PHYSICS

Mechanical Properties Of Matter

පදාර්ථයේ යාන්ත්‍රික ගුණ

Unit 10
Part I

සැකසුම : සමිත රත්නායක

ප්‍රත්‍යස්ථතාව - ELASTICITY

විරූපණය (Deformation)

බාහිර බල යටතේ වස්තුවක ස්වභාවික හැඩය වෙනස් වීම විරූපණය ලෙස හැඳින්වේ. විරූපණයෙහි ප්‍රභේද තුනකි.

1. ඒකමාන විරූපණය (one dimensional deformation) :-
   බාහිර බල යටතේ රේඛීය මිනුම්වල සිදුවන විරූපණය ඒකමාන විරූපණයයි.

2. ද්විමාන විරූපණය (two dimensional deformation) :-
   බාහිර බල යටතේ ක්ෂේත්‍රඵල මිනුම්වල සිදුවන විරූපණය ද්විමාන විරූපණයයි.

3. ත්‍රිමාන විරූපණය (three dimensional deformation) :-
   බාහිර බල යටතේ පරිමා මිනුම්වල සිදුවන විරූපණය ත්‍රිමාන විරූපණයයි.

ප්‍රත්‍යස්ථතාව (Elasticity)

ප්‍රත්‍යස්ථ බලය (Elastic force)

බාහිර බල යටතේ වස්තුවක ස්වාභාවික හැඩය වෙනස් වන විට ඊට එරෙහිව වස්තුවේ අණු මගින් ඇති කරන අන්තර් අණුක බලය ප්‍රත්‍යස්ථ බලය හෙවත් ප්‍රතිපාදන බලය (restoring force) ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රත්‍යස්ථතා ගුණය හෙවත් නැවත මුල් හැඩයට පත් වීමට ඇති හැකියාව ඇතිවන්නේ මෙම බලය නිසාය.

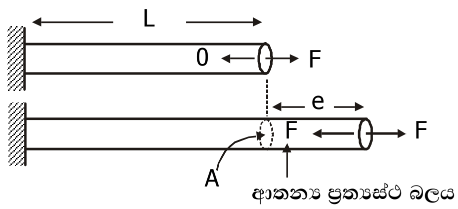
ප්‍රත්‍ය බලය - σ (Stress)

වික්‍රියාව - ∊ (Strain)

- ආතන්‍ය, සම්පීඩක, විරූපණ හා නිකර යනුවෙන් ප්‍රත්‍ය බල හා වික්‍රියා වර්ග හතරකි. නමුත් උසස් පෙළදී අප හදාරන්නේ ආතන්‍ය හා සම්පීඩක යන අවස්ථා දෙක පමණි.

ආතන්‍ය ප්‍රත්‍ය බලය හා ආතන්‍ය වික්‍රියාව
(Tensile stress and tensile strain)

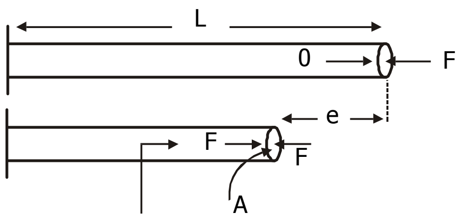
මෙය ඝන ද්‍රව්‍ය සම්බන්ධයෙන් භාවිත වේ.



ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාස්ථ බලය
(tensile elastic force)

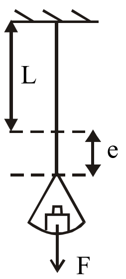
සම්පීඩක ප්‍රත්‍ය බලය හා සම්පීඩක වික්‍රියාව
(Compressive stress and compressive strain)

මෙයද ඝන ද්‍රව්‍ය සම්බන්ධයෙන් භාවිත වේ.

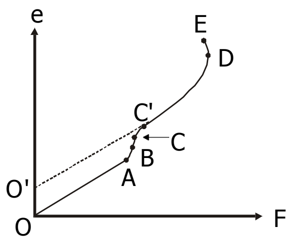


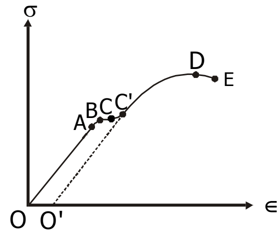
සම්පීඩක ප්‍රත්‍යාස්ථ බලය
(compressive elastic force)

බල - විතති හා ප්‍රත්‍ය බල - වික්‍රියා ප්‍රස්ථාර
(Load - extension and stress - strain graphs)



කම්බියක් වැන්නකට යොදන බලය (F) සමඟ එහි විතතියෙහි (e) වෙනස් වීමත් අනුරූප ප්‍රත්‍ය බලය (σ) සමඟ වික්‍රියාවෙහි (∈) වෙනස් වීමත් පහත දැක්වේ.





සමානුපාතික සීමාව (A) :- (Proportional limit)

O සිට A දක්වා වික්‍රියාව යොදන ප්‍රත්‍ය බලයට සමානුපාතිකව (එකට එකක් ලෙස) වෙනස් වේ. මෙම ලක්ෂණය අවසන් වන A ලක්ෂ්‍යය සමානුපාතික සීමාවයි.

ප්‍රත්‍යස්ථ සීමාව (B) :- (Elastic limit)

AB කොටස තුල වික්‍රියාව ප්‍රත්‍ය බලයට සමානුපාතික නොවේ. එහෙත් B සිට O දක්වා ප්‍රත්‍ය බලය ක්‍රමයෙන් අඩු කරන විට වික්‍රියාව අඩුවන්නේ මුල් වක්‍රය අනුගමනය කරමිනි. ප්‍රත්‍ය බලය සම්පූර්ණයෙන්ම ඉවත් කල විට කම්බිය එහි මුල් දිගම ලබා ගනී. එනම් OB කොටස තුල කම්බිය ප්‍රත්‍යස්ථ ලෙස හැසිරේ. මෙම ලක්ෂණය අවසන් වන B, ප්‍රත්‍යස්ථ සීමාවයි.

අවනති ලක්ෂ්‍යය (C) :- (Yield point)

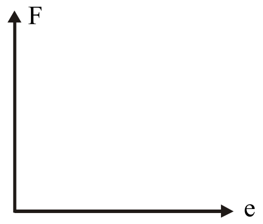
ප්‍රත්‍යස්ථ සීමාව ඉක්ම වූ විගස කම්බියේ අණුක ස්ථර, එකක් අනෙක මත සර්පණය වීමට පටන් ගනී. මෙය සුවිකාර්‍යය ප්‍රවාහය (Plastic deformation) ලෙස හැඳින්වෙන අතර කම්බිය සුවිකාර්ය අවස්ථාවේ ඇතැයි කියනු ලැබේ. ප්‍රත්‍යස්ථ අවස්ථාවේ සිට සුවිකාර්‍ය අවස්ථාවට පත්වීම වික්‍රියාවේ හදිසි වැඩිවීමකින් පෙන්නුම් කෙරේ. C මගින් දැක්වෙන මෙම අවස්ථාව අවනති ලක්ෂ්‍යයයි.

