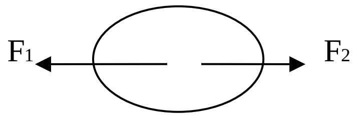
යාන්ත්‍ර විද්‍යාව Grade 12

2.4 ඒක තල බල පද්ධතියක සමතුලිතතාව

වස්තුවක් මත ක්‍රියා කරන බල පද්ධතියක ට සම්ප්‍රයුක්තයක් නොපවතින විට එනම් එම බල වල ක්‍රියාව යටතේ වස්තුව නිශ්චල ව පවතින විට එය සමතුලිතතාවයේ පවතී යයි කියනු ලැබේ. සමතුලිත බල පද්ධතියක සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ විශාලත්වය ශුන්‍ය වේ.

(a) බල දෙකක් යටතේ වස්තුවක සමතුලිතතාවය



F_1 හා F_2 බල යටතේ ඉහත වස්තුව සමතුලිත වීමට,

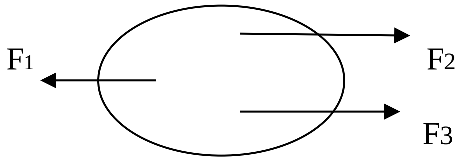
I. $F_1 = F_2$ විය යුතුය.
II. F_1 හා F_2 දිශාවෙන් ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතුය.
III. බල දෙකේ ක්‍රියා රේඛා එකම විය යුතුය.

එවිට සම්ප්‍රයුක්තය $R=0$ වේ.

(b) බල තුනක් යටතේ වස්තුවක සමතුලිතතාවය

බල තුනක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිත වීමට, එම බල තුන අනිවාර්යෙන්ම ඒක තල බල තුනක් විය යුතුය.

1.බල තුන එකිනෙකට සමාන්තර අවස්ථාව

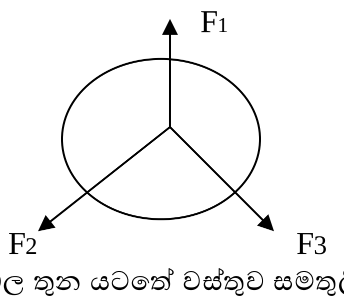


($F_1 > F_2$ හා $F_1 > F_3$ වේ)

මෙම බල තුන යටතේ වස්තුව සමතුලිත වීමට,

I. $F_1 = F_2 + F_3$ විය යුතුය.
II. F_2 හා F_3 බල වල ක්‍රියා රේඛා අතර F_1 හි ක්‍රියා රේඛාව පැවතිය යුතුය.

2.බල තුන එකිනෙකට සමාන්තර නොවන විට, (ආනත අවස්ථාව)



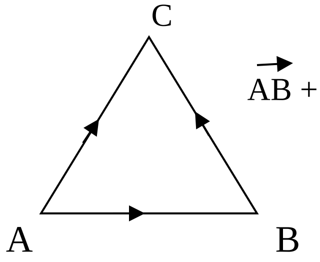
මෙම බල තුන යටතේ වස්තුව සමතුලිත වීමට ,

I. බල තුන එක් නිශ්චිත ලක්ෂයක දී හමු විය යුතුය.
II. බල පද්ධතිය, බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයයේ විලෝමය තෘප්ත කළ යුතුයි.

III. විශාල බලයේ විශාලත්වය කුඩා බල දෙකේ විශාලත්ව වල එකතුවට වඩා කුඩා විය යුතුය.
(විශාල බලය F_3 නම් , $F_3 < F_1 + F_2$)

- **බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයය**

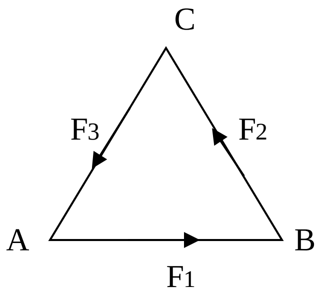
බල දෙකක් ත්‍රිකෝණයක පාද දෙකක් මගින් විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් නිරූපණය වන විට එම බල දෙකේ සම්ප්‍රයුක්තය ඉතිරි පාදය මගින් විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් නිරූපණය වේ.



$$\vec{AB} + \vec{BC} = \vec{AC}$$

- **බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයයේ විලෝමය**

ඒක තල බල තුනක් විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් ත්‍රිකෝණයක පාද තුන මගින් එකම චක්‍රීය දිශාවකට නිරූපනය වේ නම් එම බල තුන සමතුලිතතාවයේ පවතී.එවිට යම් බලයක බලයක විශාලත්වය එම බලය නිරූපණය කරන ත්‍රිකෝනයේ පාදයේ දිගට දරන අනුපාතය නියත අගයක් ගනී.

