විෂයය - භෞතික විද්‍යාව

ශ්‍රේණිය - 12

නිපුණතාවය -02.4

බලසමතුලිතතාවය, බලඝූර්ණය

සැකසුම - ඌව පළාත් අධ්‍යාපන දෙපාර්තමේන්තුව

මෙහෙයවීම - විද්‍යාව ශාඛාව, අධ්‍යාපන අමාත්‍යාංශය

යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

<u>බල සූර්ණය , බල සමතුලිතතාවය , ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය</u>

- දෘඪ වස්තු

බාහිර බල හේතුකොට ගෙන හැඩය හා පරිමාව වෙනස් නොවන වස්තූන් දෘඪ වස්තු ලෙස හැඳින්වේ.

- බලය

චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ පළමු නියමයට අනුව බලය හැඳින්විය හැක. කිසියම් වස්තුවක චලිත ස්වභාවය වෙනස් කළ හැකි බාහිර කාරකයන් බලය ලෙස හැඳින්වේ.

බලයක ප්‍රධාන ලක්ෂණ තුනකි.

1. බලයේ විශාලත්වය
2. බලයේ දිශාව
3. බලයේ ක්‍රියා රේඛාව

බල විභේදනය

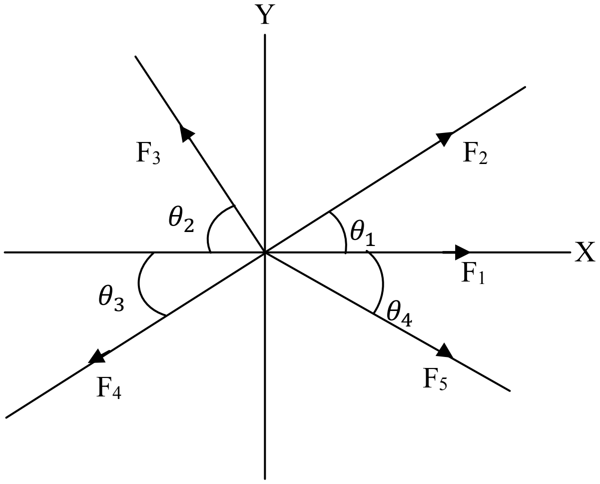
දී ඇති තනි බලයක් ඊට සමාන ප්‍රතිඵල දෙන බල දෙකටම හෝ වැඩි ගණනකට විභේදනය කළ හැකිය.

θ

තිරස් සංරචකය $\underset{X}{\rightarrow} = F\cos\theta$
සිරස් සංරචකය $\uparrow Y = F\sin\theta$
ඒකතල බල පද්ධතියක සම්ප්‍රයුක්තය

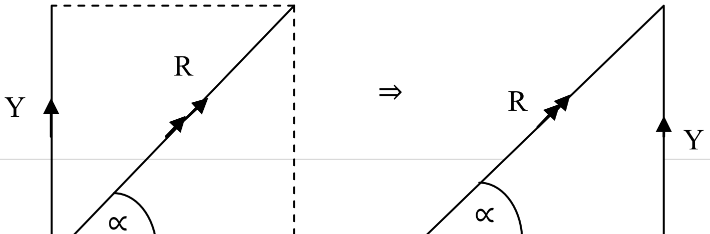
යම් බල පද්ධතියක් මගින් ඇති වන භෞතික ප්‍රතිඵලයකම ඇති කළ හැකි තනි බලය එම බල පද්ධතියේ සම්ප්‍රයුක්ත බලය ලෙස හැඳින්වේ.

