Explore the World with a New Vision...

Advanced Level Examination

PHYSICS

MECHANICS

යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

Unit 02
Part VIII

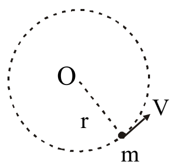
සැකසුම : සමිත රත්නායක

වෘත්ත චලිතය [Circular motion]

වස්තුවක් තමාට පරිබාහිරව පිහිටි ලක්ෂයක් / අක්ෂයක් වටා සිදු කරන චලිතය වෘත්ත චලිතයක් ලෙස හැඳින්වේ.

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය [Centripetal force]

රූපයේ දැක්වෙන්නේ කේන්ද්‍රය O හා අරය r වූ වෘත්ත පථයක v වේගයෙන් ගමන් ගන්නා m ස්කන්ධයෙන් යුත් අංශුවකි.



වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,

$$F = \frac{mV^2}{r}$$

මින් පැහැදිලි වන්නේ මෙම වෘත්ත චලිතයේ යෙදෙන අංශුව මත වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට $\frac{mV^2}{r}$ ට සමාන විශාලත්වයකින් යුත් අසමතුලිත බාහිර බලයක් පැවතිය යුතු බවයි. මෙම බලය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය ලෙස හැඳින්වේ.

- 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.

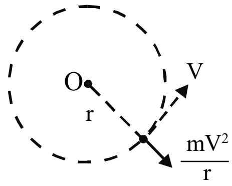
  iii. + ආරෝපිත න්‍යෂ්ටිය වටා – ආරෝපිත ඉලෙක්ට්‍රෝන වල ආසන්න වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයෙනුයේ විද්‍යුත් ආකර්ෂණය මගිනි.

- ඉහත වෘත්ත චලිතයේ යෙදෙන වස්තුවට වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට ත්වරණයක් පැවතිය යුතු බවත් එහෙයින් වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට අසමතුලිත බාහිර බලයක් (කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය) පැවතිය යුතු බවත් දකින්නේ වෘත්ත චලිතයට සහභාගි නොවී පිටත සිට ඒ දෙස බලා සිටින නිරීක්ෂකයෙකි. මෙබඳු නිරීක්ෂකයෙක් සිටින්නේ අවස්ථිති රාමුවක බැවින් කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය අවස්ථිති රාමුවලට සාපේක්ෂව යෙදෙන්නකි.

- කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය යනු බර, ආතතිය, ඝර්ෂණ බලය වැනි වස්තුවක් මත ලකුණු කරන බලයක් නොවේ. කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය යනු වස්තුව මත ක්‍රියා කරන සියලු බාහිර බල මගින් වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට ඇති කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය හැඳින්වෙන නමයි.

කේන්ද්‍රාපසාරී බලය [Centrifugal force]

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලයට විශාලත්වයෙන් සමාන වූත් වෘත්ත කේන්ද්‍රයෙන් ඉවතට පිහිටන්නා වූත් බලය, කේන්ද්‍රාපසාරී බලය ලෙස හැඳින්වේ.

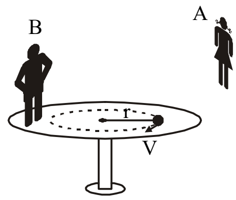


- කේන්ද්‍රාපසාරී බලය දැනෙන්නේ වෘත්ත චලිතයේ යෙදෙන්නාට පමණි. වෘත්ත චලිතයේ යෙදෙන්නා අවස්ථිති නොවන රාමුවක සිටින්නෙකි. එබැවින් කේන්ද්‍රාපසාරී බලය අවස්ථිති නොවන රාමුවලට සාපේක්ෂව යෙදෙන්නකි.
- කේන්ද්‍රාභිසාරී හා කේන්ද්‍රාපසාරී බල එකම වස්තුවක් මත ක්‍රියා කරන බැවින් ඒවා නිව්ටන්ගේ තුන්වන නියමයේ එන "ක්‍රියා - ප්‍රතික්‍රියා" ගණයට නොවැටේ.

අවස්ථිති / අවස්ථිති නොවන රාමුවලට සාපේක්ෂව නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමය යෙදීම

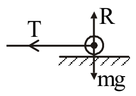
[Applying Newton's second law ralative to inertial and non-inertial frames]

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.

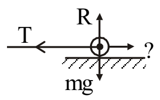
A (අවස්ථිති රාමුව / inertial frame)



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 මගින් මෙම බලය සැපයේ.

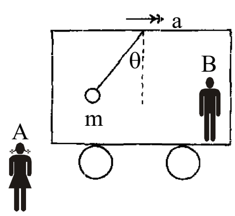
B (අවස්ථිති නොවන රාමුව / non - inertial frame)



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.

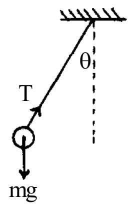
B ට අනුව m මත වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසටද ත්වරණයක් නොපවතී. (එකම රාමුවේ සිටින බැවින්) එබැවින් එම දිශාවට බාහිර අසමතුලිත බලයක් නො පැවතිය යුතුය. මෙම තත්ත්වය පහදා දීමට නම් T තුලනය වන බලයක් (කේන්ද්‍ර අපසාරී බලය?) සැලකීමට Bට සිදුවේ.

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.

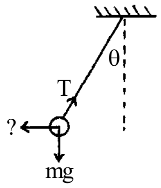
A (අවස්ථිති රාමුව / inertial frame)



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 මඟින් පහදා දීමට A ට හැකිය.