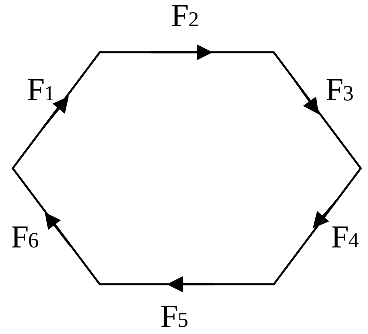


$$\frac{F1}{AB} = \frac{F2}{BC} = \frac{F3}{CA}$$

(c) ඒක තල බල පද්ධතියක සමතුලිතතාවය

1.බල බහුඅස්‍ර ක්‍රමය

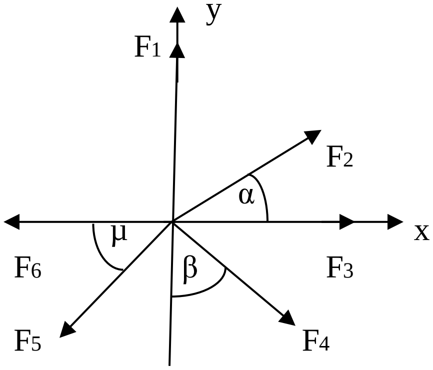
ඒක තල බල පද්ධතියක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිතතාවයේ පවතින විට එම එක් එක් බලය විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් බහු අස්‍රයක පාද මගින් අනුපිළිවෙළින් නිරූපනය කළ හැක.



$F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 = 0$

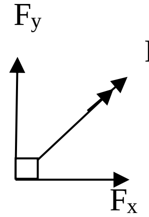
2.බල විභේදන ක්‍රමය

ඒක තල බල සමූහයක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිතතාවයේ පවතින විට,
එකින් එකට ලම්බ දිශා දෙකක් ඔස්සේ සියලු බල විභින්න සංරචක (විභේදන) වල වීජ එකතුව ශුන්‍ය විය යුතුය.



↑ $F_y = F_1 + F_2 \sin\alpha - F_4 \cos\beta - F_5 \sin\mu$

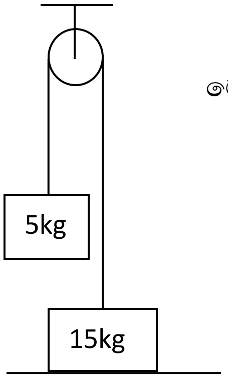
→ $F_x = F_2 \cos\alpha + F_3 + F_4 \sin\beta - F_5 \cos\mu - F_6$



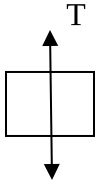
$R^2 = Fx^2 + Fy^2$

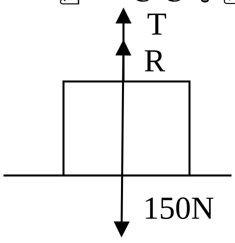
$R = 0$ වීමට, $Fx = 0$ හා $Fy = 0$ විය යුතුය.

Eg 1 :රූපයේ පරිදි දෙකෙළවර 5 kg හා 15 kg භාර ඇඳූ සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක් සුමට කප්පියක් මතින් ගමන් කරවා ඇත. 15 kg වස්තුව පොළොව මත ඇති අතර එය මත පොළොවෙන් ඇති කරන ප්‍රතික්‍රියාව සොයන්න.



මෙය විසඳීම සඳහා වෙන වෙනම වස්තු මත සියලුම බල ලකුණු කරන්න.





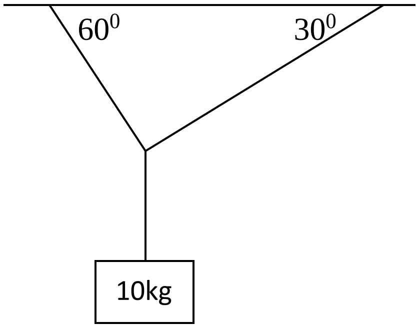
සමතුලිතතාවය ට , $T = 50N$

සමතුලිතතාවය ට , $T + R = 150$

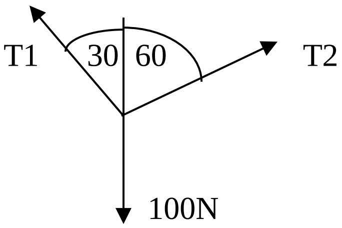
$50 + R = 150$

$R = 100\ N$

Eg 2 : රූපයෙ පරිදි සිවිලිමක තන්තු තුනක් මගින් 10 kg ක භාරයක් එල්ලා ඇත. තන්තුවල ආතති ගණනය කරන්න.