<u>ඒකතල බල පද්ධතියක සම්පයුක්තයේ විශාලත්වය හා දිශාව සෙවීම</u>



$$\underset{X}{\rightarrow} = F_1 + F_2 cos\theta_1 - F_3 cos\theta_2 - F_4 cos\theta_3 + F_5 cos\theta_4$$

$$\uparrow Y = F_2 sin\theta_1 - F_3 sin\theta_2 - F_4 sin\theta_3 + F_5 sin\theta_4$$

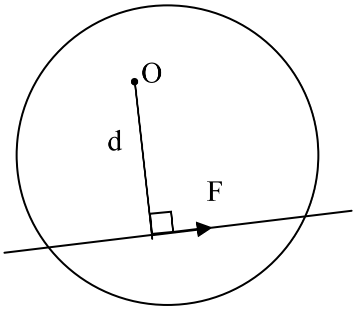


$$R^2 = X^2 + Y^2$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\tan \propto = \frac{Y}{X}$$

<u>බල ඝූර්ණය ($\boldsymbol{\tau}$)</u>



O ලක්ෂ්‍යය වටා දෘඪ වස්තුව භ්‍රමණය විය හැකි වන පරිදි සවිකර F බලයක් යෙදුවහොත් O ලක්ෂ්‍යය වටා වස්තුව භ්‍රමණය වීමට ඇති හැකියාව බල ඝූර්ණය ලෙස හැඳින්වේ.

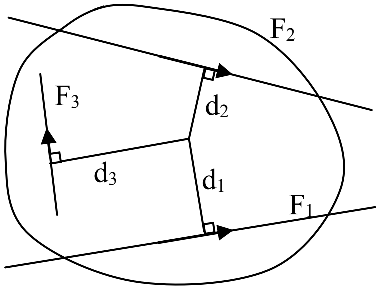
බල ඝූර්ණයේ විශාලත්වය බලයේ විශාලත්වයෙන් අදාල ලක්ෂ්‍යයේ සිට බලයේ ක්‍රියා රේඛාවට ඇති ලම්බ දුරේත් ගුණිතයෙන් ලැබේ.

බල ඝූර්ණය = බලයේ විශාලත්වය × ක්‍රියා රේඛාවට භ්‍රමණ අක්ෂයේ සිට ලම්බ දුර

$$\curvearrowleft \tau = F.d$$

- බල ඝූර්ණයේ ඒකක N m වේ.
- බල ඝූර්ණය දෛශික රාශියකි.

ලක්ෂයක් වටා බල පද්ධතියක ඝූර්ණ වල වීජ ඓක්‍යය

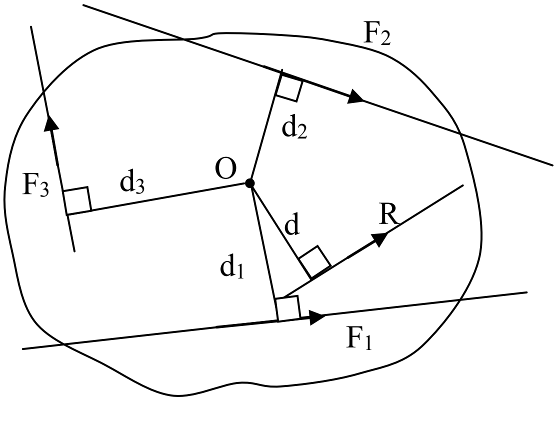


O ලක්ෂායක සිට F_1 , F_2 , හා F_3 බල වලට ඇති ලම්භක දුර පිළිවෙළින් d_1 , d_2 හා d_3 වේ. මෙහිදී O වටා වාමාවර්ත ඝූර්ණය ධන ද (+) දක්ෂිණාවර්ත ඝූර්ණ ඍණද (-) ලෙස තෝරා ගනු ලැබේ. මෙහිදී එක් එක් බල මගින් ඇතිවන ඝූර්ණයන්ගේ වීජ ඓක්‍යය ගැනීමෙන් බල පද්ධතිය මගින් ඇති වන මුළු ඝූර්ණය ලැබේ.

$$\curvearrowleft \tau = F_1 d_1 - F_2 d_2 - F_3 d_3$$

ඝූර්ණ පිළිබඳ මූලධර්මය

දෘඩ වස්තුවක් මත ක්‍රියාකරන ඒකතල බල පද්ධතියකට සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ඇත්නම් එම බලවල තලයෙහි වූ ඕනෑම ලක්ෂායක් වටා ඝූර්ණ වල වීජ ඡේක්‍යය එම ලක්ෂාය වටා සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ඝූර්ණයට සමාන වේ.



