අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

භෞතික විද්‍යාව

12 ශ්‍රේණිය

සම්පත් පොත

01 ඒකකය - මිනුම

02 ඒකකය - යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

භෞතික විද්‍යාව
සම්පත් පොත
12 ශ්‍රේණිය
ඒකක 01, 02

පළමු මුද්‍රණය - 2020

ISBN 978 - 955 - 654 - 882 - 2

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ප්‍රකාශනය: මුද්‍රණාලය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

මුද්‍රණය: සිසාරා ප්‍රින්ට්වේ ප්‍රයිවට් ලිමිටඩ්
නො. 110, පාගොඩ පාර,
පිටකෝට්ටේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

සාමාන්‍ය අධ්‍යාපනයේ ගුණාත්මකභාවය වර්ධනය කිරීම සඳහා ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් වරින් වර අවස්ථානුකූලව විවිධ පියවර ගනු ලැබේ. අදාළ විෂය සඳහා සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවන් එක් පියවරකි.

12 සහ 13 ශ්‍රේණිවල විෂය නිර්දේශය සහ ගුරු අත්පොත් මඟින් යෝජිත ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීම් ක්‍රියාවලිය සාර්ථකව ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා සහාය කර ගනු පිණිස මේ අතිරේක කියවීම් පොත ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් සකස් කර ඇත.

මේ ග්‍රන්ථය මඟින් විෂය නිර්දේශයට අදාළ විෂය කරුණු සැපයීම ඔස්සේ විෂය සන්ධාරය ඉගෙනීමට සිසුන්ට ද පහසුකම් සැපයෙනු ඇත.

මෙය සම්පාදනය කිරීමට සම්බන්ධ වූ ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයට හා බාහිර විෂය විශේෂඥයන්ට මාගේ කෘතඥතාව පළ කරමි.

ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්‍ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ.පො.ස (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කීකරණයට ලක් කළ නව විෂයමාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවැති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි.

මෙම කාර්යයේ දී අ.පො.ස (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, භෞතික විද්‍යාව හා ජීව විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර ඊට සමගාමීව ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදි. විෂයමාලවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම් ඉගැන්වීමේ අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරන ලදි. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වා දෙන ලදි.

පෙර පැවති ගුරු මාර්ගේපදේශ සංග්‍රහයේ ඉගෙනුමට අපේක්ෂිත විෂය කරුණු පෙළගස්වා තිබුණු අතර, අලුතෙන් හඳුන්වා දුන් ගුරු අත්පොතෙහි විෂය කරුණු කිසිවක් ඇතුළත් කර නැත. ගුරු අත්පොත මඟින් ගුරුභවතුන්ට සිය ඉගෙනුම් අවස්ථා සැලසුම් කිරීම හා ඇගයීම යන ක්‍රියාවලි සඳහා පමණක් අත්වැල සපයා ඇත.

ගුරු අත්පොතෙහි ඉගෙනුම් ඵල මඟින් විෂය සීමා හඳුන්වා දී තිබුණ ද සමස්තයක් ලෙස විෂය කරුණුවල සීමා හඳුනා ගැනීමට ගුරු අත්පොත පමණක් ප්‍රමාණවත් නොවීමට ඉඩ ඇත. එබැවින් විෂය සන්ධාරය සරලව විස්තර කෙරෙන පරිශීලන ග්‍රන්ථයක අවශ්‍යතාව මතු විය. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත අන්තර්ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය කිරීම පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පර විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අබිබවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට එම ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මඟින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මවුභාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට සිසුන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රයවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු සොයා ගැනීම වෙනුවට, විෂයමාලාව මඟින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට නිවැරදිව ලබා ගැනීමට වේ. ග්‍රන්ථය උපකාර වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශේෂඥ ගුරුභවතුන් හා විශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමලා කමිටුවෙන් ද අධ්‍යයන මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පත් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිර්දේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ
විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අනුශාසකත්වය :

ආචාර්ය ටී. ඒ. ආර්. ජේ. ගුණසේකර

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල් - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම

ආචාර්ය ඒ. ඩී. අසෝක ද සිල්වා මයා

අධ්‍යක්ෂ විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ආර්. එස්. ජේ. පී. උඩුපෝරුව

හිටපු අධ්‍යක්ෂ - විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

සංස්කරණය:

පී. මලවිපතිරණ - ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ආචාර්ය එම්. එල්. එස්. පියතිස්ස - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ආර්. ඒ. අමරසිංහ මෙණෙවිය - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

එම්. ආර්. පී. අයි. ජේ. හේරත් මිය - හිටපු සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය උපදේශනය :

ආචාර්ය අයි. කේ. පෙරේරා - භෞතික විද්‍යා පිළිබඳ හිටපු ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය
සබරගමුව විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය එස්. ආර්. ඩී. රෝසා - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය,
කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය එල්. ආර්. ඒ. කේ. බණ්ඩාර- භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය,
පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය

ආචාර්ය එම්. කේ. ජයනන්ද - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය,
කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය ජේ. සී. එන්. රාජේන්ද්‍ර - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය,
විවෘත විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය ඩී. ඩී. එන්. බී. දයා - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය,
කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ලේඛක මණ්ඩලය

ඩබ්. ඒ. ඩී. රත්නසූරිය	- හිටපු ප්‍රධාන ව්‍යාපෘති නිලධාරි , ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
බී. ඒ. තිලකරත්න	- හිටපු ශ්‍රී ලංකා අධ්‍යාපන පරිපාලන සේවය, හිටපු ව්‍යාපෘති නිලධාරි, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
එච්. එස්. කේ. විජයතිලක	- හිටපු ශ්‍රී ලංකා අධ්‍යාපන පරිපාලන සේවය
ඩී. එස්. විතානච්චි	- හිටපු ප්‍රධාන ව්‍යාපෘති නිලධාරි, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
පී. වික්‍රමසේකර	- ගුරු සේවය, බෞද්ධ බාලිකා විද්‍යාලය, ගල්කිස්ස
ජී. පී. කේ. සුමතිපාල	- සුමතිපාල ගුරු උපදේශක (විද්‍යා), කලාප අධ්‍යාපන කාර්යාලය, වලස්මුල්ල
එස්. ආර්. ජයකුමාර්	- ගුරු සේවය, රාජකීය විද්‍යාලය, කොළඹ
සතිතා ගුණරත්න මිය	- ගුරු සේවය, ආනන්ද විද්‍යාලය, කොළඹ
සුජීව දිසානායක	- ගුරු සේවය, ඉසිපතන විද්‍යාලය, කොළඹ

භාෂා සංස්කරණය - ජයත් පියදසුන්
ප්‍රධාන උපකර්තෘ - සිළුමිණ, ලේක්හවුස්

පරිගණක සැකසුම - ආර්. ආර්. කේ. පතිරණ මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විවිධ සහාය - ඩබ්. පී. පී. වීරවර්ධන මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මංගල වැලිපිටිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
රංජිත් දයාවංශ - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පටුන		පිටු

මිනුම

යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමුවන පරිච්ඡේදය

භෞතික විද්‍යාවේ හැඳින්වීම
Introduction to Physics

මිනිස් ඉතිහාසය දෙස බලන විට අද මිනිසාගේ අභිවෘද්ධිය පිණිස යොදා ගෙන ඇති බොහෝ සොයා ගැනීම් සඳහා පදනම් වී ඇත්තේ විද්‍යාවයි. ලෝකය පුරා විහිදී යන තොරතුරු ජාල, විද්‍යුත් සන්නිවේදන මාධ්‍ය මගින් ජගත් ප්‍රජාව ම කුඩා ගම්මානයක වෙසෙන්නන් බවට පත් වී ඇත. වෛද්‍ය විද්‍යාවේ සියලු හාස්කම්වල ද, නූතන තාක්ෂණික දියුණුවේ ද පදනම විද්‍යාවයි. මෙයින් වඩාත් කැපී පෙනෙන්නේ භෞතික විද්‍යාත්මක සොයා ගැනීම් බව පැවසීම අතිශයෝක්තියක් නොවේ.

1.1 රූපය ඉලෙක්ට්‍රෝන අණ්වීක්ෂය

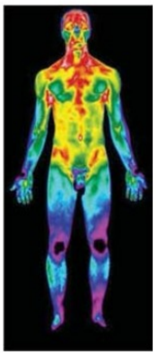
1.2 රූපය හබ්ල් දූරේක්ෂය

ඉතා සියුම් ආලෝක අණ්වීක්ෂයකට පවා නොපෙනෙන වෛරසයක ආකාරය පැහැදිලිව බලා ගත හැකි ඉලෙක්ට්‍රෝන අණ්වීක්ෂයේ සිට ඈත විශ්වයේ මේ වන විටත් ඉපදෙන හෝ මිය යන තාරකාවක් දැක බලා ගැනීමට හැකි හබ්ල් දූරේක්ෂය දක්වා මිනිසාගේ දෘශ්‍ය පරාසය පුළුල් කළ හැකි උපකරණ නිර්මාණය සඳහා ඉවහල් වන්නේ ද භෞතික විද්‍යාවයි.

1.3 රූපය කොන්කෝඩ් වර්ගයේ අහස් යානය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කරත්තයෙන් ගමන් කළ මිනිසා ශබ්දයේ වේගය පරදවන කොන්කෝඩ් වර්ගයේ අහස් යානයක ගමන් කළ හැකි තරම් ප්‍රවාහන පහසුකම් දියුණු කර ගත්තේ ද භෞතික විද්‍යාත්මක සොයා ගැනීම් නිසා ය.



1.4 රූපය අධෝරක්ත කිරණ මගින් අඳුරේදී ගත් ඡායාරූපයක්

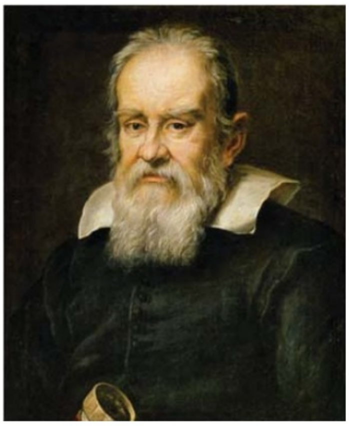
1.5 රූපය අධිපීඩන ජල පිහිරක්

වෛද්‍ය නලාවේ සිට අල්ට්‍රා සවුන්ඩ් ස්කෑන්, CT ස්කෑන් සහ MRI ස්කෑන් වැනි වෛද්‍ය විද්‍යාවේ රෝග විනිශ්චය සඳහා භාවිත කරන නූතන වෛද්‍ය උපකරණ දක්වා සොයාගැනීම්වල සංවර්ධනයට පදනම් වී ඇත්තේ භෞතික විද්‍යාවයි.

මෙවැනි විශිෂ්ට නිර්මාණ බිහි වීම සඳහා විද්‍යාඥයන්ගේ සොයා ගැනීම්වලින් ලැබුණු දායකත්වය අගය කළ යුතු වේ. ගැලීලියෝ, නිව්ටන්, රොබට් බොයිල්, ඇල්බට් අයින්ස්ටයින්, ස්ටීවන් හෝකින්ස් වැනි විද්‍යාඥයන්ගෙන් මෙහි ලා ඉටු වූ සේවය ඉමහත් ය.

භෞතික විද්‍යාත්මක පරීක්ෂණයන්හි යෙදෙමින් එම ක්ෂේත්‍රයේ වැදගත් සොයා ගැනීම් කළ ආරම්භක විද්‍යාඥයන් අතර ගැලීලියෝ ගැලීලි (1564-1642) ප්‍රථමයෙන් සඳහන් කළ හැකි ය.

කාලය මැනීම පිළිබඳ විප්ලවීය වෙනසක් ඇති කිරීමට හේතු වූ සරල අවලම්බයේ ලාක්ෂණික ගුණ සොයා ගත්තේ මොහු විසිනි. චලිතය පිළිබඳ මූලධර්ම, ගැලීලියෝ දූරේක්ෂය ආදි සොයා ගැනීම් මගින් භෞතික විද්‍යාවේ ඉදිරි ගමනට ඔහුගෙන් සිදු වූ මෙහෙය ඉතා වැදගත් ය.



1.6 රූපය ගැලීලියෝ ගැලීලි

1.7 රූපය සර් අයිසැක් නිව්ටන්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

භෞතික විද්‍යාවේ සොයාගැනීම් රාශියකට දායක වූ ශ්‍රේෂ්ඨ විද්‍යාඥයකු ලෙස සර් අයිසැක් නිව්ටන් (1642-1727) හඳුන්වා දිය හැකි ය. ඔහුගේ සොයා ගැනීම් අතර ගුරුත්වාකාර්ෂණය, ගණිතයේ නව නැම්මක් ඇති කළ කලනයේ මූලික සංකල්ප සහ හිරු එළියේ සංඝටක වර්ණ සොයා ගැනීම ද වැදගත් වේ.

මේ කාලයේදී ම විසූ රොබට් බොයිල් (1627-1691) වායු පිළිබඳ පර්යේෂණ කටයුතුවල නියැළෙමින් කළ මූලික සොයා ගැනීම් වර්තමානයේ දී ද රසායන විද්‍යාවේ බහුල ව භාවිත කෙරෙන අතර, භෞතික විද්‍යාත්මක කටයුතුවල දී ද භාවිත වේ.

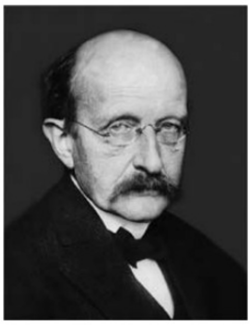
භෞතික විද්‍යාත්මක සිදුවීම් විස්තර කිරීමට එවකට පිළිගෙන තිබූ වාද වෙනසකට යොමු කරමින් සාපේක්ෂතාවාදය වැනි නූතන නිර්මාණාත්මක සංකල්ප ඉදිරිපත් කළ ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් (1879-1955) විසි වැනි ශත වර්ෂයේ දී නූතන ගණිතමය භෞතික විද්‍යාව සහ ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණය සඳහා නොබෙල් ත්‍යාගය ද හිමි කර ගත්තේ ය.

1.8 රූපය ඇල්බට් අයින්ස්ටයින්

1.9 රූපය ස්ටීවන් හෝර්කින්ස්

මෑත යුගයේ දි තාරකා විද්‍යාඥයින්ට පැහැදිලි කිරීමට නොහැකි වූ කළුකුහර (Black Holes) ඉතා අධික ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර ලෙස ස්ටීවන් හෝකින්ස් (1942-2018) විසින් භෞතික විද්‍යාත්මක හා ගණිතමය මූලධර්ම ඇසුරෙන් පැහැදිලි කරන ලදි.

මෑත යුගය වන තෙක් ම ආලෝකය සහ අනෙක් විද්‍යුත් චුම්බක තරංග සන්තතික ශක්ති ධාරාවක් ලෙස සලකන ලදි. ආලෝකයේ තරංග ස්වභාවය පමණක් සැලකීමෙන් ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණය වැනි සංසිද්ධි පැහැදිලි කිරීම අපහසු කාර්යයක් විය. මෙවැනි ගැටලුවලට විසඳුමක් ලෙස මැක්ස් ප්ලාන්ක් (1854-1947) විසින් ක්වොන්ටම්වාදය ඉදිරිපත් කරන ලදි. පරමාණුවක පිටත කක්ෂයක පිහිටි ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ඇතුළත කක්ෂයකට වැටීමේ දී එම ශක්ති මට්ටම් අතර වෙනසට සමාන ශක්ති පොදියක් හෙවත් ක්වොන්ටමයක් නිදහස් වන බව ඔහුගේ අදහස විය.



1.10 රූපය මැක්ස් ප්ලාන්ක්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විවිධ විද්‍යාඥයන්ගේ විවිධ සොයා ගැනීම්වලින් සහ වාදයන්ගෙන් භෞතික විද්‍යාව ශීඝ්‍ර දියුණුවක් ලබා ඇත. මේ සංවර්ධනයට මූලික පදනම වී ඇත්තේ විද්‍යාත්මක ක්‍රමයයි.

විද්‍යාව හදාරන්නකු තුළ විද්‍යාත්මක ක්‍රමය පිළිබඳ අවබෝධයක් තිබීම වැදගත් වේ. ස්වභාව ධර්මය නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් ලබා ගන්නා අත්දැකීම් යම් කිසි විධිමත් පදනමක් මත එක්රැස් කිරීම මෙහි මූලික පියවරක් සේ සැලකිය හැකි ය. එම සංසිද්ධි විස්තර කිරීමට කල්පිත, මූලධර්ම, නියම ආදිය ගොඩනඟනු ලැබේ. එම කල්පිත හා මූලධර්ම විස්තර කිරීමට හැකි වන සේ ආකෘති ද පිළියෙල කෙරේ. ආකෘතිවල නිරවද්‍යතාව තවදුරටත් පරීක්ෂා කිරීමට විධිමත් පරීක්ෂණ ක්‍රම ද උපයෝගී කර ගැනේ. මෙවැනි පරීක්ෂණවල ප්‍රතිඵල මත තහවුරු වූ ආකෘති මගින් යම් යම් පෙරැයීම් කෙරෙන අතර, ඒවායේ සාර්ථක භාවය හෝ අසාර්ථක භාවය මත නව අත්දැකීම් ද එක්කොට ආකෘති සංවර්ධනය කරනු ලැබේ. මෙසේ නොකඩවා කරනු ලබන සංවර්ධන ක්‍රියාවලිය විද්‍යාත්මක ක්‍රමය ලෙස හැඳින්වේ.

විද්‍යාත්මක ක්‍රමය

විද්‍යාත්මක ක්‍රමයේ පියවර

- නිරීක්ෂණය
- කල්පිතය
- පරීක්ෂණය
- වාදය හෝ නියමය
- පුරෝකථනය

- නිරීක්ෂණය

  විද්‍යාත්මක ක්‍රමයේ පළමු පියවර දත්ත එකතු කිරීම සඳහා නිරීක්ෂණය යි. දත්ත සරල නිරීක්ෂණ මගින් ලබා ගත හැකි හෝ ඒවා පරීක්ෂණාත්මක ප්‍රතිඵල විය හැකි යි.

- කල්පිතය

  කල්පිතය යනු එම තාර්කික හෝ පරීක්ෂණාත්මක ප්‍රතිඵලය ලබා ගැනීමට සහ එය පරීක්ෂා කිරීම සඳහා කරනු ලබන උපකල්පනය යි. කල්පිතය පරීක්ෂා කිරීම පරීක්ෂණයක් ලෙස හැඳින්වේ.