B (අවස්ථිති නොවන රාමුව / non - inertial frame)



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

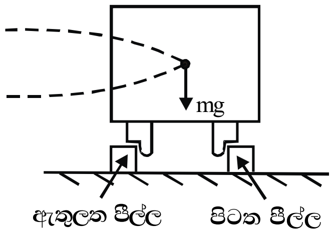
B ට අනුව m මත තිරස් දිශාවටද ත්වරණයක් නොමැත. මෙම තත්ත්වය නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමයට අනුව පහදා දීමට නම් $T \sin\theta$ තුලනය වන "යම් බලයක්" සැලකීමට B ට සිදුවේ.

- අවස්ථිති රාමුවලට සාපේක්ෂව නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමය සැමවිටම සත්‍ය වේ. එහෙත් අවස්ථිති නොවන රාමුවකට සාපේක්ෂව නිවැරදි ප්‍රතිඵල ලබා ගැනීම සඳහා එම රාමුවට පමණක් දැනෙන කේන්ද්‍රාපසාරී බල වැනි අදෘශ්‍යමාන බල විශේෂයෙන් සැලකිල්ලට ගත යුතුය.

තිරස් වෘත්තාකාර පථයක දුම්රියක චලිතය

[Motion of a train on a level circular road]

මෙහිදි වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය ලබා ගත හැක්කේ අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාවෙනි. මේ සඳහා පිටත පීල්ලට, දුම්රියේ රෝද අනවශ්‍ය ලෙස තෙරපේ. මෙය වළක්වා ගැනීමට වංගුවකදී ② වන රූපයේ දැක්වෙන පරිදි පිටත පීල්ල, ඇතුලත පීල්ලට වඩා මදක් ඉහලින් රඳවනු ලැබේ.



① රූපය

වංගුවේ කේන්ද්‍රය දෙසට $F = ma$ යෙදීමෙන්

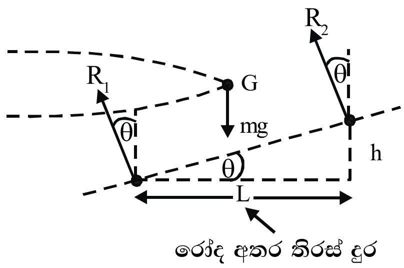
$$(R_1 + R_2)\sin\theta = \frac{mV^2}{r} \quad \text{——— ①}$$

සිරස් බල සමතුලිතතාව සැලකීමෙන්,

$$(R_1 + R_2)\cos\theta = mg \quad \text{——— ②}$$

$$\frac{①}{②} \quad \tan\theta = \frac{V^2}{rg}$$

$$\frac{h}{L} = \frac{V^2}{rg}$$

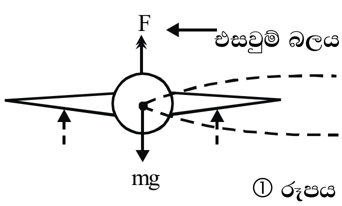


② රූපය

තිරස් වෘත්තාකාර පථයක ගුවන් යානයක චලිතය

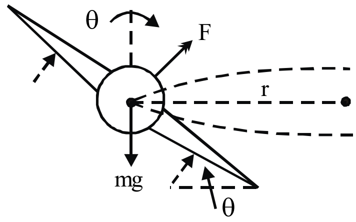
[Motion of a airplane on a horizontal circular path]

මෙහිදී වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය ලබා ගත හැක්කේ තටු මත ඇතිවන එසවුම් බලයෙනි. එබැවින් ① රූපයේ දැක්වෙන පරිදි තටු පවත්වා ගනිමින් වක්‍ර පථයක ගමන් කිරීමට ගුවන් යානයට නොහැකිය. එම තටු ② රූපයේ දැක්වෙන පරිදි තිරසට යම් කෝණයක් (θ) ආනත කල යුතුය.



① රූපය

වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,



② රූපය

$$F \sin\theta = m\frac{V^2}{r} \quad \text{——} ①$$

සිරස් බල සමතුලිතතාව සැලකීමෙන්,

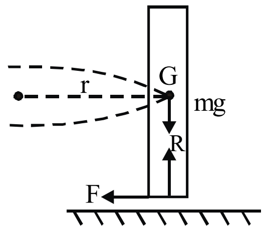
$$F \cos\theta = mg \quad \text{——} ②$$

$$\frac{①}{②} \quad \tan\theta = \frac{V^2}{rg}$$

තිරස් වක්‍ර මාර්ගයක පා පැදියක/යතුරු පැදියක චලිතය

[Motion of a cycle on a level circular road]

රූපයේ දැක්වෙන්නේ පදින්නාද සමඟ මුළු ස්කන්ධය m වූ සයිකලයක් අරය r වූ තිරස් වංගුවක v වේගයෙන් ගමන් ගන්නා අවස්ථාවකි.



R යනු රෝද දෙකම මත ක්‍රියා කරන අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවල සම්ප්‍රයුක්තයයි. සයිකලය මාර්ගයෙන් ඉවතට ලිස්සීමට දරන ප්‍රයත්නයේදී ඊට එරෙහිව හට ගන්නා පාර්ශ්වික ඝර්ෂණ බලය F මගින් දැක්වේ. මෙය ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලයකි.