සුවිකාර්ය ප්‍රදේශය තුල C' වැනි ස්ථානයකදී ප්‍රත්‍ය බලය ක්‍රමයෙන් අඩු කලහොත් වික්‍රියාවේ වෙනස් වීම මුල් වක්‍රය අනුගමනය නොකරයි. එය C'O' සරල රේඛාව අනුගමනය කරන අතර ප්‍රත්‍ය බලය මුළුමනින් ඉවත් කලද OO' මගින් දැක්වෙන ස්ථිර වික්‍රියාවක් කම්බියේ හටගනී.

බිඳුම් (උපරිම) ප්‍රත්‍ය බලය (D) :- (Breaking stress)

ප්‍රත්‍ය බලය තව දුරටත් වැඩි කිරීමේදී D හිදී එය උපරිම අගයක් ගනී. මෙය බිඳුම් ප්‍රත්‍ය බලයයි. ඉන්පසු කම්බිය ක්‍රමයෙන් සිහින් වී ගොස් E හිදී බිඳී යයි. E භේදක ලක්ෂ්‍යයයි. (breaking point)

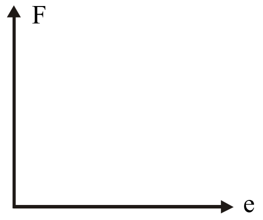
තන්‍ය ද්‍රව්‍ය (Ductile materaials)



බලය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට දික් වී සුවිකාර්ය අවස්ථාවද පසු කොට පසුව බිඳී යන ද්‍රව්‍ය තන්‍ය ද්‍රව්‍ය ලෙස හැඳින්වේ.

උදා :- ඊයම්, තඹ, වානේ ඇතුළු බොහෝ ලෝහ වර්ග

භංගුර ද්‍රව්‍ය (Brittle materials)



බලය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට ප්‍රත්‍යස්ථ සීමාව ඉක්ම වූ විගස බිඳී යන ද්‍රව්‍ය භංගුර ද්‍රව්‍ය ලෙස හැඳින්වේ.

උදා :- කාබන් අනුපාතය අධික වානේ, වීදුරු, චීනච්චට්ටි, ගඩොල්

හුක් නියමය (Hook's law)

$$F \propto e$$

$$\boxed{F = ke}$$

k - බල නියතය (force constant)
(දුනු නියතය) (spring constant)

- දෛශික ස්වරූපය සැලකූ විට, $F = -kx$

ප්‍රත්‍යස්ථතා මාපාංකය (Elastic moduli)

සමානුපාතිකත්වයේ නියතය වන E, අදාළ ද්‍රව්‍ය වර්ගය මත රඳා පවතින නියතයක් වන අතර එය එම ද්‍රව්‍යයෙහි ප්‍රත්‍යස්ථතා මාපාංකය ලෙස හැඳින්වේ.

$$\sigma = E \epsilon \quad \Rightarrow \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

E හි ඒකක : ----------------------------

E හි මාන : ----------------------------

යං මාපාංකය - [Y] (Young's modulus)

- $\frac{F}{A} = Y\frac{e}{L} \Rightarrow F = \left(\frac{AY}{L}\right)e$

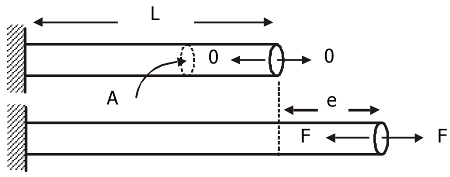
ඉහත සමීකරණය $F = kx$ සමග සැසඳීමෙන් පෙනී යන්නේ,

$k = \frac{AY}{L}$ බවයි.

මේ අනුව දුනු නියතය හෙවත් බල නියතය පහත සාධක මත රඳා පවතී.

1. හරස්කඩ වර්ගඵලය
2. මුල් දිග
3. යං මාපාංකය (එනම් ද්‍රව්‍ය වර්ගය)

ඇදි කම්බියක ශක්තිය / ප්‍රත්‍යස්ථතා විභව ශක්තිය / වික්‍රියා ශක්තිය
(Energy stored in stretched string / Elastic potential energy / Strain energy)



කම්බිය මත යෙදුනු මධ්‍යන්‍ය බලය =

=

එම බලයෙන් කල කාර්යය =

∴ කම්බියේ ගබඩා වී ඇති වික්‍රියා ශක්තිය W නම්,

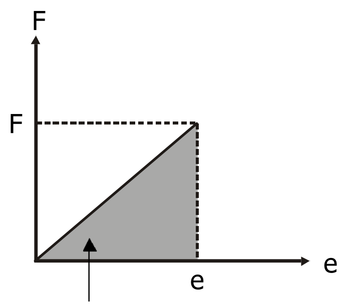
කම්බියේ පරිමාව, =

A L පරිමාවක වික්‍රියා ශක්තිය =

∴ ඒකක පරිමාවක වික්‍රියා ශක්තිය =

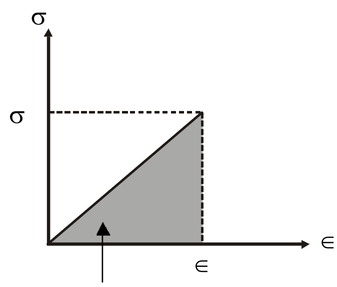
=

බල - විතති



වර්ගඵලය = ½ F e
= වික්‍රියා ශක්තිය

ප්‍රත්‍ය බල - වික්‍රියා



වර්ගඵලය = ½ σ ∈
= ඒකක පරිමාවක වික්‍රියා ශක්තිය

දෙකෙලවරින් සවිකල දණ්ඩක හෝ තන්තුවක උෂ්ණත්වය සමඟ හටගන්නා බලය සඳහා ප්‍රකාශනය
(Expression for stress built up due to change in temperature of clamped rods and strings)

අභ්‍යාස

01. **Time target :** 3 minutes

$500\ kg$ ස්කන්ධයක් දිග $3\ m$ හා හරස්කඩ වර්ගඵලය $0.2\ cm^2$ වන කම්බියකින් එල්වනු ලැබේ. එවිට කම්බියේ දිග $0.4\ cm$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි වේ. කම්බියේ ප්‍රත්‍යාබලය, වික්‍රියාව සහ කම්බිය තනා ඇති ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය ගණනය කරන්න.