$$\curvearrowleft O \qquad Rd = F_1 d_1 - F_2 d_2 - F_3 d_3$$

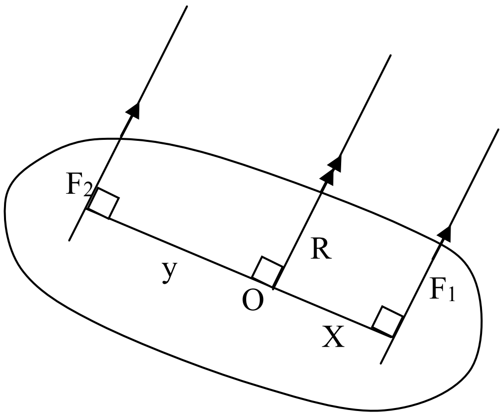
1. යම් ලක්ෂාක් වටා ඝූර්ණ ගැනීමේදී එම ලක්ෂාය තුලින් ගමන් කරන බල වල ඝූර්ණය ශුන්‍ය වේ.

2. බල පද්ධතියේ සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ක්‍රියා රේඛාව මත ලක්ෂායක් වටා ඝූර්ණ ගත් විට එම ලක්ෂාය වටා බල පද්ධතියේ ඝූර්ණ වල ඓක්‍යය ශුන්‍ය වේ.

බල පද්ධතියේ ක්‍රියා රේඛාව සෙවීම

සූර්ණ පිළිබඳ මූලධර්මය භාවිත කොට ලබා ගන්නා සමීකරණයක් ඇසුරින් සම්ප්‍රයුක්තයේ ක්‍රියා රේඛාව සෙවිය හැකිවේ.

සමාන්තර බල දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය



1. බල දෙක එකම දිශාවට යා කරන විට

සම්ප්‍රයුක්තයේ විශාලත්වය = $F_1 + F_2$

සම්ප්‍රයුක්තයේ දිශාව = F_1 හා F_2 හි දිශාව වේ

ක්‍රියා රේඛාව සෙවීම

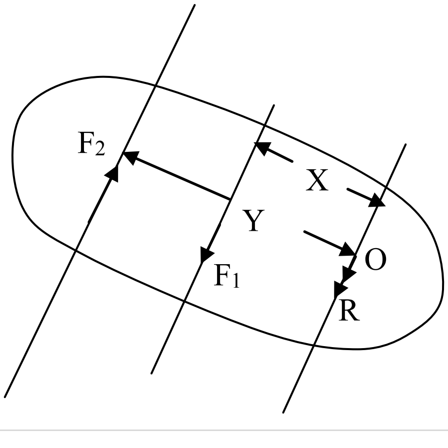
$$\overset{\curvearrowleft}{O} \quad F_1X - F_2Y = 0$$

$$F_1\,X = F_2Y$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{Y}{X}$$

ක්‍රියා රේඛාව බල අතර පිහිටන අතර ක්‍රියා රේඛාවක් බල අතර දුර බලයන්ගේ විශාලත්ව වල අනුපාතයට බෙදේ.

2. බල ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට ක්‍රියා කරන විට $(F_1 > F_2)$



විශාලත්වය $R = F_1 - F_2)$

R හි දිශාව = වැඩි බලයේ දිශාව වේ.

ක්‍රියා රේඛාව සෙවීම

O $\quad F_1X - F_{2\times}Y = 0$

$$F_1\, X = F_2 Y$$

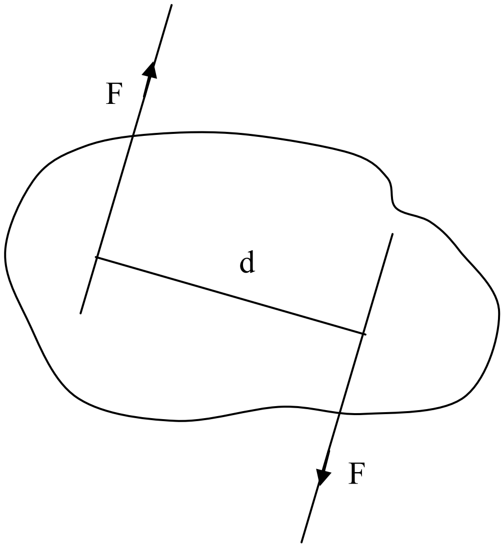
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{Y}{X}$$