වංගුවේ කේන්ද්‍රය දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,

$$F = m\frac{V^2}{r} \quad \text{——} ①$$

සිරස් බල සමතුලිතතාව සැලකීමෙන්

$$R = mg \quad \text{——} ②$$

① සමීකරණයෙන් පෙනෙන පරිදි සයිකලයට වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සපයන්නේ පාර්ශ්වික ඝර්ෂණ බලයෙන් පමණි. තවද ① සමීකරණයෙන් පෙනෙන පරිදි V වැඩි වන විට F වැඩිවේ. F වැඩි වීම යනු සයිකලය මාර්ගයෙන් ඉවතට ලිස්සීමේ ප්‍රවණතාව වැඩි වීමයි. නොලිස්සා ගමන් කල හැකි උපරිම වේගයේදී මෙම ඝර්ෂණ බලය, සීමාකාරී ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලය බවට පත් වේ.

මෙවිට $F = \mu R$

① න් $\mu R = m\frac{V^2}{r}$ මෙහි μ යනු රෝද හා මාර්ගය අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකයයි.

② න් $\mu mg = m\frac{V^2}{r}$

$$V = \sqrt{\mu rg}$$

ඉහත ලැබී ඇත්තේ අරය r වන තිරස් වංගුවක සයිකලයකට නොලිස්සා ගමන් කල හැකි උපරිම වේගයයි.

$V > \sqrt{\mu rg}$ නම් සයිකලය ලිස්සයි.

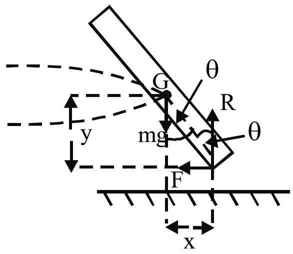
$V^2 > \mu rg$ නම් සයිකලය ලිස්සයි.

$\frac{V^2}{rg} > \mu$ නම් සයිකලය ලිස්සයි.

මින් පෙනී යන්නේ අරය r වන තිරස් වංගුවක සයිකලයක් නොලිස්සා ගමන් කිරීමට නම් රෝද හා මාර්ගය අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකයට පැවතිය යුතු අවම අගය (μ_{min})

$\mu_{min} = \frac{V^2}{rg}$ මගින් ලබා දෙන බවයි.

ඉහත රූපයේ ආකාරයට සයිකලය සිය තලය සිරස්ව තබා ගනිමින් වංගුවේ ගමන් කිරීමට උත්සාහ කල හොත් ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය වටා F මගින් ඇති කරන ඝූර්ණය තුලනය නොවන බැවින් සයිකලය වංගුවෙන් ඉවතට පෙරලෙනු ඇත. මෙය වළක්වා ගැනීමට පහත පරිදි සයිකලය වංගුව දෙසට මදක් ඇල කල යුතුය.



සයිකලය සිරසට θ කෝණයක් ආනතව තබා ගනිමින් නොපෙරලී ගමන් කරන්නේ යැයි සිතමු. මෙවිට ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය වටා සූර්ණ සංතුලනය විය යුතුය.

$$\overset{\curvearrowright}{\tau_G} = 0$$

$$F \times y = R \times x \quad \text{③} \qquad \text{මෙහි} \quad \frac{x}{y} = \tan\theta$$

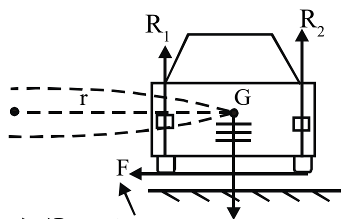
$$\frac{F}{R} = \tan\theta$$

$$\frac{mV^2/r}{mg} = \tan\theta \rightarrow V = \sqrt{rg\tan\theta}$$

- සෛද්ධාන්තිකව tan θ ට අනන්තය දක්වා වැඩි විය හැකි බැවින් V ට ද අනන්තය දක්වා වැඩි විය හැකිය. එබැවින් නොපෙරළී යා හැකි උපරිම වේගයට සෛද්ධාන්තිකව සීමාවක් පැනවිය නොහැකිය.
- නොලිස්සා යා හැකි උපරිම වේගයේදී ඉහත ③ හි F සඳහා $F = \mu R$ ආදේශ කළ හැකිය.

තිරස් වක්‍ර මාර්ගයක මෝටර් රථයක චලිතය
[Motion of a cycle on a banked circular road]

රූපයේ දැක්වෙන්නේ මුළු ස්කන්ධය m වූ මෝටර් රථයක් V වේගයෙන් අරය r වූ තිරස් වංගුවක ගමන් ගන්නා ආකාරයයි.



වංගුවේ කේන්ද්‍රය දෙසට $F = ma$ යෙදීමෙන්,

$$F = m\frac{V^2}{r} \quad \text{①}$$

සිරස් බල සමතුලිතතාව සැලකීමෙන්,

$$R_1 + R_2 = mg \quad \text{②}$$

වංගුවෙන් ඉවතට නොලිස්සා ගමන් කල හැකි උපරිම වේගයේදී $F = \mu R$ යෙදීමෙන්,

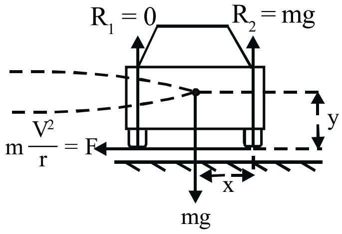
$$\text{① න්} \quad \mu(R_1 + R_2) = m\frac{V^2}{r}$$

$$\text{② න්} \quad \mu mg = m\frac{V^2}{r}$$

$$V = \sqrt{\mu rg}$$ ← වංගුවෙන් ඉවතට නොලිස්සා ගමන් කළ හැකි උපරිම වේගය

$$\mu_{min} = \frac{V^2}{rg}$$ ← වංගුවෙන් ඉවතට නොලිස්සා ගමන් කිරීමට රෝද හා මාර්ගය අතර පැවතිය යුතු ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකයේ අවම අගය