02. **Time target :** 4 minutes

ස්කන්ධය $100\ kg$ වන ආරෝහකයකට සම්බන්ධ කර ඇති වානේ කේබලයක ප්‍රත්‍යස්ථ සීමාව $8\times10^7\ Nm^{-2}$ වේ. කේබලය මත ප්‍රත්‍යබලය, එහි ප්‍රත්‍යස්ථ සීමාවෙන් 25% ක් නොඉක්මවීම පිණිස ආරෝහකයට ලබාගත හැකි උපරිම ත්වරණය ගණනය කරන්න. කේබලයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය $1\ cm^2$ වේ. මෙහිදී කේබලයේ වික්‍රියාව කොපමණවේද ? වානේවල යං මාපාංකය $2\times10^{11}\ Nm^{-2}$ වේ.

03. **Time target :** 2 minutes

දිග L හා අරය r වූ ලෝහ කම්බියකට එක්තරා භාරයක් යෙදූ විට ඇතිවන වික්‍රියාව 8.0×10^{-4} විය. මෙම කම්බිය වෙනුවට සමාන දිගක් ඇති එහෙත් අරය $r/2$ වූ එම ලෝහයෙන්ම සෑදූ වෙනත් කම්බියක් භාවිත කලේ නම් එම භාරය යටතේම ඇතිවන වික්‍රියාව සොයන්න.

04. **Time target :** 4 minutes

දිග $1.0\ m$ හරස්කඩ වර්ගඵලය $0.5\ mm^2$ වූ වානේ කම්බියක එක් කෙළවරක් දෘඪ ආධාරකයකට සම්බන්ධ කර අනෙක් කෙළවරට $2\ kg$ භාරයක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් සරල අවලම්බයක් සාදා ඇත. මෙම ස්කන්ධය කම්බිය තිරස්ව පිහිටන පරිදි එක් පැත්තකට විස්ථාපනය කර නිදහස් කරන ලදී. භාරය එහි චලිතයේ පහළම ලක්ෂ්‍යය හරහා ගමන් කරන මොහොතේ කම්බියේ විතතිය සොයන්න. වානේවල යං මාපාංකය $2\times10^{11}\ Nm^{-2}$ (ප්‍රත්‍යස්ථතා විභව ශක්තිය නොසලකා හරින්න.)

05. **Time target :** 3 minutes

දිග $0.5\ m$ හා හරස්කඩ වර්ගඵලය $1.2\ mm^2$ වූ වානේ කම්බියක එක් කෙළවරකට $1.0\ kg$ භාරයක් සම්බන්ධ කර එය කම්බිය සමග සුමට තිරස් තලයක භ්‍රමණය වීමට සලස්වන ලදී. මෙහිදී භාරයේ භ්‍රමණය හේතුවෙන් කම්බියේ ඇති වූ විතතිය $2.0\ mm$ නම් එහි භ්‍රමණ සීඝ්‍රතාව සොයන්න. (වානේවල යං මාපාංකය $= 2.0\times10^{11}\ N\ m^{-2}$)

06. **Time target :** 3 minutes

යං මාපාංකය Y වූ ද්‍රව්‍යයකින් දිග l වූ සරල අවලම්භයක තන්තුව තනා ඇත. තන්තුවේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A ද ආරම්භයේදී එහි දෝලන කාලය T ද වේ. අවලම්බයේ පහළ කෙළවරට mg අමතර භාරයක් ගැට ගැසූ විට නව දෝලන කාලය සොයන්න.

07. **Time target :** 3 minutes

හරස්කඩ වර්ගඵලය $1\ cm^2$ සහ දිග $1\ m$ වන කම්බියක් තනා ඇත්තේ යං මාපාංකය $2\times10^{11}\ Nm^{-2}$ වූ ලෝහයකිනි. නියත බාහිර බලයක් මගින් එහි දිග $1\ mm$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි කිරීමේදී එම බලය මගින් සිදු කෙරෙන කාර්ය ප්‍රමාණය සොයන්න.

08. **Time target :** 2 minutes

කම්බියක් කැඩීම සඳහා අවශ්‍ය අවම බලය $4\ N$ වේ. මෙම කම්බිය සමාන කොටස් දෙකකට කපා ඒවා සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කර සංයුක්තයට බලයක් යොදනු ලැබේ. සංයුක්ත කම්බිය කැඩීම සඳහා මෙම බලයට තිබිය යුතු අවම අගය සොයන්න. (කම්බි කැඩෙන තෙක්ම හුක් නියමය යෙදේ)

09. **Time target :** 2 minutes

ලෝහ කම්බියක දිග $1\ mm$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි කිරීමට සිදු කල යුතු අවම කාර්යය $2\ J$ වේ. එම ලෝහයෙන්ම තනා ඇති එහෙත් අරය පළමු කම්බියේ මෙන් දෙගුණයක්ද දිග පළමු කම්බියේ මෙන් අඩක්ද වන කම්බියක දිග $1\ mm$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි කිරීම සඳහා කළ යුතු අවම කාර්ය ප්‍රමාණය සොයන්න.

10. **Time target :** 3 minutes

P හා Q කම්බි එකම ද්‍රව්‍යයෙන් තනා තිබේ. P හි අරය Q හි අරය මෙන් දෙගුණයක් වන අතර P හි දිග Q හි දිග මෙන් තෙගුණයක් වේ. සමාන භාර යෙදූ විට ඒවායේ සමානුපාතික සීමා ඉක්මවා නොයයි නම්,

$\dfrac{\text{P හි වික්‍රියා ශක්තිය}}{\text{Q හි වික්‍රියා ශක්තිය}}$ යන අනුපාතයේ අගය සොයන්න.

11. **Time target :** 3 minutes

ස්වාභාවික දිග 2 m වූ දුන්නක් 2.25 m දක්වා ඇදීමේදී ගබඩා වන ශක්තිය 0.5 J වේ. එය තවත් 0.05 m කින් ඇදීමේදී ගබඩා වන අතිරේක ශක්ති ප්‍රමාණය කොපමණද ?

12. **Time target :** 3 minutes

ළමයෙකු ලග තිබෙන කැටපෝලයක රබර් පටියෙහි දිග 20 cm ද හරස්කඩ ක්ෂේත්‍රඵලය 1.0 mm^2 ද වේ. රබර් පටිය එහි දිග 24 cmවන තෙක් ඇද එමගින් 10 g ක ස්කන්ධයක් ඇති ගල් කැටයක් ප්‍රක්ෂේපණය කරනු ලැබේ. ශක්ති සංස්ථිතිය උපයෝගී කරගෙන ගල ප්‍රක්ෂේපණය කරනු ලැබූ ප්‍රවේගය සොයන්න. රබර් සඳහා යං මාපාංකය 5×10^8 Nm^{-2} වේ.