සම්ප්‍රයුක්තයේ ක්‍රියා රේඛාව බලයන්ගේ ක්‍රියා රේඛා වලට පිටතින් වඩා විශාල බලයට සමීපව පිහිටයි.

බල යුග්මය

සමාන , සමාන්තර , ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශා වලට ක්‍රියා කරන, එම රේඛීය නොවන බල දෙකක් බල යුග්මයක් ලෙස හැඳින්වේ.

බල යුග්මයකට සම්ප්‍රයුක්තයක් නොමැත. එනම් බල යුග්මයක් පමණක් යටතේ වස්තුවක් සරල රේඛාවක චලිත නොවේ. නමුත් බල යුග්මයකට ඝූර්ණයක් ඇත. මේ හේතුවෙන් වස්තුව භ්‍රමණය වීමක් පමණක් සිදුවේ.



බල යුග්මය පවතින තලයේ කවර ලක්ෂ්‍යයක් වටා ඝූර්ණයක් ලබා ගත්තාද එකම ඝූර්ණයක් ලැබේ. එනම් බල යුග්මයකට නියත ඝූර්ණයක් ඇත. යුග්මයේ ඝූර්ණයේ විශාලත්වය, එන බලයක විශාලත්වයේත්, බලවල ක්‍රියා රේඛා අතර ලම්බ දුරේත් ගුණිතයෙන් ලැබේ.

බල යුග්මයේ ඝූර්ණය $\tau = Fd$

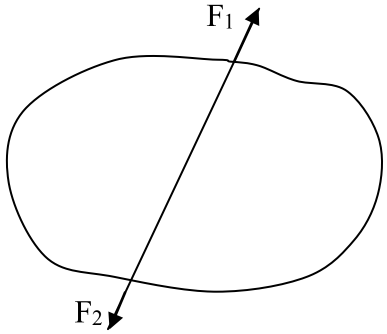
<u>දෘඪ වස්තුවක සමතුලිතතාවය</u>

යම් අවස්ථිතික රාමුවකට සාපේක්ෂව වස්තුවක් උත්තාරණ චලිතයක් (රේඛීය චලිතයක්) හෝ කෝණික චලිතයක් සිදු නොකරයි නම්, එම වස්තුව එම අවස්ථිතික රාමුවට සාපේක්ෂව සමතුලිත යයි කියනු ලබයි.

<u>ඒකතල බල පද්ධතියක් යටතේ දෘඪ වස්තුවක සමතුලිතතාවය සඳහා අවශ්‍යතා</u>

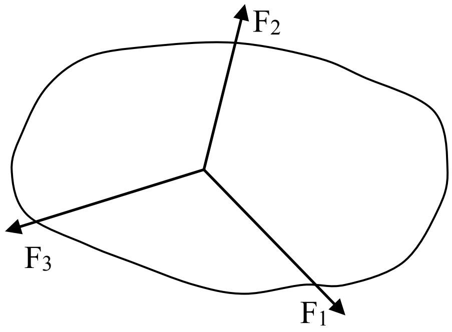
1. බල පද්ධතියේ සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශුන්‍ය විය යුතුය. එවිට රේඛීය චලිතයක් සිදු නොකරයි.
2. බල පද්ධතිය පවතින තලයේ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යක් වටා බල ඝූර්ණයන්ගේ විජ ඓක්‍යය ශුන්‍ය විය යුතුය. එවිට වස්තුව කෝණික චලිතයක් ඇති නොකරයි.

