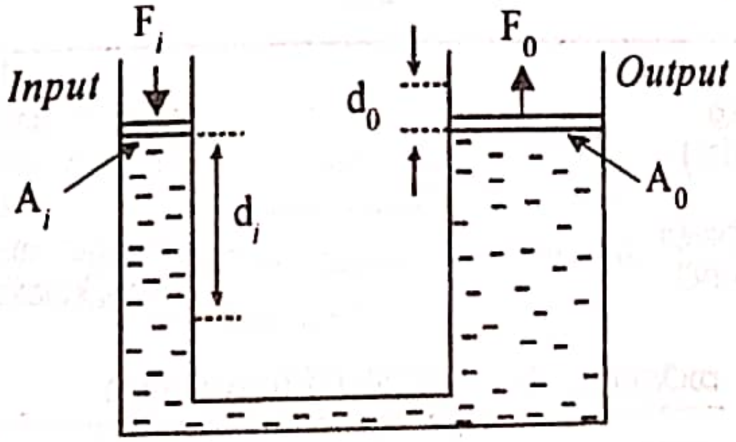
නිශ්චල අසම්පීඩ්‍ය ද්‍රවයක යම් ලක්ෂ්‍යයක පීඩනය වැඩි කල විට ද්‍රවයේ සෑම ලක්ෂ්‍යයකම පීඩනය ඊට සමාන ප්‍රමාණයකින් වැඩි වේ.

භාවිත :-
(Applications)

- ද්‍රාව පීඩකවල
- ද්‍රාව රෝධකවල
- දන්ත වෛද්‍යවරු රෝගීන් පරීක්ෂාව සඳහා යොදාගන්නා පුටුවල

ද්‍රාව පීඩකය (Hydraulic lift) :-

කුඩා පිස්ටනය මත F_i බලයක් යෙදූ විට ඉන් ඇතිවන පීඩන වෙනස (ΔP) විශාල පිස්ටනය වෙත සම්ප්‍රේෂණය වී F_0 බලයක් උපදවයි. පද්ධතිය සමතුලිතව තබා ගැනීම සඳහා බාහිර කාරකයක් මගින් විශාල පිස්ටනය මත පහළට F_0 ට සමාන බලයක් යෙදිය යුතුය. (රූපයේ එය දක්වා නැත.)



$$\Delta P = \frac{F_i}{A_i} = \frac{F_0}{A_0} \quad \Rightarrow \quad F_0 = \left(\frac{A_0}{A_i}\right) F_i$$

$A_0 > A_i$ බැවින් $F_0 > F_i$ - කුඩා බලයකින් විශාල බලයක් ඉපදේ.

ද්‍රවය අසම්පීඩ්‍ය බැවින් කුඩා පිස්ටනය d_i දුරක් පහල දැමීමේදී ඉවත් වන ද්‍රව පරිමාව විශාල පිස්ටනය d_0 දුරක් ඉහළ යැමේදී ලබා ගන්නා ද්‍රව පරිමාවට සමාන විය යුතුය.

Scanned with CamScanner

$$A_i d_i = A_0 . d_0 \quad \Rightarrow \quad d_0 = \left(\frac{A_i}{A_0} \right) d_i$$

$A_i < A_0$ බැවින්
$d_i > d_0$ වේ. (විශාල පිස්ටනය චලනය වන්නේ කුඩා දුරකි.)

ප්‍රතිදාන කාර්ය $w_0 = F_0 d_0 = \left(\frac{A_0}{A_i} F_i \right) \times \left(\frac{A_i}{A_0} d_i \right)$

$= F_i d_i$ = ප්‍රදාන කාර්ය

- ප්‍රායෝගිකව ඉහත ප්‍රතිඵලය සත්‍ය නොවන්නේ විවිධ ශක්ති හානි ඇති බැවිනි.