පෙරලීමට ආසන්නතම අවස්ථාවේදී,



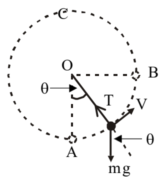
$$\overset{\curvearrowright}{\tau_G} = 0$$

$$F \times y = R_2 \times x$$

$$m\frac{V^2}{r}y = mg \times x$$

$$V = \sqrt{\frac{rgx}{y}}$$ ← නොපෙරළී ගමන් කල හැකි උපරිම වේගය

සිරස් වෘත්ත චලිතය (Motion in a vertical circle)



O දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,

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

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

$\theta = 0$ [A]

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

$\theta = 90^0$ [B]

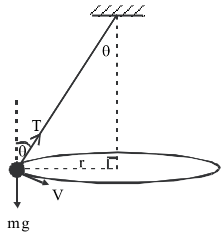
$T_{90} = \frac{mv^2}{r}$

$\theta = 180^0$ [C]

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

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

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



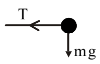
F = ma යෙදීමෙන්,

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

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

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

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



එවිට mg තුලනය කිරීමට බලයක් නොමැති බැවිනි.

අභ්‍යාස

01. සමකය මත දී කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය, ගුරුත්වජ ත්වරණයට සමාන වන පරිදි පෘථිවියේ භ්‍රමණ වේගය ඉහළ ගියේ නම්, "දවසක" කාලය කොපමණ වනු ඇත්ද? පෘථිවියේ අරය $6400\ km$ වේ.

02. ඩියුටීරියම් න්‍යෂ්ටියක් අරය $0.48\ m$ වන වෘත්තාකාර මාර්ගයක ආලෝකයේ ප්‍රවේගය මෙන් 10% වූ ප්‍රවේගයකින් ගමන් කිරීමට අංශු ත්වරකයක් තුල සලස්වා ඇත. ඩියුටීරියම් න්‍යෂ්ටියේ වෘත්තාකාර මාර්ගය පවත්වා ගනුයේ, චුම්බක බලයක් මගිනි. මෙම බලයේ විශාලත්වය කොපමණද ? (ආලෝකයේ ප්‍රවේගය $= 3 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ ඩියුටීරියම් න්‍යෂ්ටියේ ස්කන්ධය $= 4.013 \times 10^{-26}\ kg$)

03. හයිඩ්‍රජන් පරමාණුව පිළිබඳ බෝර් ආකෘතියට අනුව, එහි ඉලෙක්ට්‍රෝනය ප්‍රෝටෝනය වටා අරය $0.53 \times 10^{-10}\ m$ වූ වෘත්තාකාර මාර්ගයක ගමන් කරයි. ප්‍රෝටෝනයත්, ඉලෙක්ට්‍රෝනයත් අතර පවතින ආකර්ශන බලය වන
F ; $F = ke^2 / r^2$ මගින් ලබා දේ, මෙහි
$k = 9 \times 10^9\ Nm^2 C^{-2}$ සහ $e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$ වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ස්කන්ධය $9.1 \times 10^{-31}\ kg$ ලෙස සලකා,
    i. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ වේගය
    ii. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය
    iii. තත්පරයකදී ඉලෙක්ට්‍රෝනය ගමන් ගන්නා වට සංඛ්‍යාව ගණනය කරන්න.

04. අරය $800\ m$ ක් වන තිරස් වංගුවක $72\ km\ h^{-1}$ ප්‍රවේගයෙන් දුම්රියක් ගමන් කල යුතුව ඇත. රේල් පීලි මත පාර්ශ්වික තෙරපුමක් ගොඩ නොනැගීම සඳහා පිටත පීල්ල, ඇතුලත පීල්ලට වඩා කොපමණ සිරස් උසකින් පැවතිය යුතුද ? පීලි අතර තිරස් දුර $1.5\ m$ වේ.

05. ගුවන් යානයක් තිරස් වක්‍ර පථයක ගමන් කිරීමේදී එහි තටු තිරසට යම් කෝණයකින් ආනත කල යුත්තේ ඇයි දැයි පහදන්න. සිය තටු තිරසට 10^0ක් ආනත වන පරිදි $360\ km\ h^{-1}$ ක නියත වේගයකින් තිරස් වක්‍ර පථයක ගමන් ගන්නා ගුවන් යානයක පථයේ අරය සොයන්න.

06. පාපැදියක රෝද හා මාර්ගය අතර සර්ෂණ සංගුණකය 0.5 වේ. පදින්නාද සහිතව පාපැදියේ මුළු ස්කන්ධය $90\ kg$ වේ. පාපැදියට $15\ ms^{-1}$ වේගයෙන් $100\ m$ අරය ඇති තිරස් වංගුවක ලිස්සීමකින් තොරව යා හැකිද ? හැකි නම් ඒ සඳහා පාපැදිය සිරසට කවර කෝණයක් ඇළ කල යුතුද ?