13. **Time target :** 3 minutes

100 mm දිග රබර් පටියක් 1 mm දික් කිරීමට 2 N බලයක් අවශ්‍ය වේ, මෙම රබර් පටිය බාහු අතර දුර 100 mm ක් වූ කැටපෝලයක බාහු අතර ගැට ගසා අත්තේ ඇදීමක් නැතිව සාමාන්‍ය දිගෙහි පවතින පරිදිය. ස්කන්ධය 0.05 kg වන ගලක් මෙම රබර් පටියේ මධ්‍ය ලක්ෂයේ තබා 120 mm ක් හරි කෙළින් පස්සට ඇද අත හැරිය විට ගල ලබාගන්නා ප්‍රවේගය සොයන්න.

14. **Time target :** 3 minutes

කරත්ත රෝදයකට වානේ පට්ටමක් වැද්දවීම සඳහා එය 420 ^{0}C ක උෂ්ණත්වයක් දක්වා රත් කරන ලදී. පට්ටම ගැසීමෙන් පසු එය 20 ^{0}C දක්වා සිසිල් කරනු ලැබුවේ නම් එවිට පට්ටම ලක්වී ඇති ප්‍රත්‍යා බලය සොයන්න. (වානේ සඳහා $Y = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2} ද $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ K^{-1} ද වේ.)

15. **Time target :** 4 minutes

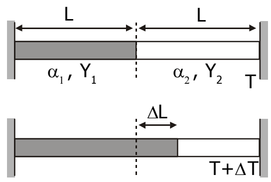
ලී කරත්ත රෝදයකට වානේ ටයර පට්ටමක් සවිකිරීමේදී ටයරය යම් උෂ්ණත්වයක් දක්වා රත්කර එය රෝදයට සවිකර පසුව සිසිල් වීමට ඉඩ හරින ලදී. පරිසරයේ උෂ්ණත්වය වන 25 ^{0}C දක්වා සිසිල් වූ පසු සමානුපාතික සීමාව නොඉක්මවීමට නම්, ටයරය රත් කළ හැකි උපරිම උෂ්ණත්වය සොයන්න. ටයරයේ හරස් කඩෙහි පළල 5 cm ද ඝනකම 4 mm ද නම් සිසිල් වීමෙන් පසුව ටයරය ලක් වී ඇති ආතති බලයද සොයන්න. වානේ සඳහා $Y = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2} ද $\alpha = 1 \times 10^{-5}$ K^{-1} සමානුපාතික සීමාව 2.75×10^8 Nm^{-2} ද වේ.

16. **Time target :** 4 minutes

දිග 25 cm වන AB පිත්තල දණ්ඩක් හා එයට සමාන විශ්කම්භයක් ඇති දිග 50 cm වන BC වානේ දණ්ඩක් B ලක්ෂ්‍යයේදී එකට සම්බන්ධ කර A හා C ලක්ෂ්‍යවලදී දෘඪ ලෙස කලම්ප කර ඇත. පද්ධතියේ උෂ්ණත්වය 40 ^{0}C කින් ඉහළ නැංවූ විට එක් එක් දණ්ඩ ලක්වන ප්‍රත්‍යාබලය සොයන්න.
වානේ සඳහා $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ K^{-1}, $Y = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2} ද
පිත්තල සඳහා $\alpha = 1.8 \times 10^{-5}$ K^{-1}, $Y = 1 \times 10^{11}$ Nm^{-2} ද වේ.

17. **Time target :** 4 minutes

පළමු රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි සමාන මාන ඇති දඬු දෙකක් T උෂ්ණත්වයකදී දෘඪ ආධාරක දෙකක් අතර සවිකර ඇත්තේ ඇදීමක් හෝ තෙරපීමක් ඇති නොවන පරිදිය. දැන් දෙවන රූපයේ දැක්වෙන ලෙස පද්ධතියේ උෂ්නත්වය ΔT ප්‍රමාණයකින් ඉහළ නැංවුවහොත් දඬු දෙකෙහි පොදු මුහුණත චලනය වන දුර වන ΔL ,



1 රූපය

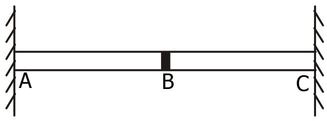
2 රූපය

$$\Delta L = \left(\frac{\alpha_1 Y_1 - \alpha_2 Y_2}{Y_1 + Y_2} \right) L . \Delta T$$

මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.

18. **Time target :** 6 minutes

එක් එක් දණ්ඩෙහි හරස්කඩ ක්ෂේත්‍රඵලය $1\ cm^2$ වූ සහ දිග 30 cm වූ AB පිත්තල දණ්ඩ BC වානේ දණ්ඩ කෙළවරින් කෙළවර වෙල්ඩින් කර ඇත. 30^0C දී, සංයුක්ත දණ්ඩෙහි කෙළවරවල් එකිනෙක අතර පරතරය 60 cm වූ අචල බිත්ති දෙකකට රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සවිකර ඇත. ඉන්පසු සම්පූර්ණ දණ්ඩම 230^0C ට රත් කරනු ලැබේ.



i. ඒවාට නිදහසේ ප්‍රසාරණය විය හැකි නම් එක් එක් දණ්ඩේ ඇතිවන ප්‍රසාරණය කොපමණද ?

ii. ඉහත සඳහන් කර ඇති පරිදි දණ්ඩ සවිකර ඇති නම් සම්පීඩන බලය නිසා බිත්තිය මත ඇතිවන ප්‍රතික්‍රියාව කොපමණද ? (රත් කිරීම නිසා දණ්ඩේ නැමීමක් සිදුනොවේ යැයි උපකල්පනය කරන්න.)

iii. වෙල්ඩින් කර ඇති සන්ධිය දකුණට හෝ වමට කොපමණ ප්‍රමාණයක් චලනය වේද ?

පිත්තලවල ප්‍රසාරණතාව = $2.0 \times 10^{-5}\ C^{-1}$
වානේවල ප්‍රසාරණතාව = $1.0 \times 10^{-5}\ C^{-1}$
පිත්තලවල යංමාපාංකය = $1.0 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
වානේවල යංමාපාංකය = $2.0 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

19. **Time target :** 6 minutes

ලී රෝදයක විෂ්කම්භය 1002 mm වේ. මෙයට $30\ ^0C$ දී විෂ්කම්භය 1000 mm වන පිත්තල පට්ටමක් සවිකල යුතුව ඇත. ලී රෝදයේ හා පට්ටමේ පළල 50 mm වේ. ලී රෝදයේ විෂ්කම්භය උෂ්ණත්වයෙන් හෝ තෙරපීමෙන් වෙනස් නොවේ. පිත්තල වල යංමාපාංකය $0.9 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ ද රේඛිය ප්‍රසාරණ සංගුණකය $20 \times 10^{-6}\ ^0C^{-1}$ ද වේ.

i. පට්ටම රෝදයට සවිකිරීමට එය රත්කළ යුතු අවම උෂ්ණත්වය

ii. පට්ටමේ ඇතිවන විතතිය

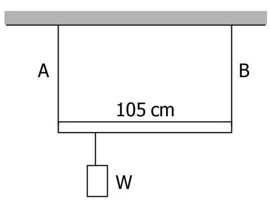
iii. පට්ටමේ ඝණකම 5 mm නම් පට්ටමේ ඇතිවන ආතතිය

iv. පට්ටම හා රෝදය සමතුලිතතාවයට පැමිණි විට, පට්ටමේ හරි අර්ධයක බල සමතුලිතතාවය සඳහා බල සටහනක් අඳින්න.

v. ඒවායින් පට්ටමේ පෘෂ්ඨය මත ඇතිවන පීඩනය සොයන්න.