තරල ගති විද්‍යාව / FLUID DYNAMICS

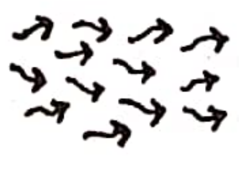
තරල

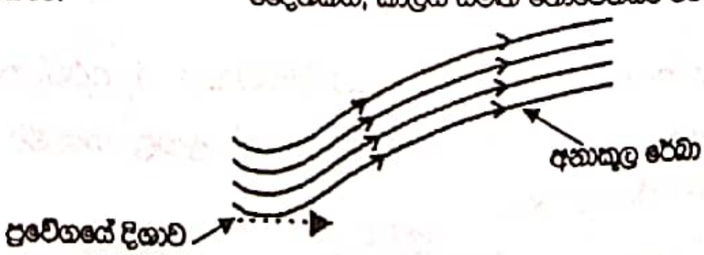
- දුස්ස්‍රාවී තරල (viscous fluids) → තරලය තුල ඝර්ෂණ බල ක්‍රියාත්මක වේ
- දුස්ස්‍රාවී නොවන තරල (non- viscous fluids) → තරලය තුල ඝර්ෂණ බල ක්‍රියාත්මක නොවේ

තරල ප්‍රවාහ (ගැලීම්) (Fluid flow)

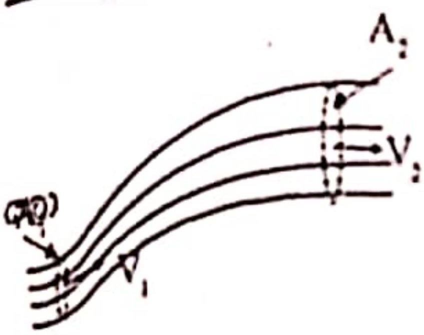
(පීඩනය වැඩි තැන සිට පීඩනය අඩුතැනට ගලායයි)

- ආකූල ප්‍රවාහ (Turbulent flow) → යම් ලක්ෂ්‍යයක් පසු කර යන තරල අංශුවල ප්‍රවේග දෛශිකය කාලය සමග නිරන්තරයෙන් වෙනස් වේ.
- අනාකූල ප්‍රවාහ/අනවරත ප්‍රවාහ (Streamline flow / steady flow) → යම් ලක්ෂ්‍යයක් පසු කර යන තරල අංශුවල ප්‍රවේග දෛශිකය, කාලය සමග නොවෙනස්ව පවතී.





සන්තතිකතා සමීකරණය (Equation of continuity) :-



තරලය අසම්පීඩ්‍ය එකක් නම් Δt කාලයක් තුළ A_1 හරහා ගලා ගිය තරල පරිමාව (ΔV යැයි ගනිමු) එම කාලය තුළ A_2 හරහා ගිය තරල පරිමාවට සමාන විය යුතුය.

$$\Delta V = A \cdot \Delta x$$

(මෙහි Δx යනු Δt කාලය තුළ තරලය ගලා ගිය දුරයි.)

$$\Delta V = A \cdot V \cdot \Delta t$$

$$\Delta V = A_1 \cdot V_1 \cdot \cancel{\Delta t} = A_2 \cdot V_2 \cdot \cancel{\Delta t}$$

$$\boxed{A_1 V_1 = A_2 V_2}$$

අනාකුල / අනවර්ත ප්‍රවාහයක් සඳහා සත්‍ය වේ.

$A_1 > A_2$ නම් $V_1 < V_2$ වේ.

එනම්, $\boxed{AV = \text{නියතයක්}}$

තත්පරයකදී ගලා ගිය තරල පරිමාවයි. නොහොත් පරිමා ප්‍රවාහ සීඝ්‍රතාවයි.
(volume flow rate)

- තරලය සම්ජාතීය නම්, $\boxed{AV\rho = \text{නියතයක්}}$

තත්පරයකදී ගලා ගිය තරල ස්කන්ධය නොහොත් ස්කන්ධ ප්‍රවාහ සීඝ්‍රතාව
(mass flow rate)

ඒකක පරිමාවක ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය
(Gravitational potential energy of unit volume) :-

m ස්කන්ධයක විභව ශක්තිය = mgh
ඒකක පරිමාවක ස්කන්ධය = ඝනත්වය = ρ
$\therefore$ ඒකක පරිමාවක විභව ශක්තිය = ρgh