- පරීක්ෂණය

  යම් දෙයක් අනාවරණය, සෝදිසි හෝ ආදර්ශනය කිරීමට ක්‍රියාත්මක කරන පාලිත ක්‍රියා පිළිවෙල පරීක්ෂණයක් වේ. කල්පිතය වලංගු දැයි නිගමනය කිරීමට පරීක්ෂණ සිදු කරනු ලැබේ. පරීක්ෂණයේ ප්‍රතිඵල කල්පිතයට උපකාරයක් නොවේ නම් පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රියා පිළිවෙල සෝදිසි කළ යුතු වේ. ක්‍රියා පිළිවෙල ප්‍රතිවර්ත කළ විට ද ප්‍රතිඵල තවදුරටත් කල්පිතයට පරස්පර විරෝධී වේ නම්, එවිට මුල් කල්පිතය විකරණය කළ යුතු වේ. එවිට විකරණය කළ කල්පිතය පරීක්ෂා කිරීමට වෙනත් පරීක්ෂණයක් සැලසුම් කළ යුතු ය.

- වාදය

  පරීක්ෂණාත්මක ප්‍රතිඵල කල්පිතය තහවුරු කරයි නම් කල්පිතය ස්වභාවයේ කිසියම් පැතිකඩක් පිළිබඳ වාදයක් බවට පත්වන අතර එය නිරීක්ෂිත කරුණු මත පදනම් වූ විද්‍යාත්මකව පිළිගත හැකි පොදු මූලධර්මයක් වේ.

- පුරෝකථනය

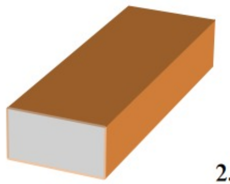
  නව වාදය සූක්ෂමව විශ්ලේෂණය කිරීමෙන්, ස්වභාවයේ සමහර නොදන්නා අංශයන් පිළිබඳ පුරෝකථනය කළ හැකි ය.

දෙවන පරිච්ඡේදය

භෞතික රාශි හා ඒකක
Physical Quantities and Units

භෞතික පද්ධතියක් තුළ යම් ගුණයක් ඍජු ව හෝ වක්‍ර ලෙස මැනිය හැකි නම් එය භෞතික රාශියක් ලෙස හැඳින්විය හැකි ය.

උදාහරණ 1 -



2.1 රූපය

රූපයේ දක්වෙන හැඩය ඇති ලී කුට්ටියක් විස්තර කිරීමට ඇතැයි සිතන්න. එහි දිග, පළල, උස, ස්කන්ධය, පරිමාව, ඝනත්වය ආදි භෞතික රාශි සැලකිය හැකි ය. මේවායින් දිග, පළල, උස ආදිය කෙළින් ම මැන ගත හැකි අතර පරිමාව, ඝනත්වය ආදිය ගණනය කළ හැකි ය.

උදාහරණ 2 -

රථයක චලිතය විස්තර කිරීමේ දී, යම් ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර රථය ගිය දුර, එම දුර ගමන් කිරීමට ගත වන කාලය, රථයේ වේගය හෝ ප්‍රවේගය සහ ත්වරණය ආදි භෞතික රාශි යොදා ගත හැකි ය.

මිනුම්වලට විශාලත්වයක් හා ඒකකයක් ඇති අතර ඇතැම් විට දිශාවක් ද පවතී. දිග මැනීමට තෝරා ගෙන ඇති අන්තර්ජාතික ඒකකය මීටරයයි. දිග ඉතා කුඩා අගයයන්හි සිට ඉතා විශාල අගයන් දක්වා මැනීමට සිදු වේ. එවැනි මිනුම් පරාස තුළ පිහිටි වස්තු කිහිපයකට අදාළ වගුවක් පහත දැක්වේ.

2.1 වගුව - වස්තු කිහිපයකට අදාළ මිනුම් පරාස

වස්තුව	දුර පරාසය (m)
ප්‍රෝටෝනයක විෂ්කම්භය	10^{-15}
බැර පරමාණුවක න්‍යෂ්ටියේ විෂ්කම්භය	10^{-14}
γ කිරණවල තරංග ආයාමය	10^{-12}
ස්ඵටිකරූපී ඝන ද්‍රව්‍යයක පරමාණු අතර සමාන්‍ය දුර	10^{-10}
කාමරයක් තුළ වාතයේ අණු අතර දුර	10^{-8}
දෘශ්‍ය ආලෝකයේ තරංග ආයාමය	10^{-7}
රතු රුධිරාණුවක විෂ්කම්භය	10^{-5}
කඩදාසියක ඝනකම	10^{-4}
ජනේල වීදුරු තහඩුවක ඝනකම	10^{-3}
පැන්සලයක විෂ්කම්භය	10^{-2}

වස්තුව	දුර පරාසය (m)
පැන්සලක දිග	10^{-1}
ළමයකුගේ උස	$10^{0}=1$
තෙමහල් ගොඩනැගිල්ලක උස	10^{1}
පාපන්දු ක්‍රීඩා පිටියක දිග	10^{2}
මුහුදේ උපරිම ගැඹුර	10^{4}
චන්ද්‍රයාගේ විෂ්කම්භය	10^{6}
පෘථිවියේ විෂ්කම්භය	10^{7}
පෘථිවියේ සිට චන්ද්‍රයාට දුර	10^{8}
සූර්යාගේ විෂ්කම්භය	10^{9}
සූර්යාගේ සිට පෘථිවියට දුර	10^{11}
සූර්යාගේ සිට සෙනසුරු ග්‍රහයාට දුර	10^{12}
ළඟ ම පිහිටි තරුවට දුර	10^{17}
නිරීක්ෂිත විශ්වයේ කෙළවර	10^{27}

කාලය මැනීමේ දී ද ඉතා කුඩා අගයයන්හි සිට ඉතා විශාල අගයයන් දක්වා මිනුම් ඇත.

2.2 වගුව - කාලය සම්බන්ධ මිනුම්

සිදුවීම	ගත වන කාලය (s)
පරමාණුක න්‍යෂ්ටියක් හරහා ආලෝකය ගමන් කිරීමට	10^{-24}
පරමාණුක න්‍යෂ්ටියක් තුළ ප්‍රෝටෝනයක් එක් වරක් භ්‍රමණය වීමට	10^{-22}
බැර පරමාණුවක අභ්‍යන්තර කක්ෂයක ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් න්‍යෂ්ටිය වටා පරිභ්‍රමණය වීමට	10^{-20}
හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවේ ඉලෙක්ට්‍රෝනය ප්‍රෝටෝනය වටා පරිභ්‍රමණය වීමට	10^{-15}
ජනෙල් විදුරු තහඩුවක් තුළින් ආලෝකය ගමන් කිරීමට	10^{-11}
පන්ති කාමරය හරහා ආලෝකය ගමන් කිරීමට	10^{-8}
අධි සංඛ්‍යාත ධ්වනි ස්වරයක එක් කම්පනයක් සඳහා	10^{-4}
විදුලි පංකාවක් එක් වටයක් භ්‍රමණය වීමට	10^{-2}
රයිෆල් උණ්ඩයක් පාපන්දු ක්‍රීඩා පිටියක් හරහා යෑමට	10^{-1}
අවලම්බ ඔරලෝසුවක බට්ටාගේ ආවර්ත කාලය	$10^{0}=1$
කෙටි දුර ධාවකයකුට මීටර 100 දිවීමට	10^{1}
සූර්යාගේ සිට පෘථිවියට ආලෝකය ගමන් කිරීමට	10^{3}
පෘථිවියට තම අක්ෂය වටා එක් වරක් භ්‍රමණය වීමට (දින 1ක්)	10^{5}
පෘථිවියට සූර්යයා වටා එක් වරක් පරිභ්‍රමණය වීමට (අවු 1ක්)	10^{7}
මිනිසකුගේ ආයු කාලය	10^{9}
රේඩියම්වල අර්ධ-ආයු කාලය	10^{10}

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සිදුවීම	ගත වන කාලය (s)
ක්‍රිස්තු යුගයේ සිට වර්තමානය තෙක් කාලය	10^{11}
ආදිතම මිනිස් යුගයේ සිට වර්තමානය තෙක් කාලය	10^{13}
සූර්යයාට, මන්දාකිණිය වටා එක් වරක් පරිභ්‍රමණය වීමට	10^{16}
පැරණිතම පොසිලයේ වයස්	10^{17}
සාමාන්‍ය තරුවක් ලෙස සූර්යයා පවතී යැයි අපේක්ෂිත ආයු කාලය	10^{18}

2.3 වගුව - ස්කන්ධය සම්බන්ධ මිනුම් පරාස

වස්තුව	ස්කන්ධයේ ගණය (kg)
මන්දාකිනිය	10^{41}
තාරකාවක්	10^{32} - 10^{28}
සූර්යයා	10^{30}
පෘථිවිය	10^{25}
චන්ද්‍රයා	10^{22}
විශාල ගුවන්යානයක්	10^{6}
අලියෙක්	10^{4}
මිනිසෙක්	10^{2}
බල්ලෙක්	10^{1}
ජලය ලීටරයක්	$10^{0} = 1$
ඇපල් ගෙඩියක්	10^{-1}
සරල ජීව සෛලයක්	10^{-10}
රක්තාණුවක්	10^{-22}
බැර පරමාණුවක්	10^{-25}
ප්‍රෝටෝනයක්	10^{-27}
ඉලෙක්ට්‍රෝනයක්	10^{-31}

අන්තර්ජාතික ඒකක ක්‍රමය - SI

2.4 වගුව - SI ක්‍රමය අනුව මූලික රාශි හත සහ ඒවාට අනුරූප අන්තර්ජාතික ඒකක

මූලික රාශිය	ඒකකය	ඒකකයේ සංකේතය
දිග	මීටරය	m
ස්කන්ධය	කිලෝග්‍රෑමය	kg
කාලය	තත්පරය	s
තාපගතික උෂ්ණත්වය	කෙල්විනය	K
විද්‍යුත් ධාරාව	ඇම්පියරය	A
ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය	මවුල	mol
දීප්ත තීව්‍රතාව	කැන්ඩෙලාව	cd

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.5 වගුව - පරිපූරක SI ඒකක

රාශිය	ඒකකය	ඒකකයේ සංකේතය
තල කෝණය	රේඩියනය	rad
ඝන කෝණය	ස්ටරේඩියනය	sr

SI මූල ඒකකවල අර්ථ දැක්වීම

මීටරය (m) — මීටරය වූකලි ක්‍රිප්ටන් - 86 පරමාණුවේ $2p^{10}$ ද $5d^5$ ද යන තලා (මට්ටම්) අතර සංක්‍රමණයට අනුරූප විකිරණයෙහි රික්තය තුළ තරංග ආයාම 1,6507,63.73කට සමාන දිග ය.

තත්පරය (s) — තත්පරය වූ කලි සීසියම් - 133 පරමාණුවේ භූමි අවස්ථාවෙහි අධිසූක්ෂ්ම තලා (මට්ටම්) දෙක අතර සංක්‍රමණයට අනුරූප විකිරණයෙහි කාලාවර්ත 9,192,631,770 කට සමාන කාලච්ඡේදයයි.

ඇම්පියරය (A) — ඇම්පියරය වූ කලි රික්තයක මීටර 1ක පරතරයකින් සිටින පරිදි තැබූ අපරිමිත දිගැති, නොගිණිය යුතු තරම් වෘත්ත හරස්කඩකින් යුත්, ඍජු, සමාන්තර සන්නායක දෙකක් තුළින් යැවූ විට ඒ සන්නායක දෙක අතරේ, දිගින් මීටරයට නිව්ටන් $2x10^{-7}$ කට සමාන බලයක් ඇති කරන නියත ධාරාව වේ.

කෙල්විනය (K) — කෙල්විනය තාපගතික උෂ්ණත්ව ඒකකය වූ කලි ජලයේ ත්‍රික ලක්ෂ්‍යයේ තාපගතික උෂ්ණත්වයෙන් 1/273.16 භාගයයි.

කැන්ඩෙලාව (cd) — කැන්ඩෙලාව වූකලි වර්ග මීටරයට නිව්ටන් 101325ක පීඩනයක් යටතේ හිමායනය වන ප්ලැටිනම්වල උෂ්ණත්වයෙහි පවත්නා කෘෂ්ණ වස්තුවක වර්ග මීටර 1/600000ක පෘෂ්ඨයකින් ඊට ලම්බ දිශාවට ඇති කෙරෙන දීප්ත තීව්‍රතාවයි.

ව්‍යුත්පන්න භෞතික රාශියක SI ඒකකය එම භෞතික රාශියේ අර්ථ දැක්වීම ආශ්‍රයෙන් ලබා ගත හැකි ය. එය ලිවීමේ දී මූලික රාශි වෙන් කොට දැක්වීමට එක් එක් මූලික රාශියේ සංකේත අතර හිදැසක් තබනු ලැබේ. මූලික රාශි අතර තිත් හෝ කොමා නොතබනු ලැබේ. ඇතැම් ව්‍යුත්පන්න රාශි සඳහා භාවිත කරන විශේෂ නම් ඇත. එහෙත් ඒවා ද SI මූල ඒකක ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කළ හැකි ය.

2.6 වගුව - විශේෂ නම් නොමැති ව්‍යුත්පන්න ඒකක

රාශිය	අර්ථ දැක්වීම/ප්‍රකාශනය	SI ඒකකය
වර්ගඵලය	දිග × පළල	m^2
පරිමාව	දිග × පළල × උස	m^3
ප්‍රවේගය	$\frac{\text{විස්ථාපනය}}{\text{කාලය}}$	$m\ s^{-1}$
ත්වරණය	$\frac{\text{ප්‍රවේග වෙනස}}{\text{කාලය}}$	$m\ s^{-2}$
ඝනත්වය	$\frac{\text{ස්කන්ධය}}{\text{පරිමාව}}$	$kg\ m^{-3}$
ගම්‍යතාව	ස්කන්ධය × ප්‍රවේගය	$kg\ ms^{-1}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.7 වගුව - විශේෂ නම් සහිත ඒකක කීපයක්

රාශිය	SI ඒකකයේ විශේෂ නම	සංකේතය	අර්ථ දැක්වීම ප්‍රකාශය	අන්‍ය SI ඒකක ඇසුරෙන් ප්‍රකාශනය	මූලික ඒකක ඇසුරෙන් ප්‍රකාශනය
බලය	නිව්ටනය	N	ස්කන්ධය × ත්වරණය		$kg\ m\ s^{-2}$
පීඩනය	පැස්කලය	Pa	$\frac{\text{බලය}}{\text{වර්ගඵලය}}$	$N\ m^{-2}$	$kg\ m^{-1}s^{-2}$
කාර්යය	ජූලය	J	බලය × විස්ථාපනය	N m	$kg^2m^2s^{-2}$
ශක්තිය	ජූලය	J	කාර්යය කිරීමේ හැකියාව	N m	$kg^2m^2s^{-2}$
ක්ෂමතාව	වොටය	W	$\frac{\text{කාර්යය}}{\text{කාලය}}$	$J\ s^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-3}$
සංඛ්‍යාතය	හර්ට්සය	Hz	$\frac{\text{කම්පන ගණන}}{\text{කාලය}}$		s^{-1}
විද්‍යුත් ආරෝපණය	කූලෝමය	C	ධාරාව × කාලය		A s
විද්‍යුත් විභවය	වෝල්ටය	V	$\frac{\text{කාර්යය}}{\text{ආරෝපණ}}$	$J\ C^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-1}$
විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය	ඕමය	Ω	$\frac{\text{විභවය}}{\text{ධාරාව}}$	VA^{-1}	$kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-2}$
විද්‍යුත් ධාරිතාව	ෆැරඩය	F	$\frac{\text{ආරෝපණය}}{\text{විභවය}}$	$C\ V^{-1}$	$A^2s^4kg^{-1}m^{-2}$
චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය	ටෙස්ලාව	T	$\frac{\text{චුම්බක ස්‍රාවය}}{\text{වර්ගඵලය}}$	$Wb\ m^{-2}$	$kg\ s^{-2}A^{-1}$
දීප්ත ස්‍රාවය	ලුමනය	lm	දීප්ත තීව්‍රතාව × ඝන කෝණය	cd sr	

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2.8 වගුව - විශේෂ නම් ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කෙරෙන SI ව්‍යුත්පන්න ඒකක

රාශිය	ඒකකයේ නම SI	SI ඒකකයේ සංකේතය	SI මූල ඒකක ඇසුරෙන් ප්‍රකාශනය
එන්ට්‍රොපිය/තාප ධාරිතාව	කෙල්විනයට ජූලය	$J\,K^{-1}$	$m^2\,kg\,s^{-2}\,K^{-1}$
තාප සන්නායකතාව	මීටරයට කෙල්විනයට වොටය	$W\,m^{-1}\,K^{-1}$	$m\,kg\,s^{-3}\,K^{-1}$
පාරගම්‍යතාව	මීටරයට හෙන්රිය	$H\,m^{-1}$	$m\,kg\,s^{-2}\,A^{-2}$
පාරවේද්‍යතාව	මීටරයට ෆැරඩය	$F\,m^{-1}$	$m^{-3}\,kg^{-1}\,s^4\,A^2$
පෘෂ්ඨික ආතතිය	මීටරයට නිව්ටනය	$N\,m^{-1}$	$kg\,s^{-2}$
බලයක ඝූර්ණය	නිව්ටන් මීටරය	$N\,m$	$m^2\,kg\,s^{-2}$
විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව	මීටරයට වෝල්ටය	$V\,m^{-1}$	$m\,kg\,s^{-3}\,A^{-1}$
විද්‍යුත් ස්‍රාව ඝනත්වය	වර්ග මීටරයට කූලෝමය	$C\,m^{-2}$	$m^{-2}\,s\,A$
විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව	කිලෝග්‍රෑමයට කෙල්විනයට ජූලය	$J\,kg^{-1}\,K^{-1}$	$m^2\,s^{-2}\,K^{-1}$

භෞතික රාශියක අගය ඉතා කුඩා හෝ ඉතා විශාල වන විට එය එම ආකාරයෙන් ම ලිවීම සහ කියවීම පහසු නොවේ. එවැනි අවස්ථාවල දී SI ඒකකවල ගුණාකාර හෝ උපගුණාකාර දැක්වීමට උපසර්ග භාවිත කෙරේ.

2.9 වගුව - උපසර්ග කීපයක ගුණන සාධකය, නම සහ සංකේතය

ගුණන සාධකය	උපසර්ගයේ නම	සංකේතය
10^{18}	*එක්සා exa*	E
10^{15}	*පෙටා peta*	P
10^{12}	*ටෙරා tera*	T
10^{9}	*ගිගා giga*	G
10^{6}	*මෙගා mega*	M
10^{3}	*කිලෝ kilo*	k
10^{2}	*හෙක්ටො hecto*	h
10^{1}	*ඩෙකා deca*	da
10^{-1}	*ඩෙසි deci*	d
10^{-2}	*සෙන්ටි centi*	c

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ගුණන සාධකය	උපසර්ගයේ නම	සංකේතය
10^{-3}	*මිලි milli*	m
10^{-6}	*මයික්‍රෝ micro*	μ
10^{-9}	*නැනෝ nano*	n
10^{-12}	*පිකෝ pico*	p
10^{-15}	*ෆෙම්ටෝ femto*	f
10^{-18}	*ඇටෝ atto*	a

SI ඒකක ලිවීමේ දී පිළිපැදිය යුතු නීති

- මූල ඒකක ලිවීමේ දී අගයට දකුණු පසින් ඊට ආසන්න ව ඒකකය ලිවිය යුතු යි.