ඒකතල බල දෙකක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිත වීමට තිබිය යුතු අවශ්‍යතා



1. බල දෙකේ විශාලත්ව සමාන විය යුතුය
   $F_1 = F_2$
2. බල දෙක ඒක රේඛීය විය යුතුය

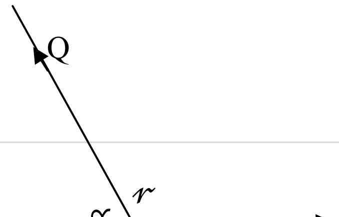
ඒකතල බල තුනක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිත වීමට තිබිය යුතු අවශ්‍යතා

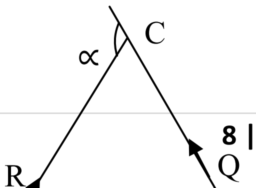


1. සමාන්තර නොවන ඒකතල බල 3ක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිත වීමට අනිවාර්යයෙන්ම එම බල එකම ලක්ෂ්‍යකදී හමුවිය යුතුය.
2. බල 3න් ඕනෑම දෙකක සම්ප්‍රයුක්තය ඉතිරි බලයට සමාන විය යුතු අතර දිශාවක් ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතුය

<u>බල තුනක සමතුලිතතාවය සඳහා ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේය</u>

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





ඒකතල තුන බල ත්‍රිකෝණය

<u>බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයයේ විලෝමය</u>

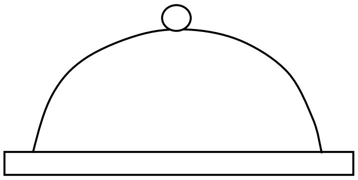
ලක්ෂ්‍යකදී ක්‍රියාකරන ඒකතල බල තුනක් සමතුලිතතාවයේ පවතී නම් එම බල තුන ත්‍රිකෝණයක අනුපිළිවලින් ගත් පාද මගින් විශාලත්වය හා දිශාව අතින් නිරූපණය කළ හැකි වේ.

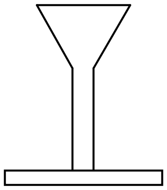
$$\frac{P}{AB} = \frac{Q}{BC} = \frac{R}{CA}$$

<u>සමතුලිතතාවයේ ස්වභාවය</u>

- අස්ථායි සමතුලිතතාවය

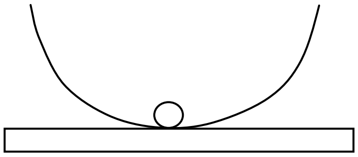
කිසියම් වස්තුවකට ඉතා කුඩා විස්ථාපනයක් දී අත හැරිය විට එය එම පිහිටීම ඉක්මවා දිගටම චලනය වේ නම්, එහි අස්ථායි සමතුලිතතාවයේ පිහිටයි.

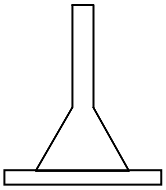




- ස්ථායි සමතුලිතතාවය

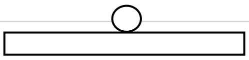
යම් වස්තුවකට ඉතා කුඩා විස්ථාපනයක් ලබාදුන් විට එය නැවත එම පිහිටීමටම පැමිණේ නම් එය ස්ථායි සමතුලිතතාවය වේ.

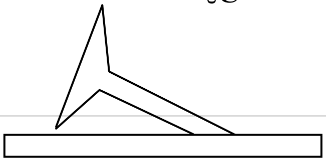




- උදාසීන සමතුලිතතාවය

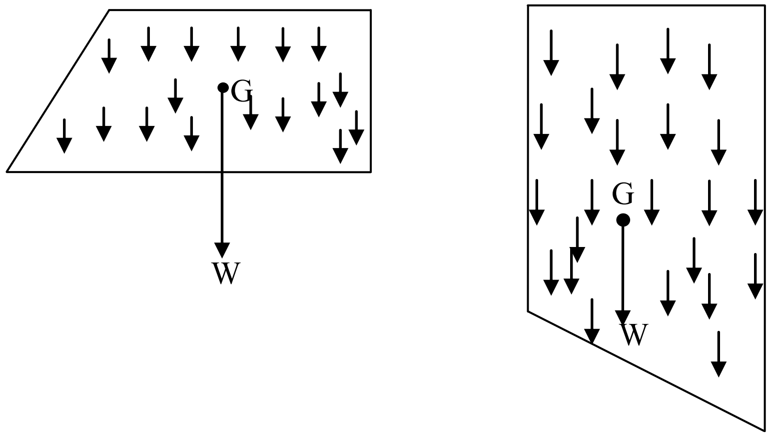
යම් වස්තුවකම සුළු විස්ථාපනයක් දී අත හැරිය විට එය නව පිහීටීමේම සමතුලිත පවතී නම් එහි සමතුලිතතාවය උදාසීන වේ.