Scanned with CamScanner

ඒකක පරිමාවක චාලක ශක්තිය (Kinetic energy of unit volume) :-

m ස්කන්ධයක චාලක ශක්තිය = $\frac{1}{2} mV^2$

ඒකක පරිමාවක චාලක ශක්තිය = $\frac{1}{2} \rho V^2$

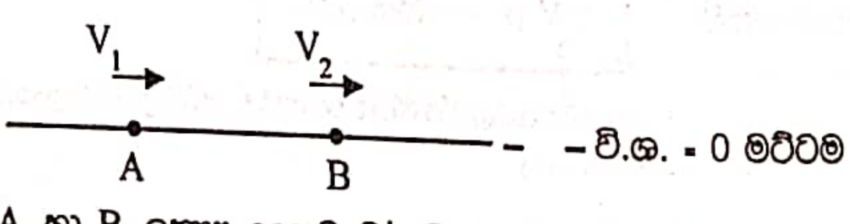
බ'නූලි මූලධර්මය (Bernoulli's principle) :-

- අසම්පීඩ්‍ය / සමජාතීය
- දුස්ස්‍රාවී නොවන තරලයක
- අනාකූල / අනවරත ප්‍රවාහයකදී
- තරලයේ යම් ලක්ෂ්‍යයක පීඩනයේත් (P) එම ලක්ෂ්‍යයේදී ඒකක පරිමාවක විභව ශක්තියේත් ඒකක පරිමාවක චාලක ශක්තියෙත් එකතුව නියතයකි.

$$\underbrace{P + \rho g h}_{\text{ස්ථිතික පීඩනය}} + \underbrace{\frac{1}{2} \rho v^2}_{\text{ගතික පීඩනය}} = \text{නියතයක්}$$

- මෙය ශක්ති සංස්ථිතිය පිළිබඳ මූලධර්මයකි.
- ගැටළුවකදී බ'නූලි මූලධර්මය යෙදිය යුත්තේ එකම අනාකූල රේඛාවක පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් සඳහාය. එවිට,

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

- 

A හා B ලක්ෂ්‍ය දෙකට බ'නූලි මූලධර්මය යෙදීමෙන්,

$$P_A + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_B + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$V_1 > V_2$ නම් $P_A < P_B$ වේ.

$\therefore$ එකම තිරස් මට්ටමේ ප්‍රවාහ වේගය වැඩි තැන පීඩනය අඩුය.

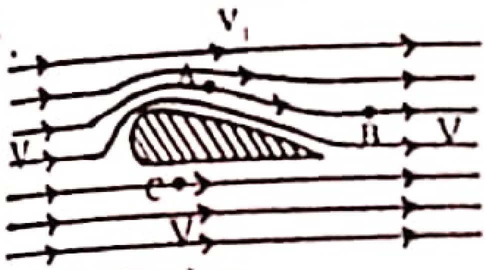
Scanned with CamScanner

බ'නූලි මූලධර්මයේ ප්‍රයෝගික යෙදීම්

(Applications of Bernoulli's Principle) :-

01. ගුවන් යානා අන්තටුවක ජ්‍යාමිතික හැඩය මත ගුවන් යානය ඉහළට එසවීම

නිසල වාතය තුල V වේගයෙන් ගමන් ගන්නා ගුවන යානයක් සලකන්න. ගුවන් යානයට සාපේක්ෂව වාතය V වේගයෙන් පිටුපසට ගලා යන්නේ යැයි සැලකිය හැකිය.



A - තටුවේ වර්ගඵලය

තටුවේ ජ්‍යාමිතික හැඩය හේතුවෙන් තටුවට ඉහළින් ගලා යන වායු ධාරාවල වේගය වැඩිවේ.