  උදාහරණ :- මීටර දහය 10 m

- අගය එකට වඩා වැඩි වුවද SI ඒකක ලිවීමේ දී බහු වචන භාවිත නොකෙරේ.

  උදාහරණ :- කිලෝග්‍රෑම් පහ 5 kg

- මූල ඒකකවල ගුණිතයක් ලෙස ඒකක ලිවීමේ දී මූල ඒකක අතර එක් පරතරයක් තැබිය යුතු ය.

  උදාහරණ :- තත්පරයට මීටර දහය 10 m s^{-1}

- යම්කිසි භෞතික රාශියක අගය උපසර්ගයක් සහිත ඒකකයක් සමඟ ලිවීමේ දී එම උපසර්ගයට අදාළ සංකේතය, එම ඒකකයේ SI සංකේතයට ඉදිරියෙන් සංකේත දෙක අතර පරතරයක් නොතබාම ලිවිය යුතු ය.

  උදාහරණ :- මිලි තත්පර ms

- කෙල්වින් පරිමාණයට අනුව උෂ්ණත්වය ලිවීමේදී අංශක පෙන්වීමට සංකේතයක් (ඉහළින් යෙදූ කුඩා බින්දුවක්) යෙදීම අවශ්‍ය නැත.

  උදාහරණ :- කෙල්වින් 303 ලියනුයේ 303 K යනුවෙනි.

තෙවන පරිච්ඡේදය

මාන
Dimensions

SI ඒකක පද්ධතියේ දී මූලික රාශි ස්කන්ධය, දිග, කාලය, විද්‍යුත් ධාරාව, තාපගතික උෂ්ණත්වය, දීප්ත තීව්‍රතාව හා ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය ලෙස හඳුන්වා ඇත. ශක්තිය, ත්වරණය ආදි අනෙකුත් රාශි ඉහත මූලික රාශි සම්බන්ධ කර ගෙන ව්‍යුත්පන්න කර ගත හැකි බැවින් ඒවා ව්‍යුත්පන්න රාශි නම් වේ. මෙසේ භෞතික රාශියක් මූලික රාශිවලට බැඳී ඇති ආකාරය දක්වන සංකේතාත්මක ප්‍රකාශනයක් එහි මාන ලෙස හැඳින්වේ. යාන්ත්‍ර විද්‍යාවේ දී හා පදාර්ථයේ ගුණ ආදිය අධ්‍යයනයේ දී බහුල ව භාවිත වන මාන, ස්කන්ධය M, දිග L හා කාලය T වේ. උෂ්ණත්වය, විද්‍යුත් ධාරාව ආදි අනෙක් රාශි සඳහා ද මාන ඇත. පහත දක්වා ඇත්තේ යාන්ත්‍ර විද්‍යාවේ දී හමු වන භෞතික රාශී කිහිපයක මාන සොයා ගන්නා ආකාරයයි.

1.10 වගුව -භෞතික රාශි කිහිපයක මාන

භෞතික රාශිය	මූලික සම්බන්ධතාව	මාන
වර්ගඵලය	දිග × පළල	L^2
පරිමාව	දිග × පළල× උස	L^3
ඝනත්වය	$\frac{\text{ස්කන්ධය}}{\text{පරිමාව}}$	ML^{-3}
ප්‍රවේගය	$\frac{\text{විස්ථාපනය}}{\text{කාලය}}$	LT^{-1}
ත්වරණය	$\frac{\text{ප්‍රවේග වෙනස}}{\text{කාලය}}$	LT^{-2}
බලය	ස්කන්ධය × ත්වරණය	MLT^{-2}

ඒකක නොමැති, වර්තන අංකය, ඝර්ෂණ සංගුණකය ආදී රාශි මාන රහිත වේ. ඒකක සහිත එහෙත් මාන රහිත රාශි ද ඇත.

උදාහරණ - තල කෝණය හා ඝන කෝණය

මානවල භාවිත කිහිපයක් පහත දක්වා ඇත.

1. භෞතික රාශි අතර දෙන ලද සම්බන්ධතාවක සත්‍යතාව පරීක්ෂා කිරීම
2. භෞතික රාශි අතර සම්බන්ධතාවක් ව්‍යුත්පන්න කිරීම

ඉහත අවස්ථා සඳහා උදාහරණ ලෙස පහත අවස්ථා අනුපිළිවෙළින් දැක්විය හැකි ය.

1. මාන භාවිතයෙන් සමීකරණයක නිරවද්‍යතාව පරීක්ෂා කිරීම

භෞතික සමීකරණයක් මඟින් භෞතික රාශි කිහිපයක් එකිනෙකට සම්බන්ධ වී ඇති ආකාරය ගණිතමය ලෙස ප්‍රකාශ වෙයි. සමීකරණයක් නිවැරදි නම් එහි දෙපැත්තේ මාන

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සමාන විය යුතු ය. සමීකරණය පද කිහිපයකින් යුක්ත නම් සෑම පදයක් ම එක ම මානවලින් යුක්ත විය යුතු ය.

a,b,c,d සහ e යන භෞතික රාශි සම්බන්ධ කෙරෙන සමීකරණය

$$a = bc + \frac{d}{e} \qquad \text{නම්,}$$

a හි මාන $=$ bc හි මාන $= \frac{d}{e}$ හි මාන

උදාහරණ - u ප්‍රවේගයකින් චලිතය ආරම්භ කරන වස්තුවක් a ඒකාකාර ත්වරණයකින් t කාලයක් සරල රේඛාවක් ඔස්සේ ගමන් කිරීමේ දී ලබා ගන්නා අවසාන ප්‍රවේගය v ද, සිදු කළ විස්ථාපනය s ද සම්බන්ධ කරන සමීකරණය කීපයක් පහත දැක්වේ.

(i) $v = u + at$

(ii) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

(iii) $v^2 = u^2 + 2as$

(iv) $s = \left[\frac{v+u}{2}\right]t$

(i) $v = u + at$ සමීකරණයෙහි,

(v)හි මාන $[v] = \mathrm{LT^{-1}}$

(u)හි මාන $[u] = \mathrm{LT^{-1}}$

(at)හි මාන $[at] = [\mathrm{LT^{-2}}] \times [\mathrm{T}]$

$= \mathrm{LT^{-1}}$ එම නිසා $[v] = [u] = [at]$

සමීකරණයෙහි දෙපැත්තේ ම මාන සමාන වන අතර සෑම පදයක් ම එක ම මානවලින් යුක්ත වෙයි. එබැවින් (i) සමීකරණය මාන අතින් නිවැරදි වෙයි.

(ii) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ සමීකරණයෙහි

(s)හි මාන $[s] = \mathrm{L}$

(ut)හි මාන $[ut] = [\mathrm{LT^{-1}}] \times [\mathrm{T}]$

$= \mathrm{L}$

(at^2)හි මාන $[at^2] = [\mathrm{LT^{-2}}] \times [\mathrm{T^2}] = \mathrm{L}$

එම නිසා $[s] = [ut] = [at^2]$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සමීකරණයෙහි දෙපැත්තේ ම මාන සමාන අතර, සෑම පදයක් ම එක ම මානවලින් යුක්ත වෙයි. එබැවින් (ii) සමීකරණය මාන අතින් නිවැරදි වෙයි.

(iii) $v^2 = u^2 + 2as$

(v^2)හි මාන $[v^2] = [LT^{-1}]^2 = L^2T^{-2}$

(u^2)හි මාන $[u^2] = [LT^{-1}]^2 = L^2T^{-2}$

(as)හි මාන $[as] = [LT^{-2}] \times L = L^2T^{-2}$

එම නිසා $\left[v^2\right] = \left[u^2\right] = \left[as\right]$

සමීකරණයෙහි දෙපැත්තේ ම මාන සමාන වන අතර සෑම පදයක් ම එක ම මානවලින් යුක්ත වෙයි. එබැවින් (iii) සමීකරණය මාන අතින් නිවැරදි වෙයි.

(iv) $s = \left[\dfrac{v+u}{2}\right]t$ සමීකරණය මඟින් මාන විශ්ලේෂණයෙහි ඇති තවත් වැදගත් ගුණාංගයක් ඉදිරිපත් කළ හැකි ය. සමීකරණයක් තුළ ඓක්‍යය හෝ අන්තරය හෝ ලෙස ප්‍රකාශ කරන පදයක් අඩංගු වේ නම් එම පදයේ එකතු කෙරෙන හෝ අඩු කෙරෙන රාශි දෙක ද එක ම මානවලින් යුක්ත වෙයි.

එනම් (v)හි මාන = (u)හි මාන

(s)හි මාන = L

(vt)හි හා (ut)හි මාන $= [LT^{-1}] \times [T]$

$= L$

සමීකරණයෙහි දෙපැත්තේ ම මාන සමාන වන අතර සෑම පදයක් ම එක ම මානවලින් යුක්ත වෙයි. එබැවින් (iv) සමීකරණය මාන අතින් නිවැරදි වෙයි.

2. මාන විශ්ලේෂණ ක්‍රමයෙන් සමීකරණ ව්‍යුත්පන්න කිරීම

සරල අවලම්බයක දෝලන කාලාවර්තය (T) සඳහා සමීකරණයක් ගොඩනැඟීමට ඇතැයි සිතමු. පළමු ව පරීක්ෂණාත්මක ව හෝ තර්කයෙන් හෝ සරල අවලම්බයේ දෝලන කාලය සමඟ සම්බන්ධ රාශි හඳුනා ගත යුතු ය. මෙහි දී දෝලන කාලය පහත සඳහන් රාශි සමඟ රඳා පවතී යැයි උපකල්පනය කළ හැකි ය.

(i) අවලම්බයේ බට්ටාගේ ස්කන්ධය (m)

(ii) අවලම්බයේ දිග (l)

(iii) ගුරුත්වජ ත්වරණය (g)

මේ රාශි අතර නිවැරදි සම්බන්ධය නොදන්නා හෙයින්,

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$T \propto m^x l^y g^z$ ලෙස ලිවීමට පුළුවන. මෙහි x,y සහ z යනු තාත්ත්වික සංඛ්‍යා වේ.

$T = k\, m^x l^y g^z$ මෙහි k යනු මාන රහිත සමානුපාතික නියතයකි.

සමීකරණයේ දෙපැත්තට ම මාන ආදේශයෙන්,

$$T = M^x L^y (LT^{-2})^z$$

$$T = M^x L^{y+Z}\, T^{-2z}$$

M හි දර්ශක සමාන කිරීමෙන් $x = 0$…………… (1)

L හි දර්ශක සමාන කිරීමෙන් $y+z = 0$………… (2)

T හි දර්ශක සමාන කිරීමෙන් $-2z = 1$…………. (3)

සමීකරණය විසඳූ විට

$$x = 0,\ y = \frac{1}{2},\ z = -\frac{1}{2}$$

රාශි අතර සම්බන්ධය $T = k\, m^0 l^{1/2} g^{-1/2}$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

$$\therefore T = k\sqrt{\frac{l}{g}}$$

k නියතයේ අගය මාන විශ්ලේෂණය මඟින් සෙවිය නොහැකි ය.

තන්තුවකින් ගැටගසන ගලක් තිරස් වෘත්තයක චලනය කෙරෙන අවස්ථාවක දී තන්තුවේ ඇති වන ආතතිය F, ගල් කැටයේ ස්කන්ධය m, ගල් කැටයේ වේගය v හා එය චලනය වන වෘත්තයේ අරය R මත රඳා පවතින්නේ යැයි උපකල්පනය කරමු. මේ රාශි අතර නිවැරදි සම්බන්ධය නොදන්නා හෙයින්

$F \;\alpha\; m^x v^y r^z$ ලෙස ලිවීමට පුළුවන. මෙහි x, y සහ z යනු තාත්ත්වික සංඛ්‍යා වේ.

$F = k\, m^x v^y r^z$ මෙහි k යනු මාන රහිත සමානුපාතික නියතයකි.

සමීකරණයේ දෙපැත්තට ම මාන ආදේශයෙන්,

$$MLT^{-2} = M^x (LT^{-1})^y L^Z$$

$$MLT^{-2} = M^x L^{y+2} T^{-y}$$

M හි දර්ශක සමාන කිරීමෙන් $x = 1$…………… (1)

L හි දර්ශක සමාන කිරීමෙන් $y+z = 1$………… (2)

T හි දර්ශක සමාන කිරීමෙන් $-y = -2$…………. (3)

සමීකරණය විසඳූ විට

$$x = 1,\ y = 2,\ z = -1$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

රාශි අතර සම්බන්ධය

$$F = k\ mv^2 r^{-1}$$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

$$\therefore F = k\frac{mv^2}{r}$$

විද්‍යාත්මක පදනමක් යටතේ දත්ත එක්රැස් කිරීමට නොයෙක් ආම්පන්න භාවිත කෙරේ. මෙසේ එක්රැස් කරන ලද දත්ත සංවිධානාත්මක ලෙස ගොනු කොට ගොඩනඟන ආකෘතිවල සත්‍යතාව පිරික්සීම සඳහා පරීක්ෂණ කළ යුතු අතර, ප්‍රමාණාත්මක විශ්ලේෂණයේ දී මූලික ක්‍රියාකාරකම මිනුම වේ. මෙසේ ලබා ගන්නා ලද මිනුම්වලින්, සොයා ගත් සිද්ධාන්තවල වර්ධනයක් ඇති විය. එවැනි අවස්ථා කීපයක් මෙසේ හැඳින්විය හැකි ය.

දීර්ඝ කාලයක සිට ග්‍රහලෝකවල පිහිටුම පිළිබඳ මිනුම් ලබා ගැනීමෙන් සෞරග්‍රහ පද්ධතිය සොයා ගැනීම සිදු විය. ස්කන්ධ අතර බල පිළිබඳ මිනුම, සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමයේ පූර්ණ සංවර්ධනයට හේතු විය. ආරෝපණ අතර බල, ධාරා - ධාරා අතර බල සහ අනෙකුත් විද්‍යුත් සහ චුම්බක සංසිද්ධි පිළිබඳ මිනුම්, විද්‍යුතය, චුම්බකත්වය හා විද්‍යුත් චුම්බකත්වයේ වර්ධනයට හේතු විය.

මේ අනුව, නිරීක්ෂණය කරන ලද ස්වාභාවික සංසිද්ධි ඔස්සේ කරනු ලබන විවිධ මිනුම් භෞතික විද්‍යාවේ නව සොයා ගැනීම්වලට හා සොයා ගත් සිද්ධාන්තවල වර්ධනයට හේතු වී ඇති බව පැහැදිලි කරුණකි.

හතරවන පරිච්ඡේදය

මිනුම් උපකරණ
Measuring Instruments

දෝෂ සමඟ වැඩ කිරීම (අනුමාන සමඟ වැඩ කිරීම)

ඒකාංග දෝෂ (ඒකාංග අනුමාන)

වැරදි ලෙස ක්‍රමාංකිත පරිමාණ, මාපකයේ වැරදි ලෙස සලකුණු කර ඇති ශූන්‍ය සලකුණ හෝ සෙමෙන් ක්‍රියා කරන විරාම ඝටිකාව වැනි දෝෂ සහිත උපකරණ නිසා මෙය සිදු වේ. මිනුම කිහිප වාරයක් නැවත නැවත ගැනීමෙන් මේ වැනි වර්ගයේ දෝෂ ඉවත් කර ගැනීමට ශෝධනයක් යෙදීම, මිනුම් උපකරණ මාරු කිරීම හෝ එය නැවත ක්‍රමාංකනය කිරීම සිදු කළ හැකි ය.

අහඹු දෝෂ (අහඹු අනුමාන)

මෙම දෝෂවල තරම පරීක්ෂණය කරන්නාට උපකරණ කොතරම් හොඳට පරිහරණය කළ හැකි ද යන්න මත රඳා පවතී. පරීක්ෂණය කරන්නා එය හොඳින් සිදු කරයි නම් පරීක්ෂණයෙන් පෙන්වන අහඹු දෝෂය කුඩා වෙයි. දෙන ලද රාශියක් සඳහා පාඨාංක ගණනාවක් සලකුණු කර ගෙන ඒවායේ මධ්‍යන්‍යය ගණනය කිරීමෙන් සමස්ත දෝෂය අවම වේ.

විවිධ භෞතික රාශි මැනීම සඳහා විවිධ මිනුම් උපකරණ භාවිත කෙරේ. එහෙත් මෙහි දී දිග, ස්කන්ධය සහ කාලය වැනි යාන්ත්‍ර විද්‍යාවේ දී බහුල ව යෙදෙන රාශි මැනීම සඳහා භාවිත කරනු ලබන මිනුම් උපකරණ පමණක් සලකා බලනු ලැබේ.

මිනුම් උපකරණයකට පරිමාණයක් ඇති අතර, එම පරිමාණයෙන් ලබා ගත හැකි කුඩා ම මිනුමක් ඇත. මෙම කුඩා ම මිනුමට වඩා වැඩි නිරවද්‍යතාවෙන් යුත් අගයන් සහිත මිනුම් ලබා ගැනීම සඳහා මෙම උපකරණය භාවිත කළ නොහැකිය. උදාහරණයක් වශයෙන් මිලිමීටර පරිමාණයක් සහිත ව ක්‍රමාංකනය කර ඇති මීටර කෝදුවක කුඩා ම මිනුම 1 mm වේ. මේ නිසා මීටර කෝදුවකින් 1 mmකට වඩා වැඩි නිරවද්‍යතාවෙන් යුත් මිනුම් අපේක්ෂා කළ නොහැකිය. මේ අනුව 17.3 cm හෝ 17.4 cm වැනි ප්‍රධාංක ප්‍රකාශ කළ හැකි වුවත් 17.35 cm වැනි පාඨාංකයක් ප්‍රකාශ කළ නොහැකි ය.

මිනුමක් ගැනීමේ දී සිදු විය හැකි උපරිම දෝෂය පරිමාණයේ කුඩා ම මිනුම වෙයි. දෝෂයෙහි තරම මනිනු ලබන ප්‍රමාණය සමඟ සැලකිල්ලට ගත යුතු ය.

උදා - (208 ± 1) mm බොහෝ දුරට නිවැරදි මිනුමකි.
(2 ± 1) mm නිරවද්‍යතාව ඉතා අඩු මිනුමකි.

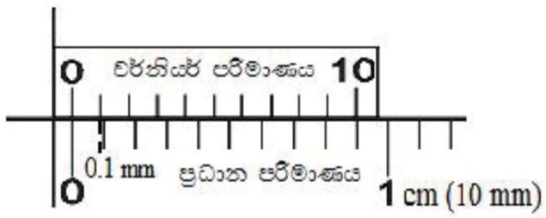
දෝෂ සංසන්දනය කිරීමේ දී නිරපේක්ෂ දෝෂය, භාගික දෝෂය සහ ප්‍රතිශත දෝෂය භාවිතයට ගනු ලැබේ.