07. i. වක්‍රතා අරය $90m$ ක් වූ තිරස් වංගුවක මෝටර්සයිකලයකට යා හැකි උපරිම ප්‍රවේගය සොයන්න. පාර්ශ්වික සර්ෂණ සංගුණකය 0.4කි.
    ii. නොපෙරළී වංගුව ගැනීමට ඔහු සයිකලය සිරසට කවර කෝණයකින් ආනත කල යුතුද ?
    iii. ඉහත මාර්ගයම තිරසට 30^0 ක් ආනතව තනා තිබේ නම් ඔහුට යා හැකි උපරිම හා අවම ප්‍රවේග මොනවාද?
    iv. අභිමත පරිදි සයිකලයේ වේගය වැඩි කර ගැනීමට නම් මාර්ගය තිරසට කවර කෝණයක් ආනත කල යුතුද?

08. මෝටර් රථයක් $15\ m\ s^{-1}$ නියත වේගයෙන් යුතුව අරය $100\ m$ වන තිරස් වංගුවක ගමන් ගනී. ආරක්ෂා සහිතව වංගුව පසු කර යාම සඳහා රෝද හා මාර්ගය අතර සර්ෂණ සංගුණකයට තිබිය යුතු අවම අගය සොයන්න.

09. මෝටර් රථයක් අරය $50\ m$ වන වංගුවක් වටා ගමන් ගන්නා සාමාන්‍ය වේගය $13.4\ m\ s^{-1}$ වේ. ලිස්සීමකින් තොරව වංගුව ගැනීමට පාර්ශ්වික සර්ෂණය ආධාර කර නොගැනීමට තීරණය කර ඇත. එසේ නම් වංගුව තිරසට කොපමණ කෝණයක් ආනතව තැනිය යුතුද ?

10. අරය $100\ m$ වූ තිරස් වංගුවක පෙරළීමකින් තොරව මෝටර් රථයකට යා හැකි උපරිම ප්‍රවේගය සොයන්න. රථයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පොළෝ මට්ටමේ සිට $1\ m$ ක සිරස් උසකින් ඇති බවත් රෝද යා කරන අක්ෂ දණ්ඩ $1.5\ m$ ක් දිග බවත් සලකන්න. (රථය මාර්ගයෙන් ඉවතට විසි නොවන්නේ යැයි උපකල්පනය කරන්න.)

11. $0.4\ kg$ ස්කන්ධයක් තන්තුවක ආධාරයෙන් අරය $1\ m$ වන සිරස් වෘත්තයක V නියත වේගයෙන් භ්‍රමණය කරවනු ලැබේ. තන්තුවේ අවම ආතතිය $3\ N$ නම්, V, උපරිම ආතතිය, තන්තුව තිරස් වන විටම එහි ආතතිය සොයන්න.

12. $10\ kg$ ක ස්කන්ධයකින් යුතු වස්තුවක් සිරසට ආනත තන්තුවක් මගින් පරිභ්‍රමණය කරවීමෙන් අරය $4\ m$ වූ තිරස් වෘත්තයක ගමන් කරවනු ලැබේ. වස්තුවේ ඒකාකාර වේගය $5\ m\ s^{-1}$ නම් තන්තුවේ සිරසට ආනතියත් එහි ආතතියත් සොයන්න.

13. ජලය පිරවූ බාල්දියක් ජලය පිට නොවන පරිදි විශ්කම්භය 250 cm ක් වූ සිරස් වෘත්තයක කරකැවිය යුතු අවම ප්‍රවේගය සොයන්න. ($g = 9.8\ ms^{-2}$)

14. තන්තුවක එක් කෙළවරක් අචල ලක්ෂ්‍යකටද අනෙක් කෙළවර 0.4 kg ස්කන්ධයකටද සම්බන්ධ කර ඇත. ස්කන්ධය, නියත $4\ m\ s^{-1}$ වේගයකින් අරය 1.6 m වන තිරස් වෘත්තයක ගමන් ගන්නා සේ තන්තුව තිරසට ආනත කර අචල ලක්ෂ්‍යයක් වටා කරකවනු ලැබේ. තන්තුව තිරස සමඟ සාදන කෝණයද, තන්තුවේ ආතතියද ස්කන්ධයේ කෝණික ප්‍රවේගය හා ආවර්ථ කාලයද සොයන්න.

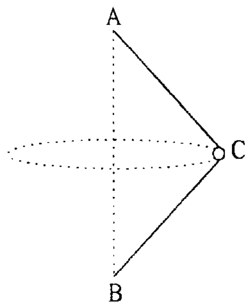
15. 500 g ස්කන්ධයෙන් යුත් ගලක් 50 cm දිග තන්තුවකට ඇඳා තිබේ. තන්තුවේ ආතතිය 20 N ඉක්මවුව හොත් තන්තුව කැඩේ. ගල සිරස් වෘත්තයක කරකවනු ලබන්නේ පොළොවට 100 cm ක් ඉහළින් භ්‍රමණ අක්ෂය පිහිටන පරිදිය. තන්තුව කැඩෙන තෙක් කෝණික වේගය ඉතා සෙමින් වැඩි කරනු ලැබේ. කැඩීම සිදු වීමට වඩාත්ම ඉඩ ඇත්තේ කවර පිහිටීමකදීද ? එවිට කෝණික වේගය කොපමණ ද ? ගල බිමට වදින්නේ කොතැනකදීද ?