A හා B ලක්ෂ්‍ය දෙකට බ'නූලි මූලධර්මය යෙදීමෙන්

$$P_A + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_B + \frac{1}{2}\rho v^2$$

$$P_B = P_C$$

$$P_A + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_C + \frac{1}{2}\rho v^2 \quad \Rightarrow \quad P_C - P_A = \frac{1}{2}\rho (v_1^2 - v^2)$$

තටුවට ඉහළින් ඇති පීඩනය මගින් ඇති කරන බලය $(F_1) = P_A \times A \downarrow$

තටුවට පහළින් ඇති පීඩනය මගින් ඇති කරන බලය $(F_2) = P_C \times A \uparrow$

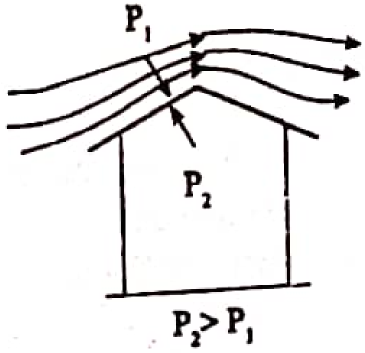
තටුව ඉහළට එසවීමට තැත් කරන බලය $= F_2 - F_1 = A (P_C - P_A)$

$$= A \times \frac{1}{2}\rho (v_1^2 - v^2)$$

- තටුවේ (ගුවන් යානයේ) බර සැලකිල්ලට ගෙන නොමැත.

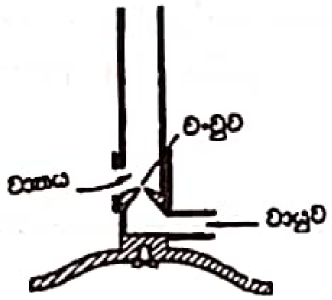
Scanned with CamScanner

02. තද සුළගකදී ඇතැම් නිවෙනස්වල වහල ගැලවී යාම



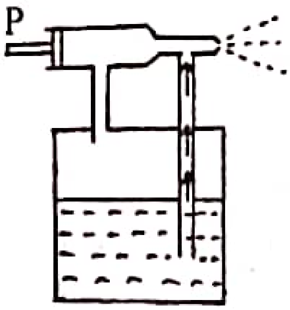
තද සුළගකදී නිවෙසක දොර ජනෙල් වසා දැමූ විට නිවසට පිටතින් ගලා යන වේගවත් වායු ධාරා හේතුවෙන් පිටත පීඩනය අඩුවේ. මෙවිට වහලය මත පිටතින් යෙදෙන බලයට වඩා, නිවෙස තුල ඇති වායු පීඩනයෙන් යෙදෙන බලය වැඩිය.

03. බන්සන් දාහකයේ ක්‍රියාකාරිත්වය



ඉන්ධන වායුව දාහකයට ඇතුළු වන්නේ පතුලේ ඇති නැසින්න (ඉතා කුඩා සිදුරක්) තුලිනි. නැසින්න තුළින් ගලා යන විට ඉන්ධන වායුවේ වේගය වැඩිවී ඒ අසල පීඩනය අඩුවේ. එවිට බන්සන් දාහක නලයේ ඇති සිදුරෙන් වාතය නලය තුළට ඇදී එයි. එමගින් පූර්ණ දහනයකට අවශ්‍ය O_2 කාර්යක්ෂමව සැපයේ.

04. විසිරි පොම්පයක ක්‍රියාකාරිත්වය



P පිස්ටනය ඉදිරියට තල්ලු කරන විට ඒ හා ගැටුනු වාතයද ඉදිරියට ගමන් කරයි. පටු නලය තුලදී වා කදේ ප්‍රවාහ වේගය වැඩි වී එතැන පීඩනය අඩුවේ. මෙවිට සිරස් නලය දිගේ ද්‍රවය ඉහළට ඇදී විත් වේගවත් වායු ධාරා හා එක්ව විසිරී යයි.