(208 ± 1) mm පාඨාංකය සඳහා නිරපේක්ෂ දෝෂය 1mm වේ. භාගික දෝෂය $1/208$ $(= 0.0048)$ වේ. ප්‍රතිශත දෝෂය 0.48% වේ.

දෝෂය ප්‍රකාශ කිරීමේ දී සාමාන්‍යයෙන් සාර්ථාංක එකකට පමණක් දැක්වීම ප්‍රමාණවත් බැවින් ඉහත අගයයන් දෙක පිළිවෙළින් 0.005 සහ 0.5% ලෙස භාවිත කළ හැකි ය. මිනුමක නිරවද්‍යතාව ප්‍රමාණවත් එකක් ලෙස සලකනු ලබන්නේ එහි ප්‍රතිශත දෝෂය 1% හෝ එයට අඩු නම් ය. දිග මැනීම සඳහා මීටර රූලක් භාවිත කරන්නේ නම් 100 mm ක දිගක් මනින විට ඇති වන ප්‍රතිශත දෝෂය $\frac{1}{100} \times 100\% = 1\%$ වේ. එම නිසා 10 cm කට වඩා කෙටි දිග ප්‍රමාණයක් මැනීමට මීටර රූලකින් ලැබෙන නිවරද්‍යතාව ප්‍රමාණවත් නැතැයි සලකනු ලැබේ. එවැනි අවස්ථාවක දිග මැනීම සඳහා 1 mmට වඩා අඩු කුඩා ම මිනුමක් ඇති උපකරණයක් භාවිත කළ යුතු වේ. මේ සඳහා වර්නියර මූලධර්මය හෝ ඉස්කුරුප්පු මූලධර්මය පාදක කර ගෙන නිර්මාණය කළ උපකරණ භාවිත කළ යුතුය. $y = a^n b$ වැනි අවසන් ප්‍රතිඵලයක් ගණනය කිරීමේ දී y හි දෝෂය සඳහා a රාශියේ දෝෂය b රාශියේ දෝෂයට වඩා විශාල බලපෑමක් ඇති කරයි. එම නිසා යම් කිසි බලයක් සහිත පද මැනීමේ දී ඒවා වැඩි නිරවද්‍යතාවකින් ලබා ගැනීමට අප අමතර අවධානයක් යොමු කළ යුතු වේ.

වර්නියර මූලධර්මය සහ වර්නියර පරිමාණය

මිලිමීටර් පරිමාණයක එක්තරා කොටස් ගණනක පරතරය එම කොටස් ගණනට වඩා වැඩි තවත් සමාන කොටස් ගණනකට බෙදීමෙන් නිර්මාණය කර ඇති පරිමාණය වර්නියර පරිමාණය ලෙස හඳුන්වමු. භාවිත කළ මිලිමීටර පරිමාණය ප්‍රධාන පරිමාණය ලෙස හැඳින්වේ.



4.1 රූපය

මිලිමීටර පරිමාණයක 9 mm පරතරය සමාන කොටස් 10කට බෙදීමෙන් නිර්මාණය කර ඇති වර්නියර පරිමාණයක් රූපයේ දැක්වේ. වර්නියර පරිමාණ සහිත උපකරණවල වර්නියර පරිමාණය ප්‍රධාන පරිමාණය ඔස්සේ චලනය කළ හැකි ය. පරිමාණ දෙකේ ම ඉදිරි කෙළවරවල් සම්පාත වන සේ උපකරණය සකස් කළ විට වර්නියර පරිමාණයේ 'O' සලකුණ ප්‍රධාන පරිමාණයේ 'O' සලකුණ සමඟ සම්පාත විය යුතු ය. වර්නියර පරිමාණයේ 10 සලකුණ ප්‍රධාන පරිමාණයේ 9 mm සලකුණ සමඟ සම්පාත වේ. වර්නියර පරිමාණයේ අනෙක් සලකුණු කිසිවක් ප්‍රධාන පරිමාණයේ කිසිම සලකුණක් සමග සම්පාත නොවේ. ප්‍රධාන පරිමාණයේ 1 වන සලකුණ හා වර්නියර පරිමාණයේ 1 වන සලකුණ සම්පාත කිරීම සඳහා වර්නියර පරිමාණය ඉදිරියට තල්ලු කළ යුතු දුර වන්නේ ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටසක් හා වර්නියර පරිමාණ කොටසක් අතර දිගෙහි වෙනසයි. මෙම දිග වර්නියර පරිමාණයේ කුඩා ම මිනුම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

කුඩා ම මිනුම = ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටසක දිග - වර්නියර පරිමාණයේ කොටසක දිග

මේ අනුව ඉහත වර්නියර පරිමාණයේ කුඩා ම මිනුම සෙවිය හැකි ය.

ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටසක දිග $= 1\text{ mm}$

වර්නියර පරිමාණයේ කොටසක දිග $= \dfrac{1}{10} \times 9\text{ mm}$

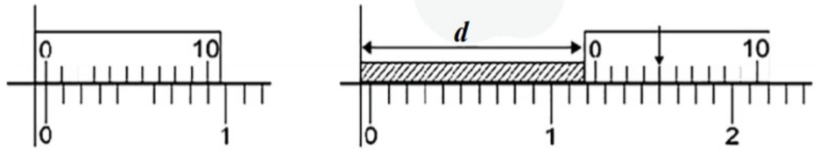
කුඩාම මිනුම $= \left(1 - \dfrac{9}{10}\right)\text{ mm}$

$= 0.1\text{mm}$

ඉහත සඳහන් කළ වර්නියර පරිමාණය සහිත උපකරණයක් භාවිත කර සාමාන්‍ය කෝදුවක ඝනකම (2 mm) වැනි මිනුමක් ලබා ගැනීමේ දී ඇති වන ප්‍රතිශත දෝෂය ද සැලකිය යුතු තරම් විශාල වේ.

එම ප්‍රතිශත දෝෂය $\dfrac{0.1}{2} \times 100\% = 5\%$

එවැනි මිනුමක ප්‍රතිශත දෝෂය අවම කිරීමට මිලිමීටරයේ තවත් භාග සහිත වර්නියර පරිමාණ අවශ්‍ය වේ. රේඛීය පරිමාණයක එක්තරා කොටස් සංඛ්‍යාවක පරතරය තවත් සමාන කොටස් ගණනකට බෙදීමෙන් වර්නියර පරිමාණ සකස් කර ගත හැකි බව අපි දනිමු. එහෙත් බෙදුම් සංඛ්‍යාව විශාල වන විට වර්නියර පරිමාණයේ කවර කොටස ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටසක් සමඟ සම්පාත වේ දැයි පියවි ඇසින් නිරීක්ෂණය කිරීම අපහසු වේ. සමහරවිට විශාලක කාචයකින් පවා නිරීක්ෂණය කිරීම අපහසු වේ. මේ නිසා කඩදාසියක ඝනකම වැනි ඉතා කුඩා මිනුම් ලබා ගැනීම සඳහා කරන ලද පරීක්ෂණවල ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ඉස්කුරුප්පු උපකරණ බිහි විය. ඉස්කුරුප්පු උපකරණවල මූලධර්මය පසු ව සාකච්ඡාවට භාජනය කෙරේ.



(a) (b)

4.2 රූපය

4.2 (a) රූපයේ පෙන්වා ඇති ව' නියර ඇටවුම භාවිත කර d දිගැති දඬු කැබැල්ලක දිග මැනිය යුතු නම්, 4.2 (b) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි එම දණ්ඩේ එක් කෙළවරක් ප්‍රධාන පරිමාණයේ මුල් දාරය හා සම්පාත වන පරිදි තබා අනෙක් කෙළවර වර්නියර පරිමාණයේ මුල් දාරය හා ස්පර්ශ වන සේ තැබිය යුතු ය. දණ්ඩේ දිග d වර්නියර පරිමාණයේ මුල් දාරය චලනය වූ දුරට සමාන වේ. එම නිසා දණ්ඩේ දිග වර්නියර පරිමාණයේ 'O' සලකුණට අනුරූප පාඨාංකයෙන් ලබා ගත හැකි වේ. එම පාඨාංකය නිරීක්ෂණය කළ හැකි ආකාරය සලකා බලමු.

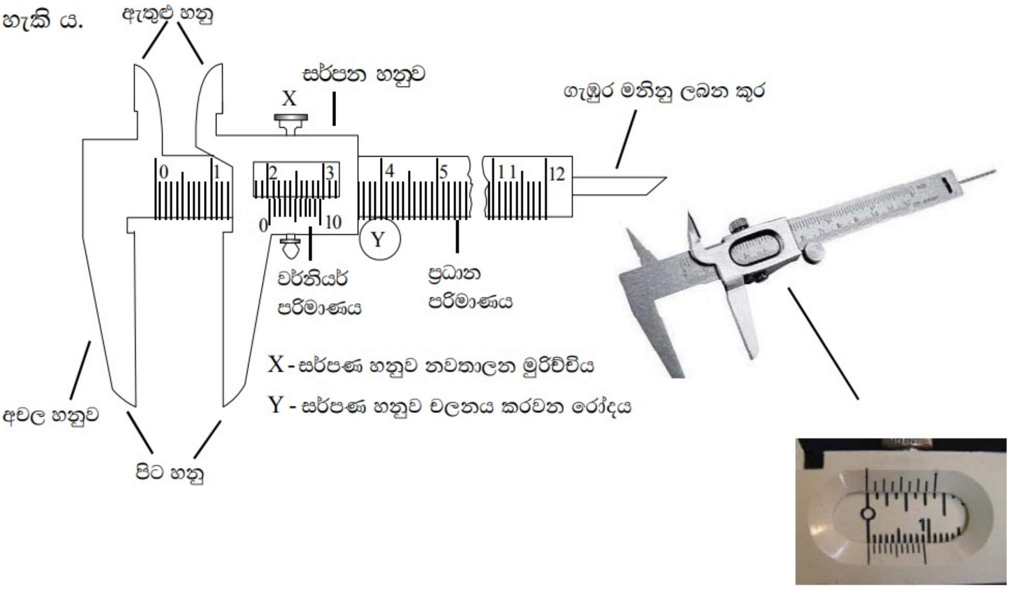
වර්නියර පරිමාණයේ 'O' සලකුණට ඉදිරියෙන් පිහිටි ප්‍රධාන පරිමාණයේ අගය 1.2 cm වේ. මෙය

ප්‍රධාන පරිමාණයේ පාඨාංකය වේ. මෙම පාඨාංකයත් වර්නියර පරිමාණයේ 'O' සලකුණත් අතර දුර වර්නියර පරිමාණයෙන් කියවිය යුතු වේ. වර්නියර පරිමාණයේ 1 සලකුණු සමඟ ප්‍රධාන පරිමාණයේ 1 සලකුණු සම්පාත කිරීම සඳහා වර්නියර පරිමාණය තල්ලු කළ යුතු දුර $1 \times$ කුඩා ම මිනුම' බව අපි දනිමු. වර්නියර පරිමාණයේ 2 සලකුණු සමඟ ප්‍රධාන පරිමාණයේ 2 සලකුණු සම්පාත කිරීම සඳහා වර්නියර පරිමාණය තල්ලු කළ යුතු දුර $2 \times$ කුඩා ම මිනුම වේ.

මෙහි දී වර්නියර පරිමාණයේ 4 සලකුණ ප්‍රධාන පරිමාණයේ සලකුණක් සමඟ සම්පාත වේ (b රූපය). එබැවින් වර්නියර පරිමාණය චලනය වූ දුර '$4 \times$ කුඩා ම මිනුම' $4 \times 0.1 = 0.4$ mm වේ. එම නිසා වර්නියර පරිමාණයෙන් දැක්වෙන පාඨාංකය 0.04 cm වේ.

$$\therefore d = (1.2 + 0.04)\ \text{cm} = 1.24\ \text{cm}$$

මේ අනුව මෙම වර්නියර පරිමාණය භාවිත කර $\frac{1}{100}\text{cm} = 0.01\text{cm}$ දක්වා නිවැරදි ව දිග මැනිය හැකි ය.



4.3 රූපය

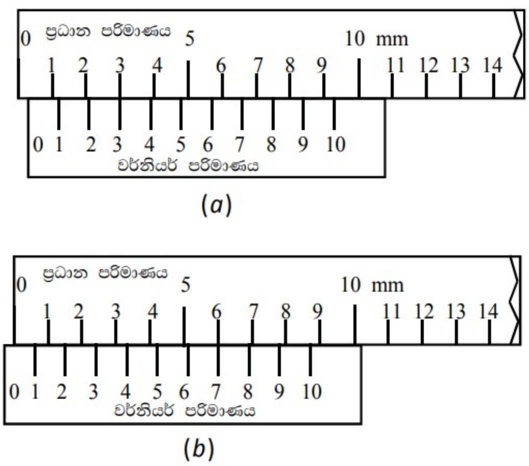
මේ වැනි වර්නියර පරිමාණයක් භාවිත කර සාදා ඇති වර්නියර කැලිපරයක් 4.3 රූපයේ පෙන්වා ඇත. එය මිලිමීටරවලින් ක්‍රමාංකිත ප්‍රධාන පරිමාණයකට සම්බන්ධ කළ අචල හනුවකින් ද, ප්‍රධාන පරිමාණය ඔස්සේ චලනය කළ හැකි වර්නියර පරිමාණයකට සම්බන්ධ සර්පණ (සචල) හනුවකින් ද යුක්ත ය. වර්නියර පරිමාණයට කුරක් ද සම්බන්ධ කර ඇත.

මෙහි බාහිර හනු භාවිත කර සිලින්ඩරක බාහිර විෂ්කම්භය වැනි මිනුම් ගත හැකි අතර, අභ්‍යන්තර හනු භාවිත කර කුහර සිලින්ඩරයක අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය මැනිය හැකි ය. කුර මඟින් සිදුරක ගැඹුර මැනිය හැකි ය. රෝදය භ්‍රමණය කිරීමෙන් සචල හනුව සමඟ වර්නියර පරිමාණය, ප්‍රධාන පරිමාණය ඔස්සේ එහා මෙහා චලනය කළ හැකි ය. මුරිච්චිය තද කිරීමෙන් පාඨාංකයක් ගැනීමට පෙර වර්නියර පරිමාණය අචල පිහිටීමක තබා ගත හැකි ය.

පරීක්ෂණ කටුයතු සඳහා විද්‍යාගාරවල බහුල ව භාවිත කරනු ලබන වර්නියර කැලිපරවල ප්‍රධාන පරිමාණය මිලිමීටරවලින් ක්‍රමාංකනය කර ඇත. ප්‍රධාන පරිමාණයේ 9 mm ක පරතරය සමාන කොටස් 10 කට බෙදීමෙන් වර්නියර පරිමාණය සකස් කර ඇත. මේ අනුව වර්නියර කැලිපරයේ කුඩා ම මිනුම 0.1 mm හෝ 0.01 cm වේ.

මූලාංක වරද

වර්නියර කැලිපරයේ හනු එකිනෙක ස්පර්ශ වන සේ වර්නියර පරිමාණය සකස් කළ විට වර්නියර පරිමාණයේ ශුන්‍ය සලකුණ ප්‍රධාන පරිමාණයේ ශුන්‍ය සලකුණ සමඟ සම්පාත විය යුතු ය. එහෙත් ඉහත ආකාරයේ සමහර වර්නියර කැලිපරවල මල බැඳීම් හෝ හනු ගෙවීයෑම් වැනි හේතු නිසා වර්නියර පරිමාණයේ ශුන්‍ය සලකුණ ප්‍රධාන පරිමාණයේ ශුන්‍ය සලකුණට දකුණු පසින් හෝ වම් පසින් හෝ පිහිටයි. මේ නිසා උපකරණයේ යම් දෝෂයක් ඇති වේ. මේ දෝෂය වර්නියර කැලිපරයේ මූලාංක වරද ලෙස හැඳින්වේ.



4.4 රූපය

උදාහරණ - 1

4.4 (a) රූපයේ දක්වෙන පරිදි වර්නියර කැලිපරයේ හනු එකිනෙක ස්පර්ශ ව පවතින විට වර්නියර පරිමාණයේ 3 සලකුණු ප්‍රධාන පරිමාණයේ සලකුණක් සමඟ සම්පාත වූයේ යැයි සිතමු. එවිට වර්නියර පරිමාණයෙන් දක්වෙන පාඨාංකය 3×0.1 mm = 0.3 mm වේ. එබැවින් මෙම වර්නියර කැලිපරයේ මූලාංක වරද +0.3 mm ලෙස දක්වනු ලැබේ.

මූලාංක වරදක් ඇති විට යම් මිනුමක් ගැනීමේ දී උපකරණයෙන් ලැබෙන පාඨාංකය නිරවද්‍ය නොවේ. 4.4 (a) රූපයෙන් දක්වෙන වර්නියර කැලිපරය මගින් ලැබෙන්නේ සත්‍ය අගයට වඩා වැඩි පාඨාංකයකි. ශෝධනය සඳහා මූලාංක වරද අදාළ පාඨාංකයෙන් අඩු කළ යුතු ය.

උදාහරණ -2

4.4 (b) රූපයෙන් දැක්වෙන වර්නියර කැලිපරයෙන් ලැබෙන පාඨාංකය සත්‍ය අගයට වඩා අඩු පාඨාංකයකි. වර්නියර පරිමාණයේ ශුන්‍යය ප්‍රධාන පරිමාණයේ ශුන්‍යයෙන් වමට චලනය වී ඇති නම් මූලාංක වරද සෘණ සංඛ්‍යාවක් වන අතර පාඨාංකය නිවැරදි කිරීමට එම අගය අදාළ පාඨාංකය එකතු කළ යුතු නිසා මූලාංක ශෝධනය ධන අගයක් වේ. එම නිසා 4.4 (b) රූපයේ දැක්වෙන වර්නියර කැලිපරයේ මූලාංක වරදෙහි අගය $(7\times0.9\text{ mm} - 6\times1\text{ mm}) = (6.3\text{-}6)\text{ mm} = 0.3\text{ mm}$ මෙහි දී වැදගත් වන්නේ මූලාංක වරද ධන ද, සෘණ ද යන්න නො වේ. වර්තමානයේ ධන හා සෘණ සංකල්පය භාවිත නො කෙරේ. වර්නියර පරිමාණයේ හනු එකිනෙක ස්පර්ශ වන සේ වර්නියර පරිමාණය සකස් කළ විට වර්නියර පරිමාණයේ ශුන්‍ය සලකුණ ප්‍රධාන පරිමාණයේ ශුන්‍ය සලකුණ වම් පසින් පිහිටයි නම් මූලාංක වරද අදාළ පාඨාංකයට එකතු කළ යුතු ය.