<u>ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය</u>

ඕනෑම වස්තුවක් ඉතා කුඩා අංශු විශාල සංඛ්‍යාවකින් නිර්මාණය වී ඇතැයි සැලකිය හැක. පෘථිවියේ ආකර්ශණ බලය මඟින් මේ සෑම අංශුවක්ම පොළොව දෙසට සමාන්තර බල ලෙස ආකර්ෂණය වේ යැයි සැලකිය හැක. එම සමාන්තර බල සියල්ලෙහි සම්ප්‍රයුක්ත බලය එනම් මුළු බර ක්‍රියා කරන ලක්ෂ්‍යයක් ඇත. එම ලක්ෂ්‍යය වස්තුවේ ගුරුත්ව කෙන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වේ. වස්තුවේ පිහිටීම කුමක් වුවත් ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය වෙනස් නොවන අතර වස්තුවේ බාහිර ආකාරය අනුව වස්තුව මත හෝ ඉන් පිටත හෝ පිහිටිය හැක.

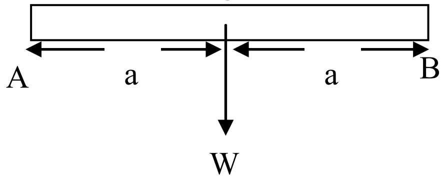


<u>ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය</u>

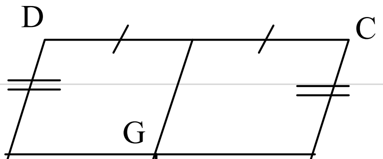
යම් වස්තුවක ස්කන්ධය සාන්ද්‍රණය වී ඇති ලක්ෂ්‍යය ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වේ. නියත ගුරුත්වජ ත්වරණයක් පවතින අවකාශයක වස්තුවක ගුරුත්ව කෙන්ද්‍රය හා ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය එකම ලක්ෂ්‍යයක් වේ. නමුත් වස්තුව පුරා සෑම ලක්ෂ්‍යයක්ම ගුරුත්වජ ත්වරණය එකම අගයක නොපවතී නම් ගුරුත්වජ කේන්ද්‍රයත්, ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයත් වෙනස් විය හැක. වස්තුවක් ප්‍රක්ෂේපය කළ විට එය චලිත වන්නේ එහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය හෝ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය සරල ජ්‍යාමිතික පථයක පිහිටන ලෙසය

<u>සමාකාර හැඩයකින් යුත් වස්තු කිහිපයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය</u>

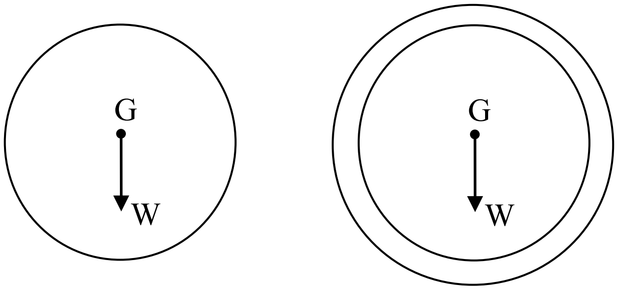
1. ඒකාකාර හරස්කඩකින් යුත් දණ්ඩක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය දණ්ඩේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයෙහි පිහිටීම.