1 ක්‍රමය :   බල විභේදන ක්‍රමයෙන්



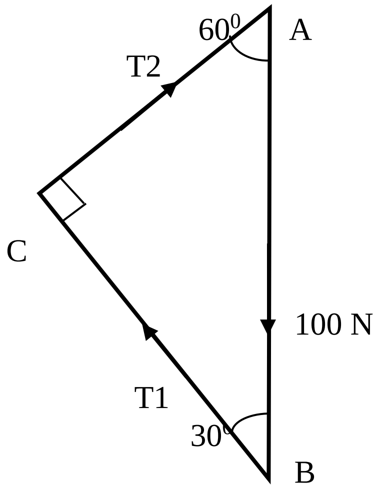
සමතුලිතතාවය ට ,

$\uparrow$ $T1 \cos 30^0 + T2 \cos 60^0 = 100$ —— **1**

$\rightarrow$ $T1 \sin 30^0 = T2 \sin 60^0$ —— 2

1 හා 2 මගින් $T1 = 86.6$ N
$T2 = 50$ N

2 ක්‍රමය : බල ත්‍රිකෝණ ක්‍රමයෙන්



මෙය සෘජුකෝණී ත්‍රිකෝණයක් බව පැහැදිලි ය.

ත්‍රිකෝනයේ AB පාදයේ දිග x නම්,

$BC = x \text{ COS } 30^0$

$CA = x \text{ SIN } 30^0$

බල ත්‍රිකෝණ ප්‍රමේයයේ විලෝමයට අනුව,

$$\frac{100}{AB} = \frac{T1}{BC} = \frac{T2}{CA}$$

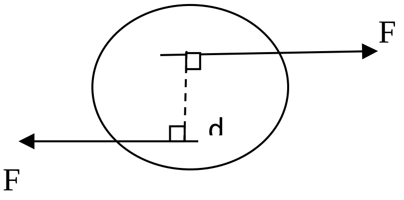
$$\frac{100}{x} = \frac{T1}{x \cos 30^0} = \frac{T2}{x \sin 30^0}$$

$T1 = 100\cos30^0$ $\quad$ $T2 = 100\sin30^0$

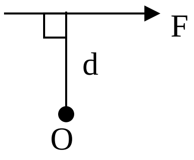
$T1 = 86.6$ N $\quad$ $T2 = 50$ N

බල සමතුලිතතාවය හා බල ඝූර්ණය

යම්කිසි බල සමූහයක් යටතේ වස්තුවක් සමතුලිතව පැවතීමට බල සම්ප්‍රයුක්තය ශුන්‍ය වීමට අමතරව වස්තුව භ්‍රමණ චලිතයකට භාජනය නොවීම ද අත්‍යවශ්‍ය කරුණකි.



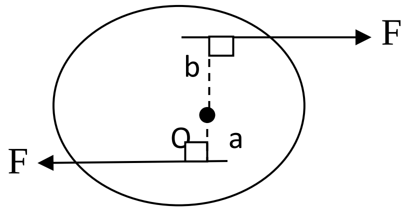
රූපයේ ආකාරයට වස්තුවක් මත එකිනෙකට සමාන ප්‍රතිවිරුද්ධ බල දෙකක් ක්‍රියා කරන විට දී, එනම් එකම ක්‍රියා රේඛාවක බල දෙක නොපිහිටන විටදී බල සම්ප්‍රයුක්තය $R = 0$ වුවද වස්තුව භ්‍රමණ චලිතයකට භාජනය වේ. එම භ්‍රමණයේ විශාලත්වය බල ඝූර්ණය හෙවත් ව්‍යාවර්තය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.