වඩාත් කුඩා වූ දිග ප්‍රමාණ මැනීම සඳහා කුඩා ම මිනුම 0.1 mm වඩා කුඩා වූ වර්නියර පරිමාණ භාවිත කරනු ලැබේ. චල අණ්වීක්ෂවල ප්‍රධාන පරිමාණය 0.5 mm කොටස්වලට බෙදා ඇත. ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටස් 49ක පරතරය සමාන කොටස් 50කට බෙදීමෙන් වර්නියර පරිමාණය තනා ඇත. මෙම වර්නියරයේ කුඩා ම මිනුම් ගණනය කරන ආකාරය සලකමු.

ප්‍රධාන පරිමාණයේ එක් කොටසක දිග $= 0.5\text{ mm}$

වර්නියර පරිමාණයේ කොටසක දිග $= \dfrac{0.5\times49}{50}\text{ mm}$

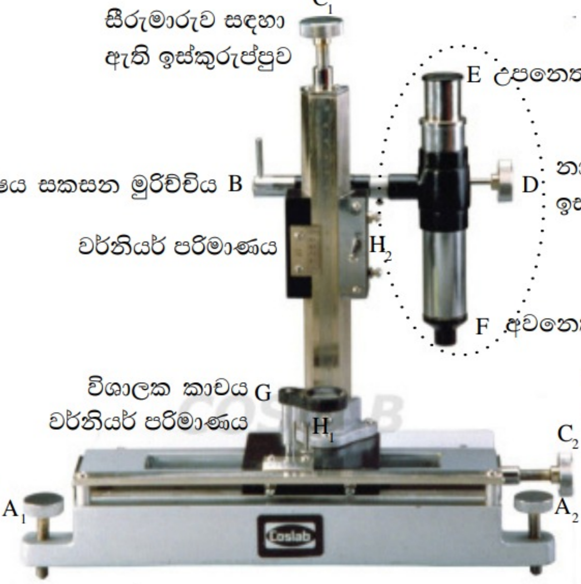
වර්නියර පරිමාණයේ කුඩා ම මිනුම $= \left(0.5-\dfrac{0.5\times49}{50}\right)\text{ mm}$

$$= 0.5\ \frac{1}{50}\text{mm}$$

$$= \frac{1}{100} = 0.01\text{ mm}$$

$$= 0.5\ \frac{1}{50}\text{mm}$$

චල අණ්වීක්ෂය



4.5 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

චල අණ්වීක්ෂය 4.5 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි වේ. එය 0.5 mm කොටස්වලින් ක්‍රමාංකනය කර ඇති ප්‍රධාන පරිමාණයක් සහිත පාදමකින් ද, 0.5 mm කොටස්වලින් ක්‍රමාංකයනය කර ඇති වර්නියර පරිමාණයක් සහිත වේදිකාවක් සම්බන්ධ කර ඇති සිරස් පර්මාණයකින් ද යුක්ත ය. වේදිකාව සිරස් පරිමාණය ඔස්සේ ඉහළට සහ පහළට චලනය කළ හැකි ය. මෙම වේදිකාවට කුඩා අන්වීක්ෂයක් සම්බන්ධ කර ඇති අතර අවශ්‍යතාව අනුව අණ්වීක්ෂය තිරස් පිහිටීමක පිහිටුමක හෝ සිරස් පිහිටීමක පිහිටුවා සවි කළ හැකි ය.

තිරස් පරිමාණය ඔස්සේ තිරස් වේදිකාව චලනය කිරීමෙන් අණ්වීක්ෂය තිරස් ව චලනය කළ හැකි වන අතර තිරස් පරිමාණයෙන් තිරස් ව චලනය වූ දුර ලබා ගත හැකි ය. සිරස් පරිමාණය ඔස්සේ සිරස් වේදිකාව ඉහළට හා පහළට චලනය කිරීමෙන් අණ්වීක්ෂය සිරස්ව චලනය කළ හැකි වන අතර සිරස් පරිමාණයෙන් සිරස් ව චලනය වූ දුර ලබා ගත හැකි ය.

සිරස් පරිමාණය ඔස්සේ සූක්ෂ්ම චලනය C_1 ඉස්කුරුප්පුවෙන් කළ හැකි වන අතර, තිරස් පරිමාණය ඔස්සේ සූක්ෂම චලනය C_2 ඉස්කුරුප්පුවෙන් කළ හැකි ය. උපකරණය භාවිතයට පෙර පාදම තිරස් ව මට්ටම් කළ යුතු වන අතර, එයට A_1 හා A_2 සංතුලන ඉස්කුරුප්පු භාවිත කළ හැකි වේ. D ඉස්කුරුප්පුව සැකසීමෙන් අණ්වීක්ෂය මිනුම ගත යුතු වස්තුව මතට නාභි ගත කළ හැකි ය. ඉහත සඳහන් කළ පරිදි චල අණ්වීක්ෂයේ සිරස් පරිමාණයේ කුඩා ම මිනුම 0.01 mm වේ. ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටසක් සමඟ සම්පාත වන්නේ වර්නියරයේ කවර කොටස ද යන්න පියවි ඇසින් කියවීම අපහසු බැවින් මේ සඳහා G විශාලක කාචය භාවිත කළ හැකි වේ.

කේෂික නළයක් තුළ බහාලූ රසදිය පටක දිග, කේෂික නළයක පාදයේ තිරස් සහ සිරස් විෂ්කම්භ, වීදුරු කුට්ටියක් තුළින් බැලූ විට සලකුණක සත්‍ය ගැඹුර හා දෘශ්‍ය ගැඹුර යනාදි මිනුම් ලබා ගැනීමට චල අණ්වීක්ෂය භාවිත කෙරේ.

දීර්ඝ කළ වර්නියර පරිමාණය

4.6 රූපය

ඉතා කුඩා මිනුමක් වුව ද කියවීමට පහසු වන පරිදි එකිනෙකට වඩාත් ළං නොවූ ක්‍රමාංක පරතර සහිතව දීර්ඝ කළ වර්නියර පරිමාණය සකස් කර ඇත. මෙවැනි වර්නියර් පරිමාණයක වර්නියර බෙදුම් 20ක් ඇත. මෙම බෙදුම් 20ට ප්‍රධාන පරිමාණයේ 39 mm ක් ඇතුළත් වේ. මෙහි කුඩාම මිනුම වනුයේ පධාන පරිමාණයේ බෙදුම් දෙකක් සහ ව' නියර පරිමාණයේ එක් බෙදුමක් අතර වෙනසයි. මෙම වර්නියරයේ කුඩා ම මිනුම ගණනය කරන ආකාරය සලකා බලමු.

වර්නියරයේ එක් බෙදුමක දිග $= \frac{39}{20}$ mm

$= 1.95$ mm

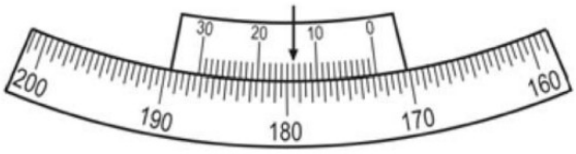
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රධාන පරිමාණයේ කොටස් දෙකක පරතරය = 2.00 mm

කුඩා ම මිනුම = (2.00 - 1.95) mm

= 0.05 mm

වෘත්ත වර්නියරය



4.7 රූපය

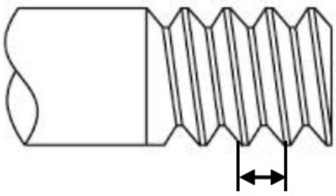
වර්ණාවලීමානය සහ තියොඩලයිට්ටුව වැනි උපකරණවල වෘත්ත වර්නියර භාවිත කෙරේ. අංශක භාගයේ කොටස්වලින් ක්‍රමාංකනය කර ඇති එවැනි වෘත්ත පරිමාණයක් 4.7 රූපයෙන් දැක්වේ. වර්නියර පරිමාණයේ බෙදුම් 30ක් ඇත. වර්නියර බෙදුම් 30ට වෘත්ත පරිමාණයේ බෙදුම් 29ක් හෙවත් $14^{\circ}30'$ක් ඇතුළත් වේ.

මේ ක්‍රමාංකනය නිසා වර්නියර පරිමාණයෙන් අංශකයකින් $\frac{1}{60}$ ක් දක්වා එනම් කලා එකක් දක්වා කියවීමට පුළුවන. රූපයේ දැක්වෙන පාඨාංකය නිරීක්ෂණය කරන්නේ කෙසේ ද කියා බලමු.

වර්නියරයේ ශූන්‍යය $172^{\circ}\,30'$ ත් 173° ත් අතර පිහිටයි. වෘත්ත පරිමාණයෙන් අංශක 1/2 හෝ $30''$ ක් දක්වා කියවීමට පුළුවන. වර්නියර පර්මාණයේ 14 වැනි සලකුණ වෘත්ත පරිමාණයේ සලකුණක් සමඟ සම්පාත වී ඇති බැවින්, නිවැරදි පාඨාංකය වන්නේ $172^{\circ}\,30'+14'$ එනම්, $172^{\circ}\,44'$ කි.

ඉස්කුරුප්පු මූලධර්මය

පොදුවේ භාවිත කරනු ලබන වර්නියර කැලිපරයකින් කඩදාසියක ඝනකම වැනි මිනුමක් මැනිය නොහැකි ය. මෙවැනි මිනුම් සඳහා කරන ලද පරීක්ෂණවල ප්‍රතිඵලවලින් ඉස්කුරුප්පු උපකරණ බිහි විය. මුරිච්චියක් තුළින් යැවිය හැකි සියුම් පොටවල් සහිත ඉස්කුරුප්පුවකින්, ඉස්කුරුප්පු උපකරණ සමන්විත වේ. ඉස්කුරුප්පු මුරිච්චිය තුළ එක් වටයක් භ්‍රමණය කළ විට එය චලනය වන්නේ ඉස්කුරුප්පුවේ අනුයාත පොට දෙකක් අතර දුරට සමාන දුරකිනි. මෙය ඉස්කුරුප්පු අන්තරාලය ලෙස හැඳින්වේ.



4.8 රූපය

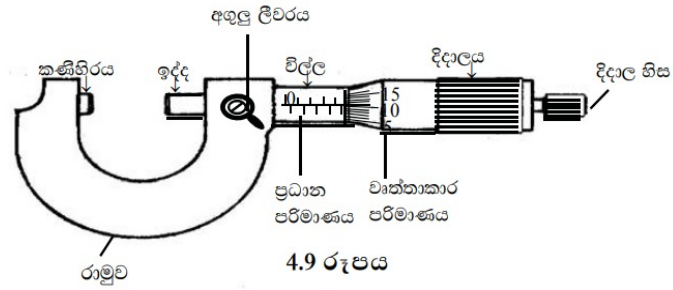
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉස්කුරුප්පු හිසේ පරිධිය යම් සමාන කොටස් ගණනකට බෙදා ඇත. ඉස්කුරුප්පුව ඉදිරියට හෝ පසුපසට චලනය වූ දුර මුරිච්චියට සම්බන්ධ කළ 0.5 mm කොටස්වලින් ක්‍රමාංකනය කළ ඇති රේඛීය පරිමාණයෙන් ලබා ගත හැකි ය. සාමාන්‍ය ඉස්කුරුප්පු උපකරණවල ඉස්කුරුප්පු අන්තරාලය 0.5 mmක් වන අතර, එහි හිස සමාන කොටස් 50කට බෙදා ඇත. ඉස්කුරුප්පු හිසේ එක් කොටසක් කරකැවීමේ දී ඉස්කුරුප්පුව ගමන් කරන දුර එහි කුඩා ම මිනුම වේ.

කුඩාම මිනුම $= 0.5\ /\ 50\ \text{mm}$

$= 0.01\ \text{mm}$

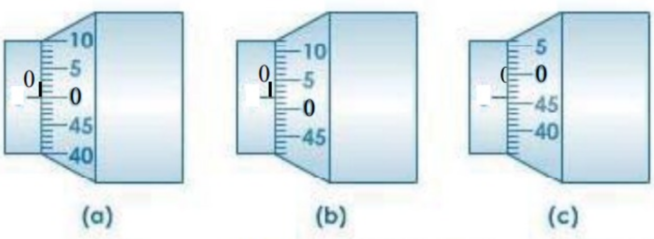
මයික්‍රෝමීටර ඉස්කුරුප්පු ආමානය



4.9 රූපය

මයික්‍රෝමීටර ඉස්කුරුප්පු ආමානයක් 4.9 රූපයේ පෙන්වා ඇත. එහි ප්‍රධාන කොටස් නම් කර ඇත. මුරිච්චියකට සම්බන්ධ රාමුවක කෙළවරට කිණිහිර සම්බන්ධ වී ඇත. මුරිච්චිය තුළින් යන සියුම් පොටවල් සහිත ඉස්කුරුප්පුවට ඉද්ද සම්බන්ධ වී ඇත. මුරිච්චියට සම්බන්ධ විල්ල මත ප්‍රධාන (රේඛීය) පරිමාණය ක්‍රමාංකනය කර තිබේ. ඉස්කුරුප්පුවට දිදාල හිස සම්බන්ධ වී ඇති අතර, දිදාල හිස කරකැවීමෙන් දිදාලය විල්ල මත චලනය කළ හැකි ය. දිදාලයේ කෙළවර වෘත්ත පරිමාණයක් ඇත.

මයික්‍රොමීටර ඉස්කුරුප්පු ආමානයේ අන්තරාලය 0.5 mm වන අතර, වෘත්ත පරිමාණය සමාන කොටස් 50කට බෙදා ඇත. වෘත්ත පරිමාණයේ එක් කොටසක් කරකැවීමේ දී ඉස්කුරුප්පුව චලනය වන දුර කුඩා ම මිනුම වේ. දිදාල හිසෙන් අල්ලා ඉස්කුරුප්පුව කරකවන විට, ඉද්ද කිණිහිරය සමඟ යන්තම් ස්පර්ශ වූ විට හෝ, ඉද්ද හා කිණිහිර ඒවා අතර තැබූ වස්තුවක් හා යන්තම් ස්පර්ශ වූ විට හෝ දිදාල හිස හඬක් නිකුත් කරමින් නිදහසේ කරකැවෙන පරිදි වූ යාන්ත්‍රණයක් එය තුළ ඇත. ඉද්ද හා කිණිහිර මිනුම් ගන්නා වස්තු මත අනවශ්‍ය ලෙස තෙරපීම ඉන් වැළකේ. පාඨාංකයක් කියවා ගැනීමට පෙර අඟුළු ලීවරය මගින් ඉද්ද අචල පිහිටුමක තබා ගත හැකි ය.



4.10 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මූලාංක වරද

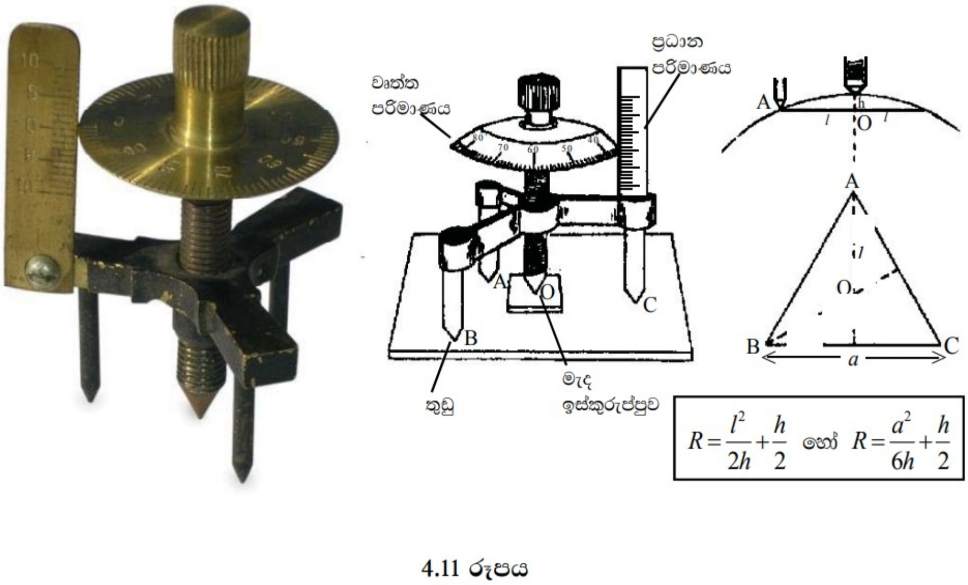
උපකරණය දිදාල හිසින් අල්ලා කරකැවූ විට ඉද්ද කිණිහිර හා යන්තම් ස්පර්ශ වූ අවස්ථාවේ දී 4.10 (a) රූපයේ පෙන්වා දී ඇති පරිදි වෘත්ත පරිමාණයේ ශුන්‍ය ප්‍රධාන පරිමාණ රේඛාව හා සම්පාත විය යුතු ය. එහෙත් සමහර ඉස්කුරුප්පු අමානවල මලබැඳීම් හෝ ඉද්ද හා කිණිහිර ගෙවියාම් වැනි සමහර හේතු නිසා ඉද්ද කිණිහිර හා ස්පර්ශ වූ විට වර්නියරයේ ශුන්‍ය 4.10 (b) සහ 4.10 (c) රූපවල දක්වෙන ආකාරයෙන් පිහිටයි. මේ නිසා දෝෂයක් හට ගනී. මෙම දෝෂය ඉස්කුරුප්පු ආමානයේ මූලාංක වරද ලෙස හැඳින්වේ.

4.10 (b) රූපයට අනුව වෘත්ත පරිමාණයේ පාඨාංකය ආරම්භ වන්නේ වෘත්ත පරිමාණයේ දෙවැනි බෙදුමෙන් හෙවත් 0.02 mmකිනි. එම නිසා මූලාංක වරද 0.02 mm වන අතර, ශෝධනය සඳහා මෙම අගය අදාළ පාඨාංකයෙන් අඩු කළ යුතු ය.

4.10 (c) රූපයට අනුව වට පරිමාණයේ ශුන්‍යය ප්‍රධාන පරිමාණ රේඛාව හා සම්පාත වන්නේ වට පරිමාණයේ කොටස් හතරක් කරකැවූ විට දී ය. එනම් 0.04 mm දක්වා කරකැවූ විට දී ය. එම නිසා මූලාංක වරද 0.04 mm වේ. මිනුම් ලබා ගැනීමේ දී වෘත්ත පරිමාණයේ ශුන්‍යයේ සිට ඇති අගයන් කියවා ගන්නා බැවින් එසේ ලබා ගන්නා පාඨාංකයට ඉහත අගය ඇතුළත් නො වේ. එම නිසා ශෝධනය සඳහා මූලාංක වරද අදාළ පාඨාංකයට එකතු කළ යුතු ය.

කඩදාසියක ඝනකම, කුඩා බයිසිකල් බෙයාරින් බෝලයක විෂ්කම්භය, සිහින් කම්බියක විෂ්කම්භය හෝ බ්ලේඩ් එකක ඝනකම වැනි මිනුම් ලබා ගැනීම සඳහා මයික්‍රොමීටර ඉස්කුරුප්පු ආමානය භාවිත කෙරේ.