05. ක්‍රිකට් ක්‍රීඩාවේදී ගුවනේදී පන්දුව දෝලනය වීම

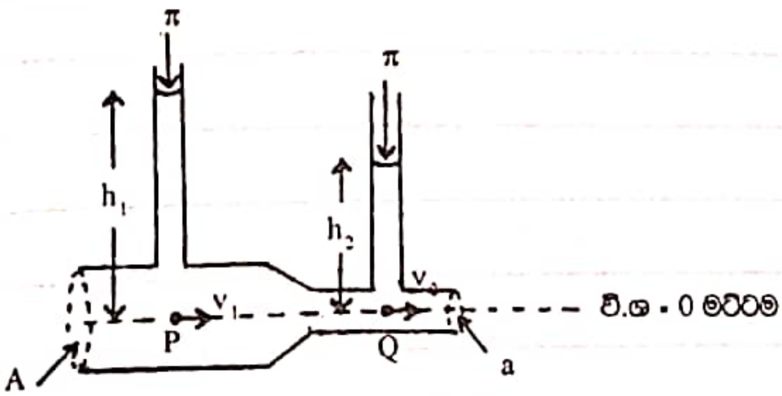
වේග පන්දු යවන්නෙක් අතින් ගිලිහෙන පන්දුව වාතය තුලින් වේගයෙන් ඇදී යන විට ඔප දැමූ පැත්තට වඩා වැඩි වේගයකින් රළු පැත්තේ වාතය ඇදී යයි. එවිට ඔප දැමූ පැත්තේ පීඩනයට වඩා රළු පැත්තේ පීඩ... අඩුවේ. එවිට පන්දුවේ ගමන් මාර්ගය රළු පෘෂ්ඨය දෙසට ගුවනේදී වක්‍ර වේ.

දඟ පන්දු යවන්නෙකුට පන්දුව දඟ කැවීමෙන්ද ගුවනේදී ඉහත ආකාරයේ දෝලනයක් ලබා ගත හැකිය.

Scanned with CamScanner

06. සැහැල්ලු කඩදාසි දෙකක් අතරට තදින් පිඹින විට ඒවා එකිනෙක ලංවීම, දුම්රියක් වේගයෙන් ගමන් කරන විට වේදිකාවේ සිටින්නෙකු දුම්රිය දෙසට තල්ලු වන බලයක් ඇතිවීම, නැවක් ගමන් කරන විට අසලින් පිහිටි බෝට්ටු නැව දෙසට ඇදීයාම, ජල නල වල ඇති කුඩා සිදුරු තුලින් පිටත ඇති අපද්‍රව්‍ය නලය තුලට ඇදී යාම, කර්මාන්ත ශාලාවල දුම්නල උසට සෑදීමෙන් දුම් කාර්යක්ෂමව ඉහළට ඇදීයාම ආදී සංසිද්ධි ද බ'නූලී මූලධර්මය ඇසුරින් පහදා දිය හැකිය.

07. වෙන්චුරි මානයක ක්‍රියාකාරීත්වය



P හා Q ලක්ෂ්‍ය දෙකට බ'නූලී මූලධර්මය යෙදීමෙන්

$$P_P + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = P_Q + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_P - P_Q = \tfrac{1}{2}\rho\,(v_2^2 - v_1^2) \text{ ------- } (1)$$

$$\left.\begin{aligned} P_P &= \pi + h_1\rho g \\ P_Q &= \pi + h_2\rho g \end{aligned}\right\} P_P - P_Q = \rho g\,(h_1 - h_2)$$

තවද, $A_1 v_1 = A_2 v_2$ අනුව,

$$A v_1 = a v_2$$

$$v_2 = \frac{A v_1}{a}$$

$$(1) \rightarrow \rho g\,(h_1 - h_2) = \tfrac{1}{2}\rho \left[\left(\frac{A v_1}{a}\right)^2 - v_1^2 \right]$$

$$v_1 = \left\{ \frac{2g\,(h_1 - h_2)\,a^2}{(A^2 - a^2)} \right\}^{1/2}$$

- h_1, h_2, A හා a දන්නා විට ඉහත ප්‍රකාශය මගින් තරලයක ප්‍රවාහ වේගය සෙවිය හැකිය.

Scanned with CamScanner