O ලක්ෂයේ සිට F බලයකට ලම්බ දුර d විට,
O වටා එම බලයේ ඝූර්ණය

$C = F \times d$ වේ. ඒකක : N m මාන : ML^2T^{-2}

බල යුග්මයක ඝූර්ණය

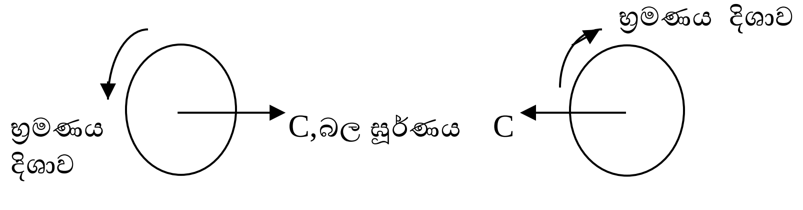


රූපයේ ආකාරයට සමාන ප්‍රතිවිරුද්ධ බල දෙකක් එකම ක්‍රියා රේඛාවක නොපිහිටන විට බල යුග්මයේ ඝූර්ණය,

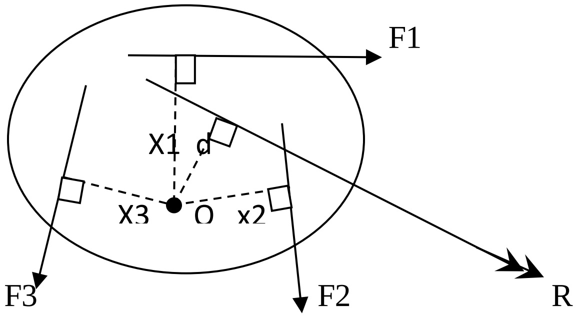
$$C = F \times a + F \times b$$
$$C = F\,(a+b)$$

එනම්, C = තනි බලයක බලයක විශාලත්වය × බල දෙක අතර ලම්බ දුර

බල ඝූර්ණයේ දිශාව දකුණත් කස්කුරුප්පු නීතිය මඟින් දෙනු ලැබේ.



- ➢ සමතුලිත නොවන බල පද්ධතියක් මත තෝරාගත් ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා යම් දිශාවකට වූ (වාමාවර්ත හෝ දක්ෂිණාවර්ත) එක් එක් බලයේ ඝූර්ණ වල වීජ ඓක්‍යය, එම ලක්ෂය වටා එම දිශාවට වූ සම්ප්‍රයුක්තයේ ඝූර්ණයේ විශාලත්වයට සමාන වේ.



O වටා ,

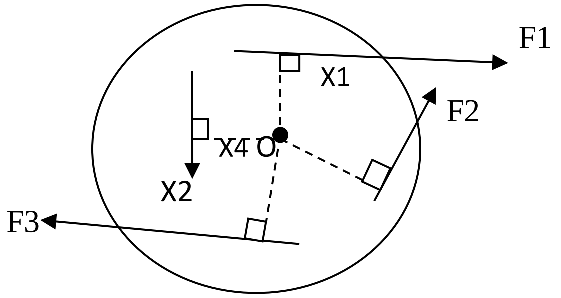
$$C = F1\times x_1 + F2\times x_2 - F3\times x_3$$

$$C = R\times d$$

$$R\times d = F1\times x_1 + F2\times x_2 - F3\times x_3$$

- **සූර්ණ මූලධර්මය**

සමතුලිතතාවයේ පවතින බල පද්ධතියක ඕනෑම ලක්ෂායක් වටා යම් දිශාවක් ඔස්සේ වූ බල සියල්ලේ සූර්ණ වල වීජීය එකතුව ශූන්‍ය වේ.



O වටා , $C = F1\times x_1 - F2\times x_2 + F3\times x_3 - F4\times x_4 = 0$

$$F1\times x_1 + F3\times x_3 = F2\times x_2 + F4\times x_4$$

එනම්, සමතුලිත විට, දක්ෂිණාවර්ත බල සූර්ණය = වාමාවර්ත බල සූර්ණය

- **සාරාංශය**

බල කිහිපයක ක්‍රියාව යටතේ වස්තුවක් සමතුලිතතාවයේ පැවතීමට අවශ්‍යතා දෙකකි.

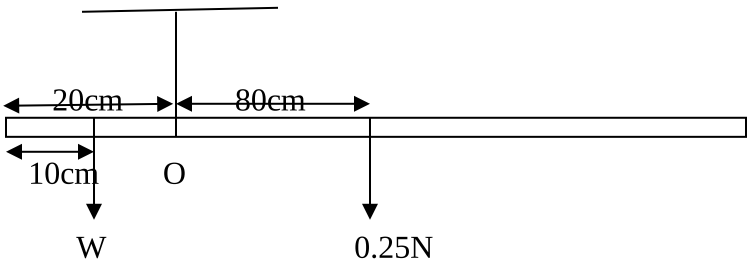
1.බල සම්ප්‍රයුක්තය ශූන්‍ය වීම.

(මෙමගින් උත්තාරණ චලිතයක් සිදු නොවන බව තහවුරු වේ)

2.ඕනෑම ලක්ෂායක් වටා බල සියල්ලේ සූර්ණවල වීජ ඓක්‍යය ශූන්‍ය වීම.