ගෝලමානය



$$R=\frac{l^2}{2h}+\frac{h}{2} \quad \text{හෝ} \quad R=\frac{a^2}{6h}+\frac{h}{2}$$

4.11 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉස්කුරුප්පු මූලධර්මය භාවිත කරන අනෙක් වැදගත් මිනුම් උපකරණය වන්නේ ගෝලමානයයි. අන්වීක්ෂ කදාවක හෝ වැසුම් පෙත්තක ඝනකම වැනි මිනුම් සඳහා මෙන් ම ගෝලීය පෘෂ්ඨවල (උත්තල හෝ අවතල) වක්‍රතා අරය ගණනය කිරීමට අවශ්‍ය මිනුම් ගැනීම සඳහා මෙය භාවිත කරන නිසා ගෝලමානය යන නම භාවිත කෙරේ.

ගෝලමානය සමපාද ත්‍රිකෝණයක ශීර්ෂවල පිහිටන අයුරින් ඇති තුඩවල් සහිත සමාන පාද තුනකින් ද පාද තුඩු තුන හරහා යන වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයේ පිහිටා ඇති මුරිච්චියක් තුළින් යන තුඩක් සහිත සියුම් පොටවලින් යුත් ඉස්කුරුප්පුවකින් ද සමන්විත ය. ප්‍රධාන පරිමාණය (සිරස් පරිමාණය) උපකරණයේ එක් පාදයකට සිරස් ව සවි කර ඇති අතර ඉස්කුරුප්පු හිසට වෘත්තාකර පරිමාණයක් සම්බන්ධ කර ඇත. ප්‍රධාන පරිමාණය මැද බින්දු පරිමාණයක් නිසා පාදවල තුඩවල් හරහා යන තලයෙන් ඉහළට හෝ පහළට ඉස්කුරුප්පු තුඩ ගෙන ගිය විට එම ගෙනගිය ප්‍රමාණය ප්‍රධාන පරිමාණයෙන් කියවිය හැකි ය.

විද්‍යාගරයේ බහුලව භාවිත කරන ගෝලමානවල ප්‍රධාන පරිමාණය 0.5 mm කොටස්වලින් ක්‍රමාංකනය කර ඇති අතර වෘත්තාකාර පරිමාණය සමාන කොටස් 50කට බෙදා ඇත. එහි අන්තරාලය 0.5 mm වේ.

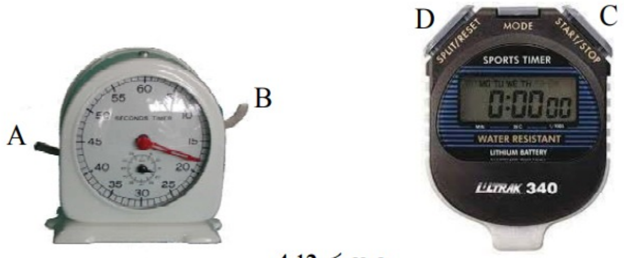
වෘත්තාකාර පරිමාණයේ කොටසක් $= \dfrac{0.5}{50} = 0.01$ mm, කුඩා ම මිනුම $= 0.01$ mm

ගෝලමානය භාවිත කරන විට, උපකරණය සමග සපයා ඇති ප්‍රකාශ සමතල වීදුරු තහඩු කැල්ල මත පළමුව ගෝලමානයේ පාදවල තුඩු තබා ඉස්කුරුප්පු තුඩ ද වීදුරු පෘෂ්ඨය යන්තම් ස්පර්ශ වන සේ ඉස්කුරුප්පු හිස කරකවන්න. එවිට දෝෂ රහිත උපකරණයක වෘත්ත පරිමාණයේ ශුන්‍යය රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ප්‍රධාන ප්‍රධාන පරිමාණය ඔස්සේ පිහිටය යුතු ය. එසේ නොවේ නම් වෘත්ත පරිමාණය ශුන්‍ය නොවන පාඨාංකයක් පෙන්වයි. එය මූලාංක වරද වේ. ගෝලයේ ආරම්භක පාඨාංකය පාද තලයේ සිට ඉහළට ද පහළට ද යන්න අනුව සහ පාඨාංකය ලබා ගන්නේ උත්තල පෘෂ්ඨයක ද, අවතල පෘෂ්ඨයක ද යන්න අනුව ශෝධනය ධන හෝ ඍණ විය හැකි ය. මෙසේ ගෝලීය පෘෂ්ඨයක වක්‍රතා අරය සෙවීමේ දී පාද තලයේ සිට ඉස්කුරුප්පු තුඩ ඉහළට එසැවූ හෝ පහළට චලනය කළ හෝ ප්‍රමාණය 'h' ගෝලමානයේ පාද තුඩු දෙකක් අතර ඇති පරතරය 'a' ද ගෝලීය පෘෂ්ඨයේ වක්‍රතා අරය 'R' ද වේ නම්, h, සහ a මැනීමෙන් පහත ප්‍රකාශනය භාවිත කර R ගණනය කළ හැකි ය.

$$R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

කාලය මැනීම

සාමාන්‍ය ඔරලෝසුවක් හෝ අත් ඔරලෝසුවක් භාවිත කර යම් සිදුවීමකට ගත වන කාලය තත්පරයක් දක්වා මැනිය හැකි ය. එය තත්පරයක භාග මැනීමට භාවිත කළ නොහැකි ය. සරල අවලම්බයක දෝලන කාලාවර්තය හෝ කෙටි දුර ධාවන සිද්ධියකට ගත වන කාලය වැනි මිනුම් සඳහා තත්පරයක භාග මැනිය හැකි විරාම සටිකාව භාවිත කෙරේ.



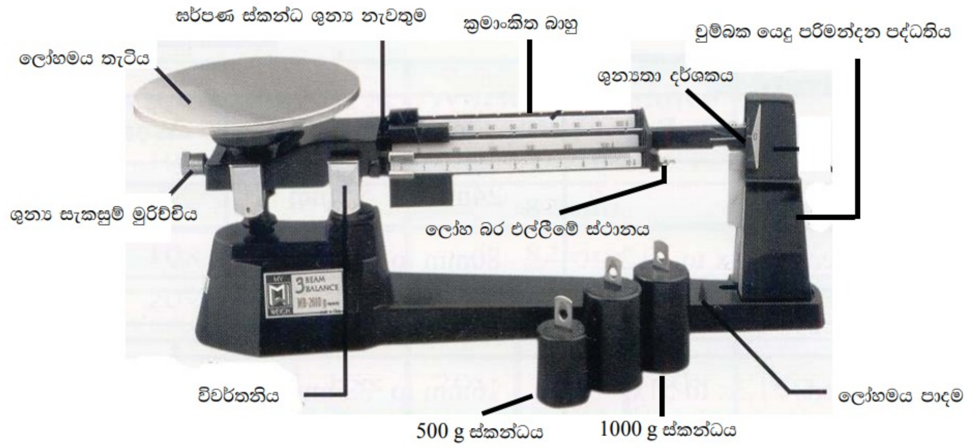
(a) 4.12 රූපය (b)

කෙටි කාල පරාසයක් මැනීමට භාවිත කරන විරාම ඔරලෝසුවක් 4.13 (a) රූපයේ දැක්වේ. A ලීවරය පහළට තල්ලු කිරීමෙන් එය ක්‍රියාත්මක කළ හැකි අතර, ලීවරය ඉහළට තල්ලු කිරීමෙන් එය ක්‍රියා විරහිත කළ හැකි ය. B ලීවරය පහළට තල්ලු කිරීමෙන් දර්ශකය ආරම්භක ශුන්‍ය පිහිටුමට ගෙන ආ හැකි ය.

කෙටි කාල පරාස මැනීමට භාවිත කරන ඉලෙක්ට්‍රොනික විරාම සටිකාවක් 4.13 (b) රූපයෙන් දැක්වේ. C බොත්තම තද කිරීමෙන් එය ක්‍රියාත්මක කළ හැකි අතර එම බොත්තම නැවත තද කිරීමෙන් එය ක්‍රියාවිරහිත කළ හැකි ය. D බොත්තම තද කිරීමෙන් දර්ශක අංක ආරම්භක ශුන්‍ය අගයට ගෙන ආ හැකි ය. මෙම විරාම සටිකාව භාවිත කර කාලය තත්පර 0.1 දක්වා මැනිය හැකිය.

මෙවැනි උපකරණ භාවිත කර කාලය මනින විට, මිනුමේ නිරවද්‍යතාව උපකරණ ක්‍රියාත්මක කරන්නාගේ ප්‍රතික්‍රියා කාලය මත රඳා පවතී. පුද්ගලයකුගේ ප්‍රතික්‍රියා කාලය යනු යම් සිද්ධියක් නිරීක්ෂණය කිරීමත් එයට ප්‍රතිචාරයක් දැක්වීමත් අතර කාල පරාසයයි.

ස්කන්ධය මැනීම



4.13 (a) රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4.13 (b) රූපය

තෙදඬු තුලාවක් 4.14 (a) රූපයේ දැක්වේ. වර්තමානයේ විද්‍යාගාර කටයුතුවල දී ස්කන්ධය මැනීම සඳහා මෙය බහුලව භාවිත කෙරේ. එය එක් පසෙක ලෝහ තැටියකිනුත්, අනෙක් පස ක්‍රමාංකිත බාහු තුනකින් සමන්විත විවර්තනි කළ පද්ධතියකින් යුක්ත ය. බාහු තුන (0-10 g) (0-500 g) සහ (0-1000 g) ලෙස ක්‍රමාංකනය කර ඇත. බාහු දිගේ එහා මෙහා සර්පණය කළ හැකි කුඩා ස්කන්ධ ඇත. කුඩා ස්කන්ධ මත ඇති දර්ශක මගින් ස්කන්ධවල අනුරූප පිහිටීම කියවීමට හැකි වේ. සියලු ස්කන්ධ ශුන්‍ය නැවතුම් කෙළවරට තල්ලු කළ විට බාහු සමඟ ශුන්‍යතා දර්ශකය තිරස් පිහිටීමකට පැමිණේ. එහි වෙනසක් ඇත් නම් ශුන්‍ය සැකසුම් මුරිච්චිය (ඉස්කුරුප්පු බරුව) සැකසීමෙන් බාහුව තිරස් පිහිටීමකට ගෙන ආ හැකි ය.

තුලාවේ බාහු තිරස් පිහිටීමේ ඇති විට, බර කිරීමට අවශ්‍ය වස්තුව ලෝහ තැටිය මත තබා බාහුව නැවත තිරස් පිහිටීමකට පැමිණෙන තුරු බාහු මත ස්කන්ධ දකුණු පසට චලනය කරන්න.

වස්තුවේ ස්කන්ධය අගය, බාහු මත ඇති ස්කන්ධවල පිහිටි දර්ශකවලට අනුරූප අගයන්ගෙන් කියවා ගත හැකි ය. තෙදඬු තුලාවෙන් මැනිය හැකි අවම ස්කන්ධය 0.1 g වේ. මැනිය හැකි උපරිම ස්කන්ධය 100g, 500g සහ 1000g අමතර භාරයන් අදාළ ස්ථානයේ එල්ලීමෙන් කළ හැකිය.

ඉලෙක්ට්‍රෝනික තුලාව භාවිත කර ඉතා කුඩා ස්කන්ධ මැනිය හැකි ය. මෙය සම්පීඩන තුලාවක් වැනි ය. බර කිරීමට අවශ්‍ය වස්තුව තැටිය මත තැබූ විට, තැටිය මත වස්තුව මගින් ඇති කරන තෙරපුම අනුව වස්තුවේ ස්කන්ධය ප්‍රකාශ තිරයක් මත සංඛ්‍යාංක මගින් දැක්වෙන පරිදි එය තුළ සංඛ්‍යාංක ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයක් ඇත. මෙම උපකරණය භාවිත කර මිලි ග්‍රෑමයක් දක්වා ස්කන්ධය මැනිය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පස්වන පරිච්ඡේදය

අදිශ රාශි සහ දෛශික රාශි
Scalar Quantities and Vector Quantities

දෛශික රාශි සහ ආදිශ රාශි ලෙස භෞතික රාශි කාණ්ඩ දෙකකට බෙදිය හැකි ය.

අදිශ රාශි

අදිශ රාශියක් සම්පූර්ණයෙන් ම සුවිශේෂ වන්නේ විශාලත්වයෙනි.

උදා - ස්කන්ධය, කාලය, දුර, පීඩනය, ශක්තිය, ඝනත්වය, වේගය, වර්ගඵලය, පරිමාව, කාර්යය, ජවය

දෛශික රාශි

දෛශික රාශියකට විශාලත්වයක් හා දිශාවක් ඇති අතර, ඒවා දෛශික ආකලන නියම පිළිපදී.

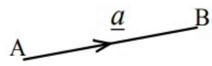
උදා - විස්ථාපනය, ත්වරණය, ආවේගය, ඝූර්ණය, ගම්‍යතාව, චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය, ප්‍රවේගය, බලය, විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව, ගුරුත්වජ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතා, බර

අදිශ රාශි ගණිතමය (වීජ ගණිතමය) ලෙස එකතු කළ හැකි ය. එහෙත් දෛශික රාශි ආකලනයේ දී දිශාව ද සැලකිය යුතු ය.

දෛශිකයක් ඊ හිසක් සහිත සදිශ රේඛා ඛණ්ඩයකින් ජ්‍යාමිතිකව නිරූපණය කළ හැකි ය. රේඛාවේ දිග දෛශිකයේ විශාලත්වයට සමානුපාතික වන අතර, ඊ හිසේ දිශාවෙන් දෛශිකයේ දිශාව පෙන්නුම් කෙරේ (5.1 රූපය).

දෛශිකයේ විශාලත්වය $= \left|\overrightarrow{AB}\right| = AB$

දෛශිකය $\overrightarrow{AB} = \underline{a}$

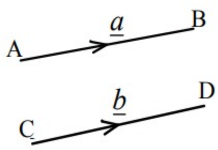


5.1 රූපය

සමාන දෛශික

(i) $AB = CD$ (5.2 රූපය)

$AB \parallel CD$



5.2 රූපය

A සිට B ට ඇති දිශාව C සිට D ට ඇති දිශාවට සමාන නම්,

එවිට $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{CD}$

$\Rightarrow \underline{a} = \underline{b}$

සටහන :- $AB = CD$ (5.3 රූපය)

$AB // CD$

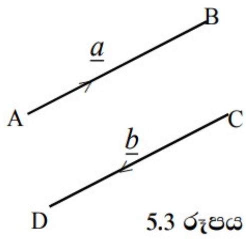
A සිට B ට ඇති දිශාව C සිට D ට ඇති දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ නම්

$\overrightarrow{AB} = -\overrightarrow{CD}$

$\Rightarrow \underline{a} = -\underline{b}$

සටහන:- $\overrightarrow{BA} = -\overrightarrow{AB}$

$\overrightarrow{AB} = -\overrightarrow{BA}$



5.3 රූපය

දෛශික ආකලනය

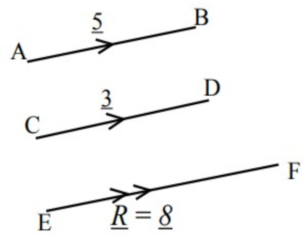
සමාන්තර දෛශික දෙකක ආකලනය

සමාන්තර දෛශික දෙකක් එකතු කිරීමේ දී සම්ප්‍රයුක්තයේ විශාලත්වය, දෛශික දෙකේ ම විශාලත්වවල එකතුවට සමාන වේ.

සම්ප්‍රයුක්තයේ දිශාව දෛශික දෙකේ ම දිශාව වේ.

උදා - $\underline{5}$ සහ $\underline{3}$ දෛශිකවල එකතුව R නම්, (5.4 රූපය)

$$\underline{R} = \underline{5} + \underline{3} = \underline{8}$$



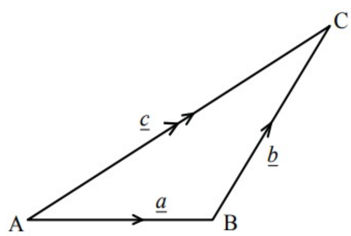
(5.4 රූපය)

දෛශික ත්‍රිකෝණ ක්‍රමය

දෛශික දෙකක් විශාලත්වයෙන් සහ දිශාවෙන් ත්‍රිකෝණයක පාද දෙකක් ඔස්සේ අනුපිළිවෙලින් නිරූපණය කළ හැකි නම් එම පිළිවෙළට ප්‍රතිවිරුද්ධව ගත් තෙවැනි පාදය මගින් විශාලත්යෙන් හා දිශාවෙන් ඒවායේ සම්ප්‍රයුක්තය නිරූපණය කෙරේ.

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

$\underline{a} + \underline{b} = \underline{c}$

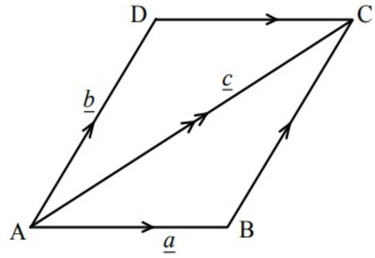


5.5 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෛශික සමාන්තරාස්‍ර නියමය

දෛශික දෙකක් විශාලත්වයෙන් සහ දිශාවෙන් සමාන්තරාස්‍රයක බද්ධ පාද දෙකක් ඔස්සේ නිරූපණය කළ හැකි නම් එම දෛශික හමු වන ලක්ෂ්‍යය හරහා ඇඳි සමාන්තරාස්‍රයේ විකර්ණයෙන් ඒවායේ සම්ප්‍රයුක්තය විශාලත්වයෙන් හා දිශාවෙන් නිරූපණය කෙරේ.



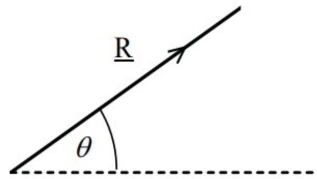
5.6 රූපය

දෛශික විභේදනය

ABCD සමාන්තරාස්‍රයේ (5.6 රූපය) AB පාදයෙන් $\underline{a}$ දෛශිකය සහ AD පාදයෙන් $\underline{b}$ දෛශිකය නිරූපණය කෙරේ නම් AC විකර්ණයෙන් $\underline{c}$ මඟින් දක්වෙන එම දෛශික දෙකේ සම්ප්‍රයුක්තය නිරූපණය කෙරේ. $\underline{a}$ යනු AB ඔස්සේ $\underline{c}$ හි විභේදන කොටස ද, $\underline{b}$ යනු AD ඔස්සේ c හි විභේදන කොටස ද වේ. එක්තරා පාදයක් විකර්ණය ලෙස ගෙන අසීමිත සමාන්තරාස්‍ර සංඛ්‍යාවක් ඇඳිය හැකි ය. එම නිසා එක්තරා දෛශිකයක් දිශා දෙකක් ඔස්සේ විභේදනය කළ හැකි ආකාර ගණන අනන්ත වේ.