16. ස්කන්ධය 3×10^3 kg වූ මෝටර් රථයක් $36\ km\ h^{-1}$ නියත ප්‍රවේගයකින් වක්‍රතා අරය 60m වූ
i. උත්තල ii. අවතල
පාලමක් මතින් ගමන් ගනී. වක්‍රතා කේන්ද්‍රය හා රථය යා කරන රේඛාව සිරස සමඟ 10^0 ක් සාදන මොහොතේදී රථය මගින් පාලම මත යොදනු ලබන අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව ගණනය කරන්න. තවද මාර්ගය උත්තල අවස්ථාවේදී ඉහළම ලක්ෂ්‍යය හරහා රථයට යා හැකි උපරිම ප්‍රවේගයද සොයන්න.

17. අරය 4m වූ තිරස් වෘත්තාකාර තැටියක ගැටිය මත සිටිනා පුද්ගලයෙකු ඉන් ඉවතට විසි වී යාම සඳහා කුමන අවම භ්‍රමණ සංඛ්‍යාතයක් තැටියට පැවතිය යුතු ද ? ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.28 වේ. තැටියේ භ්‍රමණ වේගය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන්නේ නම් කෝණික ප්‍රවේගය සමඟ ඝර්ෂණ බලයේ විචලනය ප්‍රස්ථාරගත කරන්න.

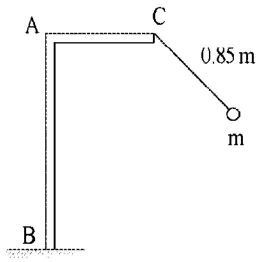
18. 0.5 kg ස්කන්ධයක් ඇති අංශුවක් දිග 1.25 m බැගින් වන AC හා BC තන්තු දෙකක් මගින් රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි AB සිරස් අක්ෂය වටා අරය 0.75 m වන තිරස් වෘත්තයක, තත්පරයට භ්‍රමණ 5 ක සීඝ්‍රතාවකින් යුතුව පරිභ්‍රමණය වීමට සලස්වා ඇත.

එක් එක් තන්තු කොටසේ ආතති සොයන්න.

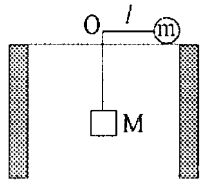


19. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි AB අක්ෂ දණ්ඩකට සෘජු කෝණිකව දෘඪ ලෙස සම්බන්ධ කර ඇති 1 m දිග AC බාහුවේ C ලක්ෂ්‍යයට 0.85 m දිගැති තන්තුවකින් m ස්කන්ධයක් එල්වා ඇත.

ස්කන්ධය, අරය 1.6 m වන තිරස් වෘත්තයක පරිභ්‍රමණය වන සේ පද්ධතිය AB අක්ෂය වටා භ්‍රමණය කලහොත්, m හි වේගය සොයන්න.



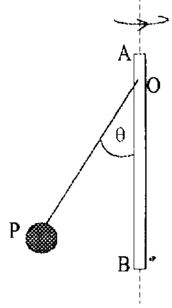
20. සුමට මේසයක මධ්‍යයේ වූ සුමට O සිදුරකින් ගමන් කරන සැහැල්ලු තන්තුවක දෙකෙළවරට m හා M ස්කන්ධ දෙකක් ඈඳා ඇත.



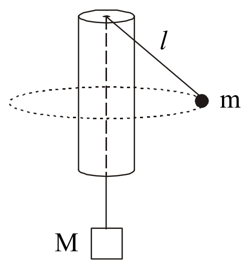
මේසය මත ඇති m ස්කන්ධය O කේන්ද්‍රය කරගත් තිරස් වෘත්තයක භ්‍රමණය වේ. O සිට m ස්කන්ධයට ඇති තන්තු කොටසේ දිග l විට තන්තුවේ අනෙක් කෙළවරට ගැට ගැසූ M ස්කන්ධ අචලව පැවතීම සඳහා m ස්කන්ධය භ්‍රමණය විය යුතු සංඛ්‍යාතය සොයන්න.

21. AB සිරස් දණ්ඩක් රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ω ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයකින් භ්‍රමණය වේ. දිග l වන සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක් O ලක්ෂ්‍යයට ගැටගසා ඇති අතර එහි කෙළවරට ස්කන්ධය m වන p අංශුවක් ඈඳා තිබේ. තන්තුවේ ආතතිය $T = m\omega^2 l$ බවද ,

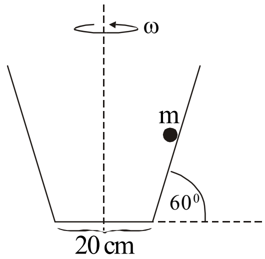
$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{g}{\omega^2 l}\right)$ බවද පෙන්වන්න.



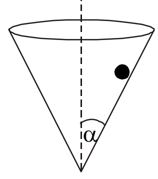
22. විශාල M ස්කන්ධයක් හා කුඩා m ස්කන්ධයක් රූපයේ දැක්වෙන පරිදි සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක් දෙකෙළවරට ඈඳා එය සුමට සිරස් නලයක් තුලින් යවා තිබේ. නලයේ ඉහළ කෙලවරේ සිට m දක්වා වූ තන්තු කොටසේ දිග l වේ. M ස්ථාවරව තිබෙන සේ m තිරස් වෘත්ත පථයක චලනය වන විට එහි භ්‍රමණ සංඛ්‍යාතය කවර අගයක් ගත යුතු දැයි සොයන්න.