(මෙමගින් භ්‍රමණ චලිතයක් සිදු නොවන බව තහවුරු වේ)

Ex 3 : දිග 2m හා ස්කන්ධය 25g වන ඒකාකාර දණ්ඩක් එහි කෙළවරක සිට 20cm ක් දුරින් පිහිටි ලක්ෂයකින් එල්වා ඇත. එම ලක්ෂායේ සිට 10cm ක් දුරින් දණ්ඩේ කෙටි බාහුවෙහි භාරයක් එල්ලූ විට දණ්ඩ තිරස් ලෙස සමතුලිත වේ. එල්ලූ භාරයෙහි අගය කොපමණද?



සමතුලිතතාවය ට ,

O වටා ,

$$W \times 10 = 0.25 \times 80$$

$$W = 2.00N$$

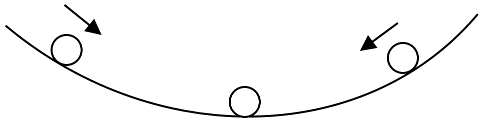
සමතුලිතතාවයේ අවස්ථා

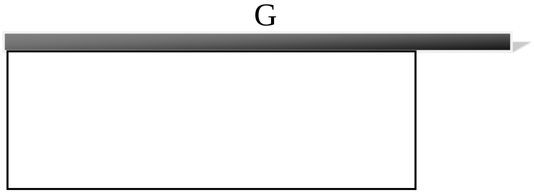
යම් පෘෂ්ඨයක් මත පවතින වස්තුවක් සමතුලිතව පැවතිය හැකි අවස්ථා තුනකි.

1.ස්ථායී සමතුලිතතාවය

වස්තුවක් කුඩා විස්ථාපනයකට ලක්කළ විට මොහොතකට පසු එය නැවත මුල් පිහිටුමට පැමිණෙන්නේ නම් වස්තුව ස්ථායි සමතුලිතතාවයේ පවතී.

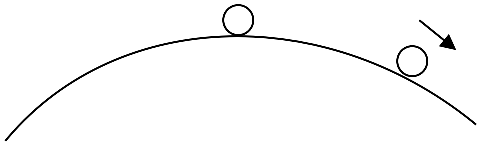
එනම් විභව ශක්තිය නියතව පවතින අතර පිහිටුමද වෙනස් නොවේ.

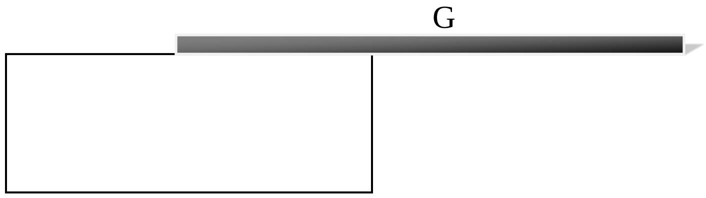




2.අස්ථායී සමතුලිතතාවය

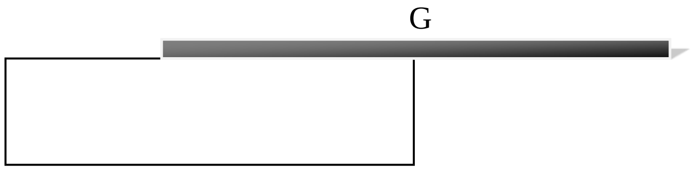
වස්තුවක් කුඩා විස්ථාපනයකට ලක්කළ විට එහි පිහිටීම වෙනස්වේ නම් හා එහි ගැබ් වී ඇති විභව ශක්තිය අඩු වේ නම් එය අස්ථායී සමතුලිතතාවයේ පවතී.





3.උදාසීන සමතුලිතතාවය

කුඩා විස්ථාපනයකට ලක්කළ වස්තුවක පිහිටීම වෙනස් වුවත් එහි විභව ශක්තිය වෙනස් නොවේනම් එම වස්තුව උදාසීන සමතුලිතතාවයේ පවතී.



ප්‍රායෝගික පරීක්ෂණය

- බල සූර්ණ මූලධර්මය භාවිතයෙන් අඥාත ස්කන්ධයක අගය සෙවීම. (ලීවර මූලධර්මය)

(ප්‍රායෝගික පරීක්ෂණ සිසු අත්පොත පරිශීලනය කරන්න.)

Prepared by,
Thanuja Egodawatta
Rajasinghe Central College, Ruwanwella