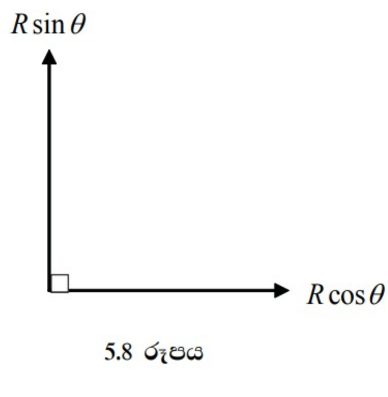
දෛශියක් එකිනෙකට ලම්බ සංරචක දෙකකට විභේදනය කිරීම

තිරසට θ කෝණයකින් ආනතව ඇති දෛශිකයක් සලකමු (5.7 රූපය).



5.7 රූපය

තිරස් හා සිරස් එකිනෙකට ලම්බක දිශා ඔස්සේ එහි සංරචක (5.8 රූපය)



5.8 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

02 ඒකකය
යාන්ත්‍ර විද්‍යාව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමුවන පරිච්ඡේදය

ප්‍රගති විද්‍යාව
Kinematics

වස්තුවක් කොපමණ ඉක්මනින් යම් මොහොතක දී ගමන් කරන්නේ ද යන්න පැහැදිලි කරන්නේ එම මොහොතේ දී එහි ප්‍රවේගයයි.

ප්‍රවේගයෙහි අර්ථ දැක්වීම

යම් ඔස්සේ වස්තුවක විස්ථාපනය වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව එහි ප්‍රවේගයයි.

ප්‍රවේගය දක්වන සාමාන්‍ය සංකේත v සහ u වෙයි.

අර්ථ දැක්වීම අනුව,

$$\text{ප්‍රවේගය} = \frac{\text{විස්ථාපන වෙනස}}{\text{ගත වූ කාලය}}$$

$$\boxed{v = \frac{\Delta s}{\Delta t}}$$

- ප්‍රවේගය දෛශික රාශියකි. එහෙයින් එය දිශාවක් සමග අනුබද්ධ වේ.
- ප්‍රවේගයේ අන්තර්ජාතික SI ඒකකය m s^{-1} වේ.

සාපේක්ෂ චලිතය

උදාහරණය- 1

මෝටර් රථ දෙකක් $100\ \text{km h}^{-1}$ ප්‍රවේගවලින් එකම දිශාවට එකක් පසුපස අනෙක ගමන් කරන්නේ යැයි සිතමු. මාර්ගයේ පසෙක සිටින නිශ්චල පොලිස් නිලධරයකු එම රථවල ප්‍රවේග $100\ \text{km h}^{-1}$ බව වේගමානයක් මගින් හඳුනා ගනු ඇත. එහෙත් එක් රථයක සිටින රියැදුරුට අනෙක් රථය දිස් වන්නේ නිශ්චලව තිබෙන ලෙස ය.

මෙයින් පෙනී යන්නේ යම් වස්තුවක ප්‍රවේගය, එය නිරීක්ෂණය කරන්නාගේ 'සමුද්දේශ රාමුව' මත රඳා පවතින බවයි.

එදිනෙදා ජීවිතයේ දී මෙම සමුද්දේශ රාමුව ලෙස සලකනු ලබන්නේ පොළොවයි.

නිදසුනක් වශයෙන්, පොලිස් නිලධරයාට මෝටර් රථවල ප්‍රවේගය නිරවද්‍යව නිශ්චය කළ හැකි වූයේ නිශ්චලව සිටි හෙයිනි. එහෙත් ඔහු ද ගමන් කරන අතරතුර රථවල ප්‍රවේග නිශ්චය කළේ නම් එම අගයන් සාවද්‍ය වනු ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

උදාහරණය - 2

ගමන් කරන රථයක සිටින මඟියකු, ඔහු ගමන් කරන රථයේ ප්‍රවේගයට විශාලත්වයෙන් සමාන ප්‍රවේගයෙන්, එහෙත් ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට ගසක් ගමන් කරන බව නිරීක්ෂණය කරයි. ගස, පොළොවෙහි සමුද්දේශ රාමුවට සාපේක්ෂව සත්‍ය වශයෙන් ම නිශ්චල වුව ද, ගමන් කරන රථයෙහි සමුද්දේශ රාමුවට සාපේක්ෂව එයට ප්‍රවේගයක් ඇත.

ගමන් කරන A නම් වස්තුවක පොළොවට සාපේක්ෂව ප්‍රවේගය,

$v_{A,E}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

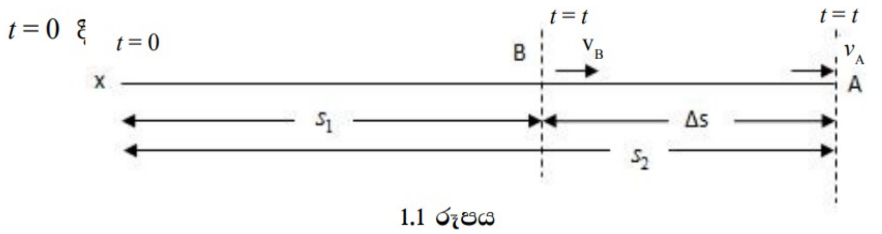
එසේ ම, B නම් වෙනත් වස්තුවක සමුද්දේශ රාමුවට සාපේක්ෂව A වස්තුවෙහි ප්‍රවේගය,

$v_{A,B}$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

විවිධ සමුද්දේශ රාමුවලට සාපේක්ෂව ප්‍රවේග අතර සම්බන්ධය පහත නිදසුනේ දැක්වෙන අන්දමට ලබා ගත හැකි වෙයි.

A සහ B යනු පිළිවෙළින් v_A සහ v_B $(v_A > v_B)$ යන ඒකාකාර ප්‍රවේගවලින් (පොළොවට සාපේක්ෂව) ගමන් කරන වස්තු දෙකක් යැයි සිතමු. මේවා එක ම පථයෙහි එක ම දිශාවට ගමන් කරන්නේ යැයි ද සිතමු.

මෙම වස්තු දෙක ඒවායේ පථයෙහි X නම් ලක්ෂ්‍යය එක ම මොහොතෙහි v_A සහ v_B ඒකාකාර ප්‍රවේගවලින් පසු කර ගමන් කරන්නේ නම්,



1.1 රූපය

එවිට,

A ගේ ප්‍රවේගය, $v_a = \dfrac{s_2}{t}$

B ගේ ප්‍රවේගය, $v_B = \dfrac{s_1}{t}$

එනම්, 't' කාලය තුළ දී, Bට සාපේක්ෂව A, Δs ප්‍රමාණයකින් විස්ථාපනය වී ඇත.

$$\overrightarrow{\Delta s} = (\vec{s}_2 - \vec{s}_1)$$

$$\therefore \ \frac{\overrightarrow{\Delta s}}{t} = \frac{(\vec{s}_2 - \vec{s}_1)}{t}$$

$$\frac{\overrightarrow{\Delta s}}{t} = \frac{\vec{s}_2}{t} - \frac{\vec{s}_1}{t}$$

එනම් $\boxed{v_{A,B} = \vec{v}_A - \vec{v}_B}$ —— (1)

$v_{A,B} = v_{A,E} - v_{B,E}$ (A හා B හි පොළොවට සාපේක්ෂ චලිතය සලකා ඇති බැවින්)

නමුත් - $v_{B,E} = v_{E,B}$ බැවින්

(1) සමීකරණයට ආදේශයෙන් $\boxed{v_{A,B} = v_{A,E} + v_{E,B}}$

ඉහත ප්‍රකාශනයෙන් පෙනී යන්නේ, වෙනත් වස්තුවකට සාපේක්ෂව යම් වස්තුවක ප්‍රවේගය, වෙනත් තෙවැනි සමුද්දේශ රාමුවකට සාපේක්ෂව එම වස්තු දෙකෙහි ප්‍රවේග ඇසුරෙන් දැක්විය හැකි බව ය.

විසඳූ ගැටලු

1. මෝටර් බෝට්ටුවක් (B) උතුරු දෙසට 60 km h^{-1} ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරයි. උතුරු දෙස සිට නොසැලෙන සුළඟක් 40 km h^{-1} ප්‍රවේගයෙන් හමයි. බෝට්ටුවේ සිටින මඟියකුට දැනෙන පරිදි සුළඟේ ප්‍රවේගය කුමක් ද?

$v_{B,E} = 60 \uparrow \qquad v_{E,B} = 60 \downarrow$

$v_{W,E} = 40 \downarrow$ (සුළඟ W ලෙස ද පොළොව E ලෙස ද ගෙන ඇත)

$v_{W,B} = v_{W,E} + v_{E,B}$

$= 40\downarrow + 60\downarrow = (40+60)\downarrow = 100 \text{ km h}^{-1} \downarrow$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2. යතුරුපැදියක් (M) 100 km h^{-1} ප්‍රවේගයෙන් සෘජු මඟක් ඔස්සේ ගමන් කරයි. එය පොලිස් රථයක් (C) පසු කරත් ම, පොලිස් රථය 110 km h^{-1} ක ප්‍රවේගයෙන් යතුරුපැදිය හඹා යයි. පොලිස් රථයට සාපේක්ෂව යතුරුපැදියේ ප්‍රවේගය කුමක් ද?

$$v_{\mathrm{M,E}} = \overrightarrow{100}\ \mathrm{km\ h^{-1}}$$

$$v_{\mathrm{C,E}} = \overrightarrow{110}\ \mathrm{km\ h^{-1}} \qquad v_{\mathrm{E,C}} = \overleftarrow{110}\ \mathrm{km\ h^{-1}}$$

$$\begin{aligned} v_{\mathrm{M,C}} &= v_{\mathrm{M,E}} + v_{\mathrm{E,C}} \\ &= \overrightarrow{100}\ \mathrm{km\ h^{-1}} + \overleftarrow{110}\ \mathrm{km\ h^{-1}} \\ &= \overleftarrow{-100}\ \mathrm{km\ h^{-1}} + \overleftarrow{110}\ \mathrm{km\ h^{-1}} \\ &= \overleftarrow{10}\ \mathrm{km\ h^{-1}} \end{aligned}$$

3. දිග 150 mක් වූ දුම්රියක් (T) 70 km h^{-1} ප්‍රවේගයෙන් සෘජු මඟක් ඔස්සේ ගමන් කරයි. මේ අතර, දුම්රිය මඟට ආසන්න සහ සමාන්තර මඟක් ඔස්සේ මෝටර් රථයක් (M) 85 km h^{-1} වූ ඒකාකාර ප්‍රවේගයකින් දුම්රිය ගමන් කරන දෙසට ම ගමන් කරයි. මෝටර් රථයට දුම්රිය පසු කිරීමට ගත වන කාලය සොයන්න. (ආරම්භයේ දී මෝටර් රථය දුම්රියේ පසු කෙළවරට ආසන්නව ඇති සේ සලකන්න)

$$v_{\mathrm{M,E}} = \overrightarrow{85}\ \mathrm{km h^{-1}}$$

$$v_{\mathrm{T,E}} = \overrightarrow{70}\ \mathrm{km h^{-1}} \qquad v_{\mathrm{E,T}} = \overleftarrow{70}\ \mathrm{km h^{-1}}$$

$$\begin{aligned} v_{\mathrm{M,T}} &= v_{\mathrm{M,E}} + v_{\mathrm{E,T}} \\ &= \overrightarrow{85}\ \mathrm{km h^{-1}} + \overleftarrow{70}\ \mathrm{km h^{-1}} \\ &= \overrightarrow{85}\ \mathrm{km h^{-1}} - \overrightarrow{70}\ \mathrm{km h^{-1}} \\ &= \overrightarrow{15}\ \mathrm{km h^{-1}} \end{aligned}$$

$$\text{ප්‍රවේගය} = \frac{\text{විස්ථාපන වෙනස}}{\text{ගත වූ කාලය}}$$

$$15\ \mathrm{km\ h^{-1}} = \frac{150 \times 10^{-3}\ \mathrm{km}}{t}$$

$$t = 10^{-2}\ \mathrm{h}$$

$$t = 10^{-2} \times 3600\ \mathrm{s}$$

$$\underline{\underline{t = 36\ \mathrm{s}}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

යෙදීම්

1. සෑම දිනක ම සූර්යා පෘථිවිය වටා ගමන් කරන බව නිරීක්ෂණය වෙයි. එහෙත් සත්‍ය වශයෙන් සිදු වන්නේ පෘථිවිය තම අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වීමයි.

2. නිශ්චල වාතයෙහි වැහි බින්දු ගුරුත්වය යටතේ සිරස්ව පහළට වැටෙයි. එහෙත් ගමන් කරන දුම්රියක සිටින අයකුට වර්ෂාව දිස් වන්නේ ආනතව පතිත වන ලෙස ය.

නියත ත්වරණයක් යටතේ සරල රේඛීය චලිතය

චලිත ප්‍රස්තාර

විස්ථාපනය, ප්‍රවේගය සහ ත්වරණය වැනි පද වස්තුවක සරල රේඛීය චලිතය විස්තර කිරීම සඳහා යොදා ගත හැකි ය.

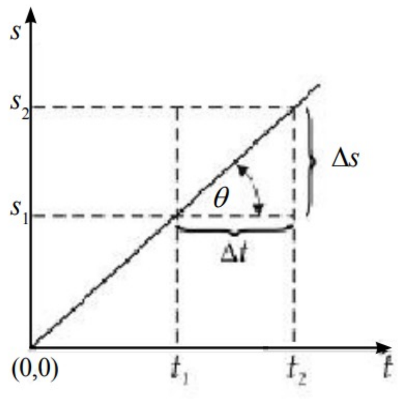
$$\text{ප්‍රවේගය} = \frac{\text{විස්ථාපන වෙනස}}{\text{ගත වූ කාලය}}$$

$$\text{ත්වරණය} = \frac{\text{ප්‍රවේගයේ වෙනස් වීම}}{\text{ගත වූ කාලය}}$$

විස්ථාපන - කාල ප්‍රස්තාර

නිශ්චිත දිශාවක් ඔස්සේ වස්තුවක විස්ථාපනය, කාලයට එදිරිව ප්‍රස්තාරයක සටහන් කිරීමෙන් විස්ථාපන - කාල ප්‍රස්තාරය ලැබෙයි.

(1) කාලයට (t) එදිරිව විස්ථාපනය (s) ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් නම්,



1.2 රූපය

$$\text{අනුක්‍රමණය} = \tan\theta$$

$$= \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

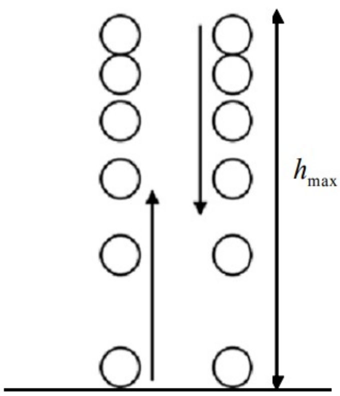
$$\text{අනුක්‍රමණය} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\boxed{\text{අනුක්‍රමණය} = \text{වස්තුවෙහි ප්‍රවේගය}}$$

කාලයට (t) එදිරිව විස්ථාපනය (s) ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් නම්, චලිතය, '**ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන්**' සිදු වන බව මෙයින් පෙනෙයි.

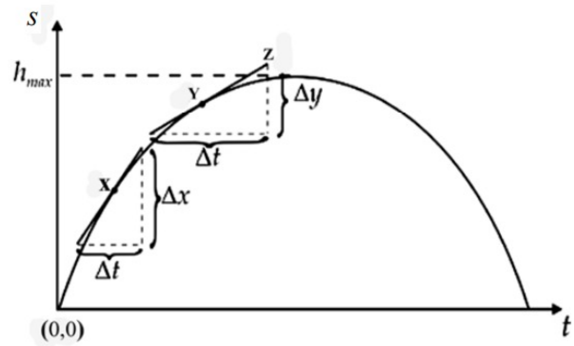
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සිරස්ව ප්‍රක්ෂේපණය කළ බෝලයක් ගුරුත්වය යටතේ චලනය වන විට ගත් ඡායාරූපයකට අදාළව, සමාන කාල අන්තරවල දී බෝලයේ අනුයාත පිහිටීම් පහත රූපයේ දැක් වේ.



1.3 රූපය

සමාන කාලාන්තරවල දී මෙම ක්ෂණික ඡායරූපගත කිරීම් සිදු කර ඇති අතර, මේ අනුව පෙනී යන්නේ බෝලය ඉහළ නගින විට එහි විස්ථාපනය අඩු වන බවත් බෝලය පහළ බසින විට විස්ථාපනය වැඩි වන බවත් ය. එනිසා එහි කාලයට එදිරිව විස්ථාපනය සලකුණු කළ ප්‍රස්තාරය පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.



1.4 රූපය

- බෝලය ඒකාකාර ප්‍රවේගයකින් ගමන් නොකරන බව පැහැදිලි වන අතර, එහෙයින් ප්‍රස්තාරය සරල රේඛීය නො වේ.
- ප්‍රස්තාරයේ X සහ Y ලක්ෂ්‍ය ගැන සලකා බැලීමේ දී, එම ලක්ෂ්‍යවල දී ප්‍රස්තාරයට ඇඳි ස්පර්ශකවල අනුක්‍රමණ මඟින් එම අවස්ථාවල දී බෝලයෙහි ප්‍රවේග ලැබේ.

$$(\text{අනුක්‍රමණය})_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = (\text{ප්‍රවේගය})_X$$

$$(\text{අනුක්‍රමණය})_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = (\text{ප්‍රවේගය})_y$$

$$(\text{අනුක්‍රමණය})_x > \text{බැවින් } (\text{අනුක්‍රමණය})_y \text{ බැවින්}$$

$$(\text{ප්‍රවේගය})_X > (\text{ප්‍රවේගය})_Y$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

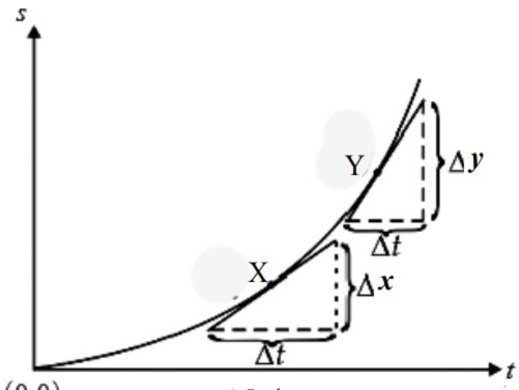
එනම්, බෝලය ක්‍රමයෙන් අඩු වන ප්‍රවේගයකින් හෙවත් **'මන්දනයකින්'** ඉහළට ගමන් කර ඇත.

Z හි උපරිම උසෙහි දී, අනුක්‍රමණය $= 0$

එහෙයින් වස්තුව සිරස් දිශාවෙහි ශූන්‍ය ප්‍රවේගය එවිට ලබා ඇත.

එසේ ම වස්තුවෙහි චලිතය පහත දැක්වෙන ආකාරයට නිරූපණය වන්නේ නම්,

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ හෝ } v_y = \frac{\Delta y}{\Delta t}$$



1.5 රූපය

එනම් ප්‍රස්තාරයෙන් නිරූපණය වන්නේ **'ත්වරණයකින්'** සිදු වන චලිතයකි.