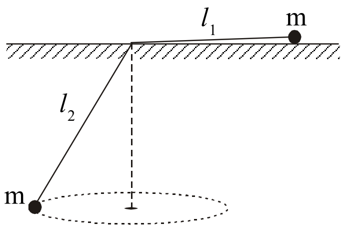
23. m ස්කන්ධය බඳුනෙන් ඉවතට විසි වී යන්නේ ω කුමන අගයක් ඉක්මවා යන විටද ? (ඝර්ෂණය නොසලකා හරින්න.)



24. ශීර්ෂ කෝණය 2α වූ සුමට කේතුවක වක්‍ර පෘෂ්ඨය මත කුඩා ස්කන්ධයක් අරය R වූ තිරස් වෘත්ත පථයක ගමන් ගන්නා විට එහි ආවර්ත කාලය සොයන්න. කේතුව සිරස්ව ඉහලට a ත්වරණයෙන් ගමන් ගනී.



25. m ස්කන්ධ දෙකක් දෙකෙලවරට ඈඳූ l දිගැති සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක් තිරස් සුමට මේසයක් මත ඇති සිදුරක් තුලින් යවා ඇත්තේ රූපයේ දක්වෙන පරිදිය.



මේසය මත ඇති ස්කන්ධය ω_1 කෝණික ප්‍රවේගයෙන් අරය l_1 වූ තිරස් වෘත්තයක ගමන් ගන්නා අතර මේසයෙන් පහල ඇති ස්කන්ධය ω_2 කෝණික ප්‍රවේගයෙන් තිරස් වෘත්තයක ගමන් ගනී. සිදුරේ සිට, පහල ඇති m දක්වා වූ තන්තු කොටසේ දිග l_2 නම්,

$\frac{l_1}{l_2} = \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2}$ බවත් $\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2} < \frac{l}{g}$ බවත් පෙන්වන්න.

MCQ

Time target : 20 minutes

01. වෘත්ත චලිතයක යෙදෙන වස්තුවක අරය නොවෙනස්ව තිබියදී වේගය අඩක් කල විට එහි ත්වරණය වෙනස් වන ප්‍රතිශතය වන්නේ,

1. 25% කින් අඩුවේ. 2. 25% කින් වැඩිවේ. 3. 75% කින් අඩුවේ. 4. 75% කින් වැඩිවේ.
5. වෙනස් නොවේ.

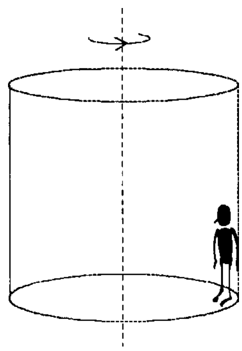
02. තිරස් වෘත්තාකාර මාර්ගයක, මාර්ගයෙන් ඉවතට නොලිස්සා රථයකට යා හැකි උපරිම ප්‍රවේගය දෙගුණ කිරීම සඳහා මාර්ගයේ අරය,

1. නොවෙනස්ව තිබිය යුතුය
2. දෙගුණ කළ යුතුය
3. අඩක් කළ යුතුය
4. සිව් ගුණයක් කළ යුතුය
5. හතරෙන් එකක් කළ යුතුය.

03. ස්කන්ධය m වූ අංශුවක් සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවකට ගැට ගසා සාදා ඇති සරල අවලම්බයකට 90^0 ක කෝණික විස්ථාපනයක් ලබා දී නිශ්චලතාවයේ සිට නිදහස් කරයි. තන්තුව නොකැඩීම සඳහා ඊට දැරිය හැකි අවම ආතතිය විය යුත්තේ,

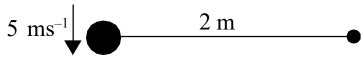
1. mg
2. 2 mg
3. 3 mg
4. 4 mg
5. 5 mg

04. විෂ්කම්භය 2m වන සිලින්ඩරයක් 5 rad s^{-1} කෝණික වේගයකින් භ්‍රමණය වේ. මිනිසා පය ගසා සිටින පොළොව ඔහු වෙතින් ක්‍රමයෙන් ඉවත් කරනු ලැබේ. මිනිසා පහළට රූටා නොයාමට නම් ඔහුත්, සිලින්ඩරයේ බිත්තියත් අතර තිබිය යුතු අවම ඝර්ෂණ සංගුණකය වන්නේ,



1. 0.1
2. 0.2
3. 0.3
4. 0.4
5. 0.5

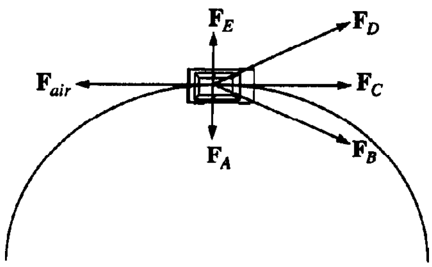
05.