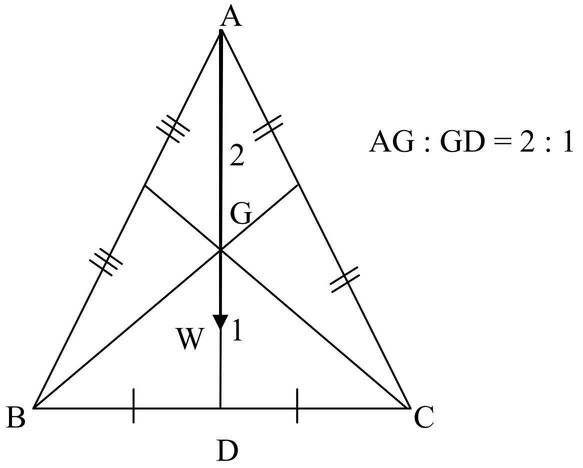
2. සමාන්තරාස්‍රාකා තුනී ඒකාකාර ආස්තරයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පාදවල මධ්‍ය ලක්ෂය යා කරන ඡේදනය වන ස්ථානයේ පිහිටා ඇත.



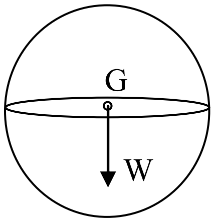
3. ඒකාකාර වෘත්තාකාර තැටියක, වෘත්තාකාර වළල්ලක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ඒවායේ කේන්ද්‍රයේ පිහිටයි.



4. ඒකාකාර ත්‍රිකෝණාකාර අස්තරයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පාදවල මධ්‍යස්ථ යා කරන රේඛා ඡේදනය වන ස්ථානයේ පිහිටයි.

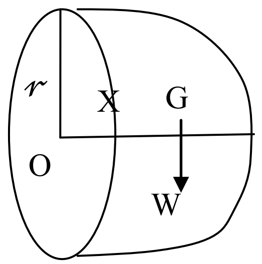


5. ඒකාකාර ඝන ගෝලයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය එහි කේන්ද්‍රයේ පිහිටයි.



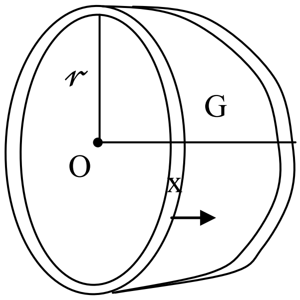
6. ඝන හෝ කුහර සිලින්ඩරයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය සිලින්ඩරයේ, අක්ෂයෙහි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයෙහි පිහිටයි.

7. ඝන අර්ධ ගෝලයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය එහි කේන්ද්‍රයේ සිට $\frac{3r}{8}$ දුරින් පිහිටයි.



$OG = x = \frac{3}{8}r$

8. ඒකාකාර කුහර අර්ධ ගෝලයක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ගෝලයේ කේන්ද්‍රයේ සිට $\frac{r}{2}$ දුරින් පිහිටයි.



$OG = x = \frac{1}{2}r$

<u>සීමාකාරී සමතුලිතතා</u>

කිසියම් සමතුලිතතාවයක් බිඳවැටී චලනයක් ඇති වීමට ඉතා ආසන්නව පවතී නම් එය සීමාකාරී සමතුලිතතාවයක් ලෙස හැඳින්වේ.

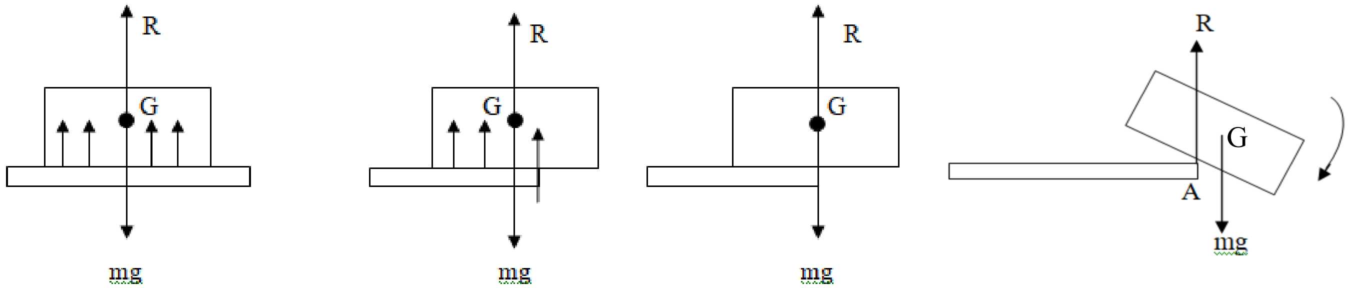
වස්තුවක සමතුලිතතාවය බිඳවැටිය හැකි ක්‍රම දෙකකි.