20. **Time target :** 4 minutes

105 cm දිගැති සැහැල්ලු දණ්ඩක් තිරස්ව සිටින සේ එහි දෙකෙළවරට ගැටගැසූ සමාන දිගැති A සහ B සිරස් කම්බි දෙකක් මගින් එල්ලා තිබේ. B කම්බියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A හි හරස්කඩ වර්ගඵලය මෙන් දෙගුණයක් වන අතර කම්බි සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයන්හි යං මාපාංකවල අනුපාතය $Y_A : Y_B = 3 : 2$ වේ. කම්බි දෙකෙහිම ඇතිවන



i. ප්‍රත්‍යාබල සමාන වීම සඳහා,

ii. විකෘතිය සමාන වීම සඳහා, W භාරය එල්ලිය යුත්තේ කවර ලක්ෂයකින්ද ?

21. **Time target :** 3 minutes

100 cm දිගක් ඇති සැහැල්ලු දණ්ඩක් සමාන දිගැති A සහ B කම්බි දෙකකින් එල්ලා ඇත. දණ්ඩ තිරස්වද කම්බි දෙක එහි කෙළවරට ගැටගසා ද ඇත. A හි හරස්කඩ වර්ගඵලය 1 mm^2 ද B හි හරස්කඩ වර්ගඵලය 2 mm^2 ද වේ. A සහ B හි සමාන විකියා ඇති කිරීමට W බරක් දණ්ඩේ කුමණ ලක්ෂයක එල්ලිය යුතුද?
A හි යං මාපාංකය 2.0×10^{11} Nm^{-2} ද, B හි යං මාපාංකය 1.6×10^{11} Nm^{-2} ද වේ.

22. **Time target :** 4 minutes

මහා මාර්ගයට ඉහළින් තිරස්ව එල්ලා ඇති දිග 10 m හා අරය 1.0 mm වන කම්බියක මධ්‍ය ලක්‍ෂ්‍යයෙන් 400 g ක ස්කන්ධයක් ඇති විදුලි පහනක් එල්ලා ඇත. පහන එල්ලීමට කලින් කම්බිය තිරස්ව තිබුණි නම් , පහන එල්ලීම නිසා කම්බියේ මධ්‍ය ලක්ෂයෙහි ඇතිවී තිබෙන පාතනය සොයන්න. කම්බිය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය 1.6×10^{11} Nm^{-2} වේ.

23. **Time target :** 6 minutes

0.5 m ක එක සමාන දිගකින් හා හරස්කඩ වර්ගඵලය පිළිවෙලින් 0.5 cm^2 සහ 0.2 cm^2 වන ඒකාකාර වානේ කම්බි දෙකක් එකිනෙකට සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ දිග 1 m ක් වන සංයුක්ත කම්බියක් සෑදෙන පරිදිය. වානේවල යං මාපාංකය හා සමානුපාතික සීමාව පිළිවෙළින් 2.0×10^{11} N m^{-2} සහ 2.5×10^{8} N m^{-2} වේ.

i. සමානුපාතික සීමාව ඉක්ම නොයන පරිදි ඉහත සංයුක්ත කම්බියෙන් එල්විය හැකි උපරිම ස්කන්ධය කොපමණද? මෙම අවස්ථාවේදී සංයුක්ත කම්බියේ ඇතිවන සම්පූර්ණ දිගෙහි වැඩිවීම ගණනය කරන්න.

ii. කම්බි දෙක එකිනෙකට සමාන්තර වන සේ ඒවායෙහි කෙළවරවල් එකිනෙකට සම්බන්ධ කොට දිගින් 0.5 m වන යංයුක්ත කම්බියක් සාදා ඇත්නම්, සමානුපාතික සීමාව ඉක්ම නොයන පරිදි මෙම සංයුක්ත කම්බියෙන් එල්විය හැකි උපරිම ස්කන්ධය කොපමණද ?

24. **Time target :** 4 minutes

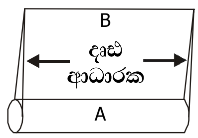
පැත්තක් 10 cm වන හා 5 kg බර ඝණකයක් තිරස් සමතල පෘෂ්ඨයක් සමග ස්පර්ශව පවතී. ඝණකයත් පෘෂ්ඨයත් අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.4 ක්ද, සර්පණ ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.3 ක් ද වේ. 2 m ක් දිග හරස්කඩ 2 mm^2 ක් වන තිරස් යකඩ කම්බියක එක් කෙළවරක් ඝණකයට සම්බන්ද කර කම්බියේ අනික් කෙළවරින් අදිනු ලැබේ.

i. ඝණකය සීමාකාරී සමතුලිතතාවයේ ඇති විට, කම්බියේ ඇතිවන ආතතිය හා විතතිය

ii. ඝණකය 10 m s^{-1} ක ඒකාකාර ප්‍රවේගයකින් චලිත කිරීමේදී කම්බියේ ඇතිවන ආතතිය හා විතතිය

iii. ඝනකය 10 m s^{-2} ක ත්වරණයකින් චලිත කිරීමේදී කම්බියේ ඇතිවන ආතතිය හා විතතිය සොයන්න.
(යකඩ වල යංමාපාංකය 1×10^{11} Nm^{-2} වේ.)

25. **Time target :** 4 minutes



රූපයේ දක්වෙන ලෙස දිග 85.0 cm වූ ඝණකම් ඇලුමිනියම් දණ්ඩක් (A) හා සිහින් වානේ කම්බියක් (B), 10 ^{0}C දී කිසිදු ආතතියකට යටත් නොවන සේ එකිනෙකට සමාන්තරව සම්බන්ද කොට තිබේ. පද්ධතියේ උෂ්ණත්වය 120 ^{0}C දක්වා ඉහළ නැංවූ විට (ඇලුමිනියම් දණ්ඩ නිදහසේ ප්‍රසාරණය වන බව උපකල්පනය කරමින්) වානේ කම්බියේ හටගන්නා ප්‍රත්‍යා බලය සොයන්න.
ඇලුමිනියම් සඳහා $\alpha = 2.3 \times 10^{-6}$ $^0C^{-1}$ ද,
වානේ සඳහා $\alpha = 1.1 \times 10^{-6}$ $^0C^{-1}$ හා $Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$ ද වේ.