රූපයේ දක්වෙන පරිදි එක් කෙලවරක් අචලව සවිකල 2 m දිග තන්තුවක අනෙක් කෙලවරට කුඩා ගෝලයක් ඈඳා තන්තුව ඇදි පවතින සේ තිරස්ව තබා ගෝලයට 5 ms^{-1} ක සිරස් ප්‍රවේගයක් ලබාදෙයි. තන්තුවට දැරිය හැකි උපරිම ආතතිය, ගෝලයේ බර මෙන් දෙගුණයක් නම් තන්තුව කැඩෙන විට එය සිරසට දක්වන ආනතිය වන්නේ,

1. 30^0 2. 60^0 3. $\cos^{-1}(3/4)$ 4. $\cos^{-1}(1/2)$ 5. $\cos^{-1}(1/4)$

06. සමතල පාරක නියත V වේගයෙන් වෘත්තාකාර වංගුවක ගමන් ගන්නා මෝටර් රථයක් දෙස ඉහලින් බැලූ විට පෙනෙන ආකාරය රූපයේ දැක්වේ.



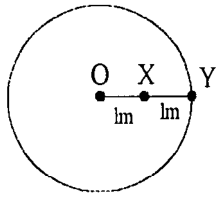
F_{air} යනු වාත ප්‍රතිරෝධය නම් වාහන රෝද මත යෙදෙන තිරස් බලය නිවැරදිව නිරූපණය වන්නේ,

1. F_A මගිනි 2. F_B මගිනි
3. F_C මගිනි 4. F_D මගිනි
5. F_E මගිනි

07. මාර්ගය වියළි විට තිරස් වංගුවක ලිස්සීමකින් තොරව රථයකට යා හැකි උපරිම ප්‍රවේගය 10 ms^{-1} වේ. මාර්ගය තෙත්ව පවතින විට මෙම වේගය $5\sqrt{2}$ ms^{-1} වේ. මාර්ගය වියළි විට රෝද හා මාර්ගය අතර සර්ෂණ සංගුණකය μ නම් තෙත අවස්ථාවේදී සර්ෂණ සංගුණකය වනුයේ ,

1. μ 2. $\mu / 2$ 3. $\mu / 3$ 4. $2\mu / 3$ 5. $3\mu / 4$

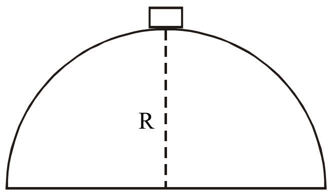
08. සමාන ස්කන්ධ ඇති X හා Y නම් ගෝල දෙකක් රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දිග2 m වූ තන්තුවකට සම්බන්ධ කර තිබේ. මේවා O වටා වූ තිරස් වෘත්තයක ඒකාකාර වේගයෙන් භ්‍රමණය කරනු ලබන්නේ සුමට තිරස් තලයක් මතය.



$\dfrac{\text{X හා Y අතර තන්තුවේ ආතතිය}}{\text{O හා X අතර තන්තුවේ ආතතිය}}$ යන අනුපාතයේ අගය වන්නේ,

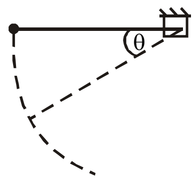
1. 1 2. 1/2 3. 2 4. 3/2 5. 2/3

09. අරය R වූ සුමට අර්ධ ගෝලයක ඉහලම ලක්ෂ්‍යයේ සිට නිශ්චලතාවයෙන් නිදහස් කල වස්තුවක් ගෝල පෘෂ්ඨයෙන් ඉවත් වන මොහොතේදී එහි සිරස් විස්ථාපනය වන්නේ,



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

10. සිරස් අසව්වකට නිදහසේ ඈඳා ඇති සැහැල්ලු, අවිතන්‍ය තන්තුවකට ගැටගසන ලද කුඩා ස්කන්ධයක් රූපයේ පෙන්වා ඇත. පෙන්වා ඇති අයුරින් තන්තුව තිරස්ව තබා ස්කන්ධය නිසලතාවයෙන් මුදා හැරිය විට රූපයේ දැක්වෙන පිහිටුම පසුකරන මොහොතේදී ස්කන්ධයේ සම්ප්‍රයුක්ත ත්වරණය දෙනු ලබන්නේ, ($\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$)



1. $g\sin\theta$ 2. $2g\cos\theta$ 3. $2g\sin\theta$
4. $g\sqrt{3\cos^2\theta + 1}$ 5. $g\sqrt{3\sin^2\theta + 1}$

පිළිතුරු - අභ්‍යාස

01. 1.4 hr	02. 7.5×10^{-11} N		
03. i. 2.19×10^{6} ms^{-1}	ii. 9.01×10^{22} ms^{-2}	iii. 6.58×10^{15}	
04. 7.5 cm	05. 5780 m		
06. හැකිය. 10.2^{0}			
07. i. 18.8 ms^{-1}	ii. 21.8^{0}	iii. 33.5 ms^{-1}, 11.4 ms^{-1}	iv. 68^{0} 19^{1}
08. 0.225	09. 20.1^{0}	10. 27.3 ms^{-1}	11. 4.2 ms^{-1}, 11 N, 7 N
12. 32^{0}, 118 N	13. 3.5 ms^{-1}	14. 45^{0} , 5.7 N , 2.5 $rads^{-1}$, 2.5 s	
15. 7.7 $rads^{-1}$, 1.2 m තිරස් දුරක් ඇතින්		16. i. 24000 N	ii. 34000 N, 24.5 ms^{-1}
17. 0.13 rev s^{-1}	18. 311 N , 305 N	19. 4 ms^{-1}	20. $1/2\pi \sqrt{(Mg / ml)}$
22. $1/2\pi \sqrt{(Mg / ml)}$	23. 13 $rads^{-1}$	24. $2\pi \sqrt{R \tan\alpha / (a + g)}$	

පිළිතුරු – MCQ

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