01.භ්‍රමණය වී පෙරළී යාමෙන් සමතුලිතතාවය බිඳවැටීම.

02.ලිස්සා යාමෙන් සමතුලිතතාවය බිඳ වැටීම.

නොයෙක් ආකාරයේ පද්ධති නොයෙක් ආකාරයෙන් පෙරළී යාමෙන් සමතුලිතතාවය බිඳ වැටිය හැක.එවැනි වස්තු පිළිබඳ ගැටළු විසඳීමේදී වස්තුව පෙරලෙන්නේ කෙසේද?පෙරලෙන්නේ කවර ලක්ෂායක් හෝ දාරයක් වටාද? එසේ පෙරලෙන්නට ආසන්න සීමාවේදී පරිසරයෙන් එය මත ක්‍රියාත්මක වන බල පද්ධතිය කවර ආකාරදැයි හඳුනාගත යුතුයි.මෙසේ සීමාකාර සමතුලිතතාවය සඳහා බල ලකුණු කොට තවමත් වස්තුව සමතුලිතතාවයේ ඇතැයි සලකා විභේදනය කිරීමෙනි හෝ සූර්ණ ගැනීමෙන් ගැටළුව විසඳා ගත යුතු ය.

උදා:- 01

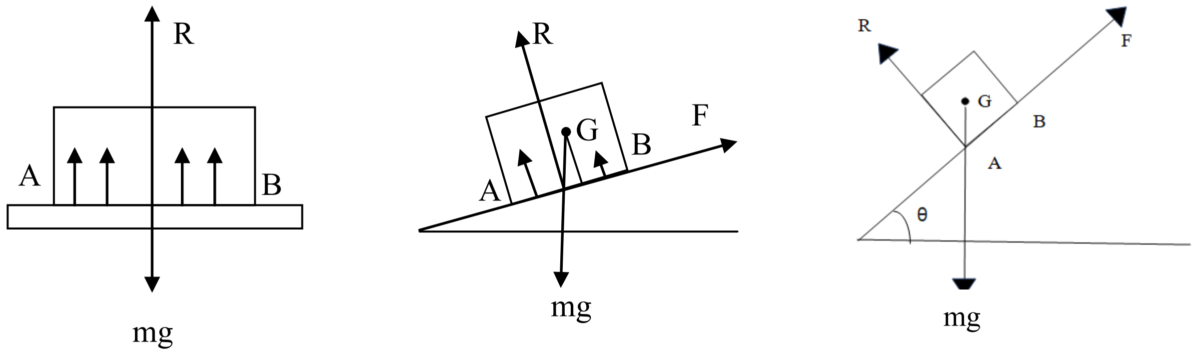


සීමාකාරී අවස්ථාව

(1) (2) (3)

පෙරලීම

(4)

උදා :- 02

රළු ලෑල්ලක් මත තබා ඇති ඒකාකාර සිලින්ඩරාකාර වස්තුවක් ලෑල්ලක් සමඟ තිරසට ආනත කර ගෙන යන්නේ යැයි සිතමු. මෙහිදී වස්තු හා ලෑල්ල අතර සර්ෂණ බලය පොදු පෘෂ්ඨය දිගේ ඉහළට ක්‍රියා යැයි සිතමු. වස්තුව පෙරළෙන තෙක් නොලිස්සීමට තරම් සීමාකාරී සර්ෂණ බලය සෑහෙන්නේ යැයි ද සිතමු.