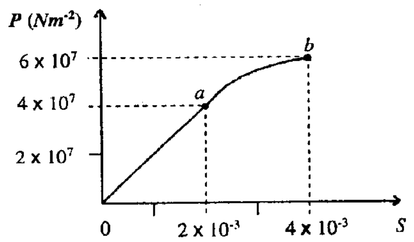
26. **Time target :** 4 minutes

L දිගින් යුත් දණ්ඩක් l දිගකින් දික්කල විට එහි ගබඩා වන ශක්තිය ඒකීය පරිමාවට $\frac{1}{2}\ \frac{E\, l^2}{L^2}$ බව පෙන්වන්න.

මෙහි E යනු ද්‍රව්‍යයේ යංමාපාංකයයි. දුම්රිය මාර්ගයක් සඳහා භාවිත කරන දිගු වෙල්ඩ් වානේ පීළිවල ප්‍රසාරණය වලක්වා ලීමට එහි කලම්පවල පවතින ඝර්ෂණය උපකාරී වේ. එක් එක් පීල්ලේ හරස්කඩ වර්ගඵලය 75 cm^2 නම් උෂ්ණත්වය 10 ^{0}C කින් වැඩි කල විට දුම්රිය මාර්ගයේ කිලෝමීටරයක ගබඩා වන ප්‍රත්‍යස්ථ ශක්තිය කවරේද ? වානේ වල රේඛීය ප්‍රසාරණතාව 1.2×10^{-6} K^{-1} වානේ සඳහා යං මාපාංකය $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

27. **Time target :** 8 minutes

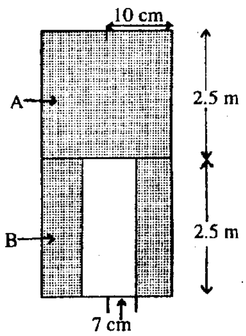
රූපයේ දැක්වෙන්නේ, **පැවතිය හැකි සියලු** ප්‍රත්‍යාබල අගයයන් සඳහා යම් ද්‍රව්‍යයක් වෙනුවෙන් ලබා ගත් ප්‍රත්‍යාබල (P) - වික්‍රියාව (S) වක්‍රයයි.



i. වක්‍රය මත ඇති a සහ b ලක්ෂ්‍ය හඳුන්වන්න.

ii. ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය ගණනය කරන්න. ද්‍රව්‍යය තුළ වික්‍රියාව 2×10^{-3} වන විට එහි ඒකීය පරිමාවක ගබඩා වී ඇති ශක්තිය කොපමණද ?

iii. ඉහත සඳහන් ද්‍රව්‍යයෙන් සාදන ලද එක එකෙහි උස 2.5 m වන A ඝන සිලින්ඩරයකින්ද B කුහර සිලින්ඩරයකින්ද සමන්විත සිලින්ඩරාකාර කුලුනක සිරස් හරස්කඩක් රූපයේ දක්වා ඇත. A හි අරය 10 cm වන අතර B හි බාහිර සහ අභ්‍යන්තර අරයයන් පිළිවෙලින් 10 cm සහ 7 cm වේ. (රූපය පරිමාණයට ඇඳ නොමැති බව සලකන්න.)



a. කුලුන මගින් 1×10^{5}N භාරයක් දරා සිටින විට එහි සංකෝචනය කුමක්ද ?

b. මෙම කුලුන නොබිඳී, එයට දැරිය හැකි උපරිම භාරය කුමක්ද ?

28. **Time target :** 5 minutes

පාදයක දිග a වූ සමපාද ත්‍රිකෝණයක හැඩය සහිත සැහැල්ලු දෘඪ ආස්තරයක් එහි ශීර්ෂවලට සම්බන්ධ කර ඇති දිග සිරස් කම්බි තුනකින් තිරස්ව අවලම්බනය කර ඇත. මෙම කම්බි තුනෙහි දිග හා හරස්කඩ ක්ෂේත්‍රඵල සමාන වන අතර ඉන් දෙකක් තඹ වලින්ද තුන් වැන්න යකඩ වලින්ද සාදා ඇත. ආස්තරය මත බරක් තැබීම නිසා කම්බි ඇදීමෙන් පසුවද තිරස්ව පිහිටීම සඳහා එම බර ආස්තරය මත කුමන ස්ථානයක තැබිය යුතුද ?
(තඹ සඳහා යං මාපාංකය 1.2×10^{11} Nm^{-2} යකඩ සඳහා යං මාපාංකය 1.8×10^{11} Nm^{-2})

29. **Time target :** 6 minutes

ලී මේසයක පා සතරෙහි එක එකක හරස්කඩ වර්ගඵලය 1.2 cm^2 බැගින් වේ. ඉන් පාද තුනක් 75 cm සමාන දිගින් යුක්ත වන අතර සිව්වන පාදය අනෙක්වාට වඩා 0.2 mm කින් දිග වැඩිය. මේ නිසා මේසය සෙලවේ. දැන් 4000 N භාරයක් මේසය මත තැබූ විට එහි පාද හතරම සංකෝචනයට භාජන වූ අතර මේසයේ සෙලවීම නැවතිණි.

ලීවල යං මාපාංකය 1.25×10^{10} N යැයිද මේසයේ බර ඒ මත තැබූ භාරයට වඩා ඉතා කුඩා යැයිද උපකල්පනය කර එහි පාද මත බිමෙන් ක්‍රියා කරන බලවල විශාලත්වය ගණනය කරන්න.

30. **Time target :** 5 minutes

දිග 2 m සහ විෂ්කම්භය 1.6 mm වූ වානේ කම්බියක් 30^0 C දී, දෙකෙලවර 2 m දිගින් වූ දෘඪ ආධාරක දෙකකට සවි කොට ඇත. ඉන්පසු කම්බියේ උෂ්ණත්වය 0^0 C දක්වා අඩු කරන ලදි.

i. සමානුපාතික සීමාව ඉක්ම නොවූයේ නම් 0 ^{0}C දී කම්බියේ ආතතිය කුමක්ද ?

ii. 0^0 C දී කම්බිය තුළ ගබඩා වී ඇති යාන්ත්‍රික ශක්තිය ගණනය කරන්න.

iii. බලය හා විතතිය අතර දළ සටහනක් භාවිතා කොට සමානුපාතිකව සීමාව ඉක්මවූයේ නම් (i) හි ගණනය කල කම්බියේ ආතතියට ඇතිවන බලපෑම කෙටියෙන් විස්තර කරන්න. (ගණනය කිරීම් අනවශ්‍ය වන අතර කම්බිය භේදක ලක්ෂට ළඟා නොවූ බව උපකල්පනය කරන්න.
වානේ වල යං මාපාංකය = 2×10^{11} Nm^{-2} , වානේ වල රේඛීය ප්‍රසාරණතාව = 1.1×10^{-5} ^{0}C^{-1}

MCQ

Time target : 30 minutes

01. එකම ද්‍රව්‍යයෙන් සෑදු 4 m දිගින් යුතු කම්බි දෙකක විෂ්කම්භ අතර අනුපාතය $n : 1$ වේ. එකම භාරය යටතේ සිහින් කම්බියේ දිගෙහි වැඩිවීම, මහත කම්බියේ දිගෙහි වැඩිවීමට දරන අනුපාතය වන්නේ, $(n > 1)$

1. n^2 2. n 3. $2n$ 4. $2n^2$ 5. $2n+1$

02. යං මාපාංකය E වූ ප්‍රත්‍යස්ථ ද්‍රව්‍යයක් σ ප්‍රත්‍ය බලයකට ලක් කල විට එහි ඒකක පරිමාවක ගබඩා වන වික්‍රියා ශක්තිය වන්නේ,

1. $\frac{\sigma E}{2}$ 2. $\frac{\sigma^2}{2E}$ 3. $\frac{\sigma}{2E}$ 4. $\frac{2\sigma}{E}$ 5. $\frac{2\sigma^2}{E}$

03. දුනු නියතය K වූ ප්‍රත්‍යස්ථ තන්තුවක් දිගවල් අතර අනුපාතය 1 : 2 වූ කොටස් දෙකකට කපන ලදී. දිගින් වැඩි කොටසේ දුනු නියතය වන්නේ,

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

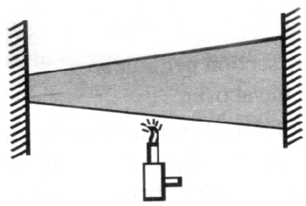
04. තඹ කම්බියක හරස්කඩ අරය, වානේ කම්බියක හරස්කඩ අරය මෙන් දෙගුණයකි. වානේ සඳහා යං මාපාංකය, තඹ සඳහා යං මාපාංකය මෙන් දෙගුණයකි. මෙම කම්බි දෙක කෙලවරින් කෙලවර ඈඳා එකම අන්වායාම බලයකට ලක් කල විට තඹ කම්බියේ දිගෙහි වැඩිවීම 1% ක් නම් වානේ කම්බියෙහි දිගෙහි වැඩිවීම වන්නේ,

1. 1% 2. 2% 3. 2.5% 4. 3% 5. 4%

05. කිසියම් ද්‍රව්‍යයක භේදක ප්‍රත්‍ය බලය $10^6 \, Nm^{-2}$ වේ. එම ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය $4 \times 10^3 \, kgm^{-3}$ වේ නම් සිය බර යටතේ නොබිඳෙන පරිදි මෙම ද්‍රව්‍යයෙන් සෑදි කම්බියකට ගත හැකි උපරිම දිග වන්නේ,

1. 10 m 2. 15 m 3. 25 m 4. 35 m 5. 40 m

06. රූපයේ දැක්වෙන්නේ එකම ද්‍රව්‍යයෙන් සෑදි ඒකාකාර නොවන හරස්කඩකින් යුත් දෙකෙලවර දෘඪ ආධාරක වලට සවිකල දණ්ඩකි. දැක්වෙන පරිදි එහි මැදින් රත් කල විට



A. දණ්ඩේ ආතති බලයක් හට ගනී.
B. වම් කෙලවරෙහි ප්‍රත්‍ය බලය උපරිම අගයක් ගනී.
C. දණ්ඩ දෘඪ ආධාරක දෙකක් අතර ඇති බැවින් එහි දිග වැඩිවීමක් සිදු නොවේ. එබැවින් එහි වික්‍රියාවක් ඇති නොවේ.

ඉහත ප්‍රකාශවලින් සත්‍ය වන්නේ,

1. A පමණි 2. B පමණි 3. C පමණි 4. A හා B පමණි 5. B හා C පමණි

07. කම්බියකින් එල්ලා ඇති භාරය 3 kg සිට 5 kg දක්වා ක්‍රමයෙන් වැඩි කිරීමේදී එහි විතතිය 0.9 mm සිට 1.5 mm දක්වා වැඩිවිය. මෙම කාලය තුල කම්බියේ ගබඩා වූ ප්‍රත්‍යස්ථතා විභව ශක්තියෙහි වැඩි වීම වන්නේ,

1. 2.4 mJ 2. 4.8 mJ 3. 6 mJ 4. 24 mJ 5. 48 mJ

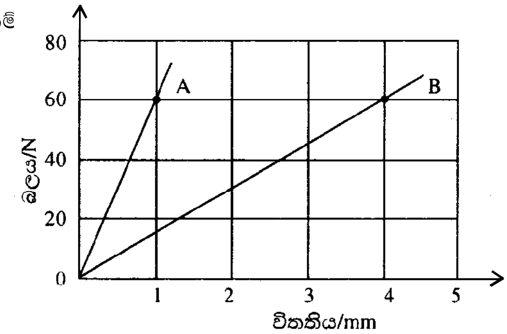
08. හරස්කඩ A වූ කම්බියක් $2l$ පරතරයෙන් පිහිටි දෘඪ ආධාරක දෙකක් අතර ඇද ඇත. එහි මධ්‍ය ලක්ෂයෙන් W භාරයක් එල්ලූ විට මධ්‍ය ලක්ෂයේ ඇතිවන පාතනය x වේ. $x << l$ නම් කම්බියේ හටගත් වික්‍රියාව වන්නේ,

1. $\frac{2x^2}{l^2}$ 2. $\frac{x^2}{l^2}$ 3. $\frac{x^2}{2l^2}$ 4. $\frac{x^2}{4l^2}$ 5. $\frac{4x^2}{l^2}$

09. එකම ද්‍රව්‍යයෙන් සාදා ඇති එකම මුල් දිගින් යුත් A හා B නම් කම්බි දෙකක බලය - විතතිය ප්‍රස්තාර රූපයේ දැක්වේ.

$\frac{\text{A හි විෂ්කම්භය}}{\text{B හි විෂ්කම්භය}}$ යන අනුපාතය වනුයේ

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

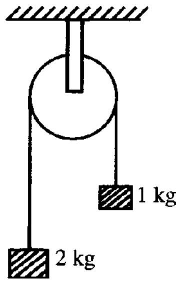


10. බර W වන L දිගින් යුත් කම්බියක එක් කෙලවරක් දෘඪ ආධාරකයකට ඇඳා අනෙක් කෙලවරින් W^1 භාරයක් එල්වනු ලැබේ. A යනු කම්බියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය නම් පහල කෙලවරේ සිට $\frac{3l}{4}$ දුරකදී ප්‍රත්‍ය බලය වන්නේ,

1. $\frac{W^1}{A}$ 2. $\frac{\left(W^1 + \frac{W}{4}\right)}{A}$ 3. $\frac{\left(W^1 + \frac{3W}{4}\right)}{A}$ 4. $\frac{W^1 + W}{A}$ 5. $\frac{3W^1}{4A}$

11. සුමට කප්පියක් උඩින් වැටී ඇති ලෝහ කම්බියක දෙකෙලවරින් 1 kg හා 2 kg භාර එල්ලා තිබේ. කම්බියේ භේදක ප්‍රත්‍ය බලය $\frac{40}{3\pi} \times 10^6\ Nm^{-2}$ නම් නොබිඳෙන පරිදි කම්බියට ගත හැකි කුඩාම අරය වන්නේ,

1. 0.2 mm 2. 0.5 mm
3. 1 mm 4. 1.5 mm
5. 2 mm



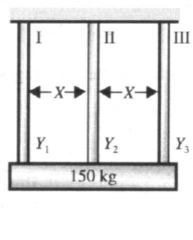
12. භේදක ප්‍රත්‍ය බලය $4.8 \times 10^7\ Nm^{-2}$ වූ 0.3 m දිගැති කම්බියක එක් කෙලවරකට 10 kg ස්කන්ධයෙන් යුත් කුඩා වස්තුවක් ඇඳා තිබේ. කම්බියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය $10^{-6}\ m^2$ නම් කම්බිය නොකැඩෙන පරිදි එය තිරස් වෘත්තයක කරකැවිය හැකි උපරිම කෝණික ප්‍රවේගය වන්නේ,

1. $2\ rad\ s^{-1}$ 2. $4\ rad\ s^{-1}$ 3. $8\ rad\ s^{-1}$ 4. $10\ rad\ s^{-1}$ 5. $32\ rad\ s^{-1}$

13. A හා B නැමැති සමාන පරිමාවෙන් යුත් එකම ද්‍රව්‍යයෙන් සෑදූ දඬු දෙකකට එකම බලයක් යොදා තිබේ. A හි විෂ්කම්භය B හි විෂ්කම්භයෙන් අඩක් නම් A හි විතතිය, B හි විතතියට දරන අනුපාතය වන්නේ,

1. 2 2. 4 3. 8 4. 16 5. 32

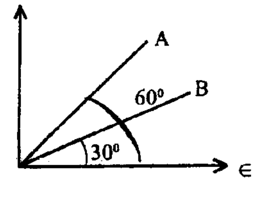
14. 150 kg ක ඒකාකාර භාරයක් දක්වා ඇති පරිදි සමාන දිගැති සමාන හරස්කඩින් යුත් කම්බි තුනකින් තිරස්ව එල්ලා තිබේ. i හා iii කම්බි භාරයේ දෙකෙලවරට සම්බන්ධිත අතර ii කම්බිය මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයට සම්බන්ධ කර තිබේ. $Y_2 = 2Y_1$ වේ.
පහත දැක්වෙන ප්‍රකාශ සලකන්න.
A. i හා iii කම්බි එකම ද්‍රව්‍යයෙන් සාදා තිබිය යුතුමය.
B. i හා iii කම්බි වල ආතති සෑම විටම සමාන වේ.
C. ii කම්බියේ ආතතිය 750 N වේ.



ඉහත ප්‍රකාශ වලින් සත්‍ය වන්නේ,
1. A පමණි. 2. B පමණි. 3. C පමණි. 4. A හා B පමණි.
5. A, B හා C යන සියල්ලම

15. A හා B නැමැති කම්බි දෙකක ප්‍රත්‍ය බල (σ) වික්‍රියා (∈) සටහන රූපයේ දැක්වේ. A හා B හි යං මාපාංක Y_A හා Y_B නම්,

1. $Y_B = 2Y_A$ 2. $Y_A = Y_B\ \frac{1}{2}$ 3. $Y_B = 3Y_A$
4. $Y_A = 3Y_B$ 5. $Y_B =\ \ \ \ Y_A$



පිළිතුරු - අභ්‍යාස

01. 2.5×10^{8} Nm^{-2}, 1.33×10^{-3}, 1.9×10^{11} Nm^{-2}
02. 10 ms^{-2} ඉහළට, 1×10^{-4}
03. 3.2×10^{-3}
04. 0.6 mm
05. 7 rev s^{-1}
06. $T\sqrt{1+\frac{mg}{AY}}$
07. 20 J
08. 8 N
09. 16 J
10. $\frac{3}{4}$
11. 0.22 J
12. 20 ms^{-1}
13. 32 ms^{-1}
14. 9.6×10^{8} Nm^{-2}
15. 162.5 ^{0}C, 5.5×10^{4} N
16. 8.39×10^{7} Nm^{-2}
18. i. 1.2×10^{-3} m, 0.6×10^{-3} m ii. 3.99×10^{4} N iii. වමට 0.002 mm
19. i. 130 ^{0}C ii. 6.28 mm iii. 45 000 N v. 1.8×10^{6} Nm^{-2}
20. i. A සිට 70 cm දුරින් ii. A සිට 60 cm දුරින්
21. A සිට 61.5 cm දුරින්
22. 8 cm
23. i. 500 kg, 8.75×10^{-4} m ii. 1.75×10^{3} kg
24. i. 0.2 mm ii. 15 N, 0.15 mm iii. 65 N, 0.65 mm
25. 2.64×10^{7} Nm^{-2}
26. 108 J
27. i. a - සමානුපාතික සීමාව b - භේදක ලක්ෂය
    ii. 2×10^{10} N m^{-2}, 4×10^{4} J m^{-3} iii. a. 1.2×10^{-3} m b. 9.6×10^{5} N
28. යකඩ කම්බිය හරහා යන මධ්‍යස්ථය මත යකඩ කම්බියේ සිට $2\sqrt{\frac{3a}{7}}$ දුරින්
29. සමාන පාද මත 800 N බැගින් දිග වැඩි පාදය මත 1600 N
30. i. 132.8 N ii. 0.044 J

පිළිතුරු – MCQ

01. 1	02. 2	03. 4	04. 2	05. 3
06. 2	07. 4	08. 3	09. 2	10. 3
11. 3	12. 2	13. 4	14. 5	15. 4

සටහන්

සටහන්

F:\B\S~\2025 - T - U10 - Part I.pm7_Net 01 2025/03/26
Asanka Printers - 0777 555 399