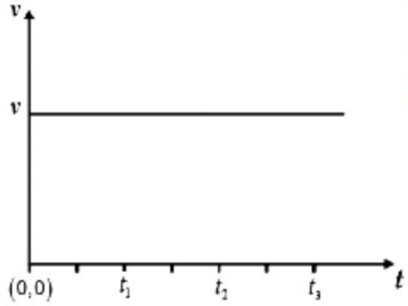
තවදුරටත් පැහැදිලි වන්නේ ගුරුත්වය යටතේ චලනය වීමට ප්‍රක්ෂේපණය කළ බෝලය ආපසු පැමිණෙන්නේ ත්වරණයකින් බවයි.

ප්‍රවේග - කාල ප්‍රස්තාර

චලනය වන වස්තුවක ප්‍රවේගය (v) කාලය (t) ට එදිරිව සලකුණු කිරීමෙන් ප්‍රවේග කාල ප්‍රස්තාරය ලැබේ.

(1) ඒකාකාර ප්‍රවේගය

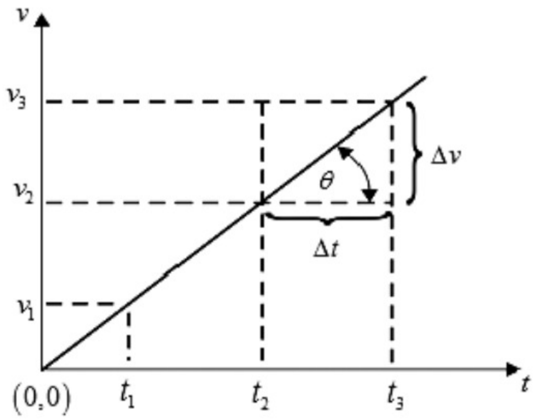
යම් වස්තුවක ප්‍රවේගය, කාලය සමඟ නියතව පවතී නම් එම වස්තුව ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් චලිත වේ. එවිට කාලයට (t) එදිරිව ප්‍රවේගය (v) ප්‍රස්තාරය පහත දැක්වෙන ආකාරය ගනු ඇත.



1.6 රූපය

මේ අනුව, කාල අක්ෂයට සමාන්තර සරල රේඛාවක් මගින් ඒකාකාර ප්‍රවේගය නිරූපණය වේ.

(2) ප්‍රවේග (v) - කාල (t) ප්‍රස්තාරය කාල අක්ෂයට ආනත වූ සරල රේඛාවක් නම්,



1.7 රූපය

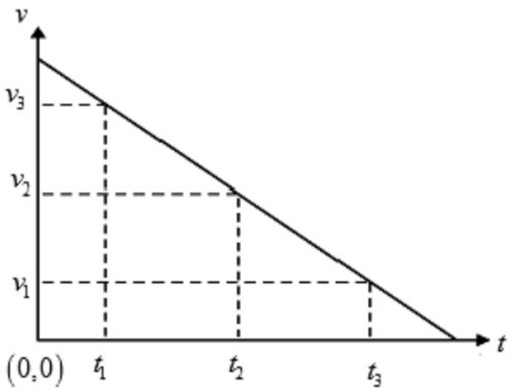
කාලය සමඟ ප්‍රවේගය වැඩි වන බව දක්වයි. එනම් මෙම ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය මගින් ත්වරණය නිරූපණය වේ.

$$\text{ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය} = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2}$$

$$\text{අනුක්‍රමණය} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\therefore \boxed{\text{අනුක්‍රමණය} = \text{ත්වරණය}}$$

ඉහත ප්‍රස්තාරයෙහි රේඛාව ඔස්සේ අනුක්‍රමණය නියත හෙයින් ද, ප්‍රවේගය කාලය සමඟ වැඩි වන හෙයින් ද එයින් නිරූපණය වන්නේ '**ඒකාකාර ත්වරණයයි**'.

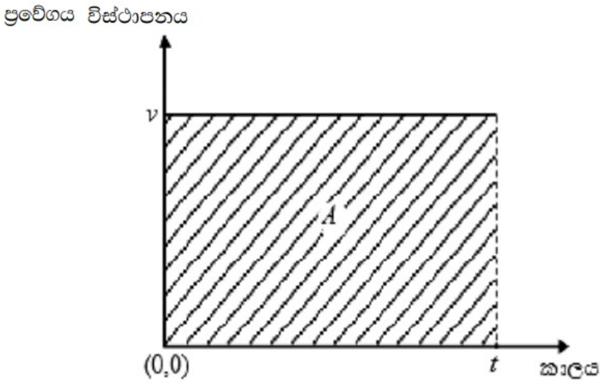


1.8 රූපය

(3) සරල රේඛාවේ ආනතිය මෙම ප්‍රස්තාරයේ පරිදි වේ නම් අනුක්‍රමණය තවදුරටත් ඒකාකාර වේ. නමුත් ප්‍රවේගයේ විශාලත්වය කාලය සමග අඩු වන හෙයින් එයින් නිරූපණය වන්නේ **"ඒකාකාර මන්දනයයි"**.

- මෙහි විස්ථාපනය සහ ප්‍රවේගය යන රාශීන් දෛශික වන හෙයින් ප්‍රස්තාරිකව ඒවායේ දිශා නිරූපණය කිරීම වැදගත් බව සිත්හි තබා ගත යුතු ය.

ප්‍රවේග - කාල ප්‍රස්තාරයක වර්ගඵලය



1.9 රූපය

ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් සිදු වන චලිතයක,

$$v = \frac{\text{විස්ථාපන වෙනස}}{\text{කාලය}}$$

විස්ථාපන වෙනස = ප්‍රවේගය $\times$ කාලය

ප්‍රස්තාරයෙන්,

වර්ගඵලය A = සෘජුකෝණාස්‍රයේ වර්ග ඵලය

$\therefore$ වර්ගඵලය A = $v \times t$

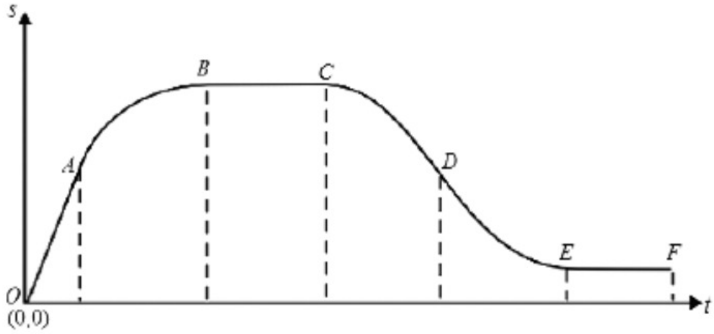
= විස්ථාපන වෙනස

එනම්, $\boxed{\text{වක්‍රය සහ කාල අක්ෂය අතර වර්ගඵලය} = \text{විස්ථාපනය වෙනස}}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳූ ගැටලු

1. පහත දැක්වෙන විස්ථාපන (s) - කාල (t) ප්‍රස්තාරය සලකන්න.



පහත දැක්වෙන ලක්ෂ්‍ය අතර වස්තුවෙහි චලිතය විස්තර කරන්න.

(1) O සිට A දක්වා
(2) A සිට B දක්වා
(3) B සිට C දක්වා
(4) C සිට D දක්වා
(5) D සිට E දක්වා
(6) E සිට F දක්වා

පිළිතුරු:

(1) O සිට A දක්වා - ඒකාකාර ප්‍රවේගය (නියත අනුක්‍රමණය නිසා)

(2) A සිට B දක්වා - මන්දනය හෝ (-) ත්වරණය (අනුක්‍රමණය ක්‍රමයෙන් අඩු වන නිසා)

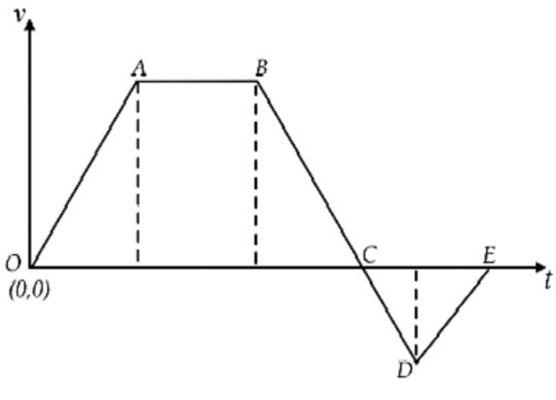
(3) B සිට C දක්වා - නිශ්චලතාව (අනුක්‍රමණය ශූන්‍ය නිසා)

(4) C සිට D දක්වා - C හි දී වස්තුව ආපසු හැරී ත්වරණයකින් ගමන් කරයි.
මෙය (--) දිශාවට වූ ත්වරණයක් වන අතර ප්‍රවේගය (-) ලෙස වැඩි වේ.

(5) D සිට E දක්වා - මන්දනය. ප්‍රවේගය (-) අගයක සිට ශූන්‍ය කරා පැමිණේ.

(6) E සිට F දක්වා - නිශ්චලතාව (අනුක්‍රමණය ශූන්‍ය නිසා)

2. පහත දැක්වෙන ප්‍රවේග (v)- කාල (t) ප්‍රස්තාරයෙන් නිරූපණය වන චලිතය සලකා බලන්න.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පහත දැක්වෙන ලක්ෂ්‍ය අතර වස්තුවෙහි චලිතය විස්තර කරන්න.

(1) O සිට A දක්වා

(2) A සිට B දක්වා

(3) B සිට C දක්වා

(4) C සිට D දක්වා

(5) D සිට E දක්වා

පිළිතුරු:

(1) O සිට A දක්වා	-	නිශ්චලතාවෙන් පටන් ගෙන ඒකාකාර ත්වරණයෙන් ගමන් කරයි. (අනුක්‍රමණය නියත වන අතර ප්‍රවේගයේ විශාලත්වය වැඩි වන හෙයින්)
(2) A සිට B දක්වා	-	ඒකාකාර ප්‍රවේගය (ප්‍රවේගය යම් අගයක නියතව පවතිමින් අනුක්‍රමණය ශුන්‍ය වන හෙයින්)
(3) B සිට C දක්වා	-	ඒකාකාර මන්දනයක් යටතේ අවසානයේ C හි දී නිශ්චලතාවට පැමිණේ. (ප්‍රවේගයේ විශාලත්වය ක්‍රමයෙන් අඩු වන අතර අනුක්‍රමණය නියත වන හෙයින්)
(4) C සිට D දක්වා	-	නිශ්චලතාවෙන් පටන් ගෙන වස්තුව ප්‍රතිවිරුද්ධ දෙසට ඒකාකාර ත්වරණයකින් ගමන් කරයි. (අනුක්‍රමණය නියත වන අතර ප්‍රවේගය (-) ද එහි විශාලත්වය වැඩි වෙමින් ද පවති)
(5) D සිට E දක්වා	-	වස්තුව (-) දිශාවට වූ ඒකාකාර මන්දනයකින් යුතුව ගමන් කර E හිදී ප්‍රවේගය ශුන්‍ය වේ.
(5) E සිට F දක්වා	-	නිශ්චලතාවෙන් පවති.

i ඉහත සඳහන් චලිත සඳහා අදාළ වූ විස්ථාපන (s) - කාල (t) සහ ප්‍රවේග - (v) කාල (t) ප්‍රස්තාර සටහන් කරන්න.

ii (අ) ආරම්භයේ සිට බෝලයේ පළමු ගැටුම සඳහා ගත වන කාලය සොයන්න.

(ආ) බෝලය නගින උපරිම උස සොයන්න.

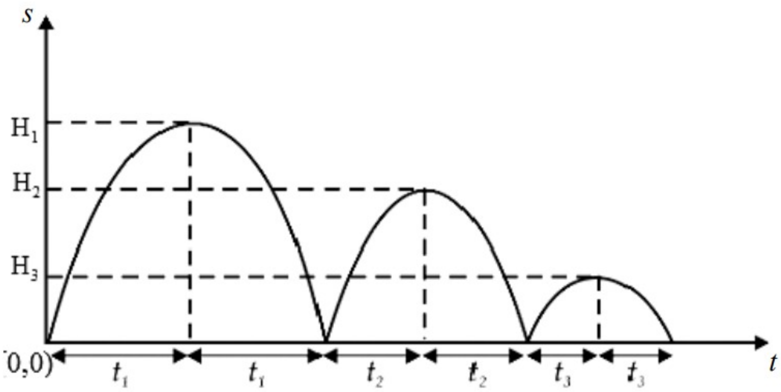
iii රබර් බෝලයක් බිම සිට $40\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ ප්‍රවේගයකින් ගුරුත්වය යටතේ සිරස්ව ඉහළට ප්‍රක්ෂේපණය කරනු ලැබේ. එය ප්‍රක්ෂේපණ බිම සමග නැවත ගැටීමේ දී, එම ගැටෙන ප්‍රවේගය මෙන් හරි අඩක් වූ ප්‍රවේගයකින් පොළා පනී.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

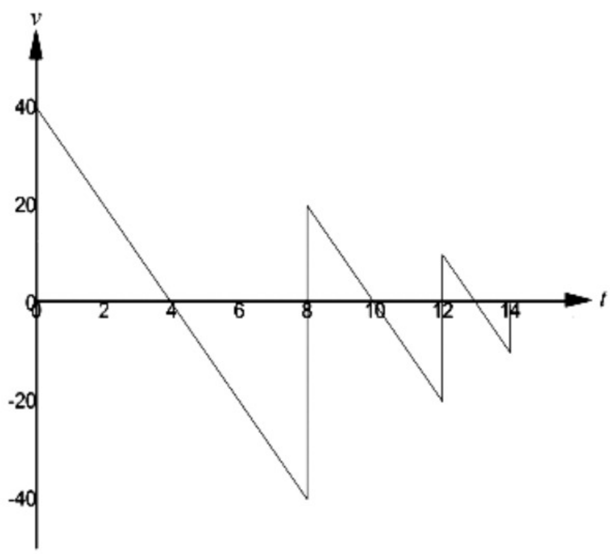
පිළිතුරු

(i) බෝලය ගුරුත්වයට එරෙහිව ප්‍රක්ෂේපණය කළ විට එය $-10\ \mathrm{m\ s^{-2}}\ (-g)$ ඒකාකාර මන්දනයකින් ඉහළට ගමන් කරයි. එය එහි උපරිම උසට ළඟා වූ විට නැවත එම පථය ඔස්සේ ම ආපසු, අගයෙන් සමාන ත්වරණයකින් $10\ \mathrm{m\ s^{-2}}\ (g)$ මුල් ප්‍රක්ෂේපණ බිමට ළඟා වේ. එසේ ළඟා වන්නේ මුල් ප්‍රක්ෂේපණ ප්‍රවේගයට අගයෙන් සමාන වූ ප්‍රවේගයකිනි.

විස්ථාපන - කාල ප්‍රස්තාරය



ප්‍රවේග - කාල ප්‍රස්තාරය



(ii) (අ) $v-t$ ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය මඟින්,

අනුක්‍රමණය = ත්වරණය $= 10 = \dfrac{40-0}{t_1}$

$t_1 = 4$ s

∴ පළමු ගැටුමට ගත වන කාලය $= 2t_1 = 8$ s

(ආ) $v-t$ ප්‍රස්තාරයේ වර්ගඵලය (A) මගින්

වර්ගඵලය = විස්ථාපනය $= H_1$

$$= \frac{1}{2} \text{ x } t_1 \text{ x } 40$$

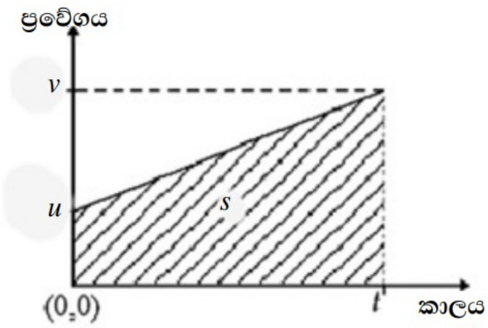
$$= \frac{1}{2} \text{ x } 4 \text{ x } 40$$

$$= \underline{\underline{80 \text{ m}}}$$

චලිත සමීකරණ

වස්තුවක යම්කිසි චලිතයක් විස්තර කරන්නා වූ භෞතික රාශි අතර සම්බන්ධතා චලිත සමීකරණ ලෙස දැක්වේ.

වස්තුවක් 'u' ප්‍රවේගයකින් ගමන් අරඹා, 't' කාලයක් තුළ 'a' ඒකාකාර **ත්වරණයකින්** ගමන් කරමින් 'v' ප්‍රවේගයක් ලබා ගැනීමේ දී 's' විස්ථාපන වෙනසක් සරල රේඛීය පථයක් ඔස්සේ ලබා ගෙන තිබේ නම් එම චලිතය පහත දැක්වෙන ප්‍රවේග - කාල ප්‍රස්තාරයෙන් නිරූපණය වේ.



1.10 රූපය

ත්වරණය = අනුක්‍රමණය බැවින්,

$$a = \frac{v-u}{t} \Rightarrow \boxed{v = u + at}$$

වර්ගඵලය = විස්ථාපන වෙනස (s)

$$\boxed{s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉහත සමීකරණ දෙක මඟින්,

$$s = \left(\frac{u + (u + at)}{2}\right)t \Rightarrow \boxed{s = ut + \frac{1}{2}at^2}$$

$$s = \left(\frac{u + v}{2}\right)\left(\frac{v - u}{a}\right) \Rightarrow \boxed{v^2 = u^2 + 2as}$$

ගුරුත්වය යටතේ චලිතය

වස්තූන් ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට හසු වෙමින්, වාත ප්‍රතිරෝධය වැනි ප්‍රතිරෝධ නොගිණිය හැකි තරම් කුඩා වූ තත්ත්ව යටතේ චලනය වන විට, එම චලිතය ගුරුත්වය යටතේ චලිතය ලෙස නම් වේ.

උදාහරණ- 1

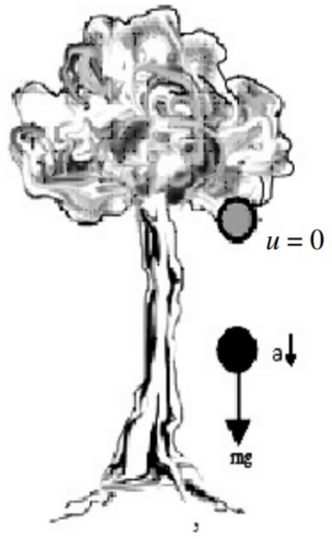
ගසකින් ගෙඩියක් ගිලිහී වැටීම

$\downarrow F = ma$

$mg = m \times a$

$\downarrow a = g \text{ m s}^{-2}$ g - ගුරුත්වජ ත්වරණයයි

පෘථිවි පෘෂ්ඨය ආසන්නයේ දී $g = 10 \text{ m s}^{-2}$



1.11රූපය

උදාහරණය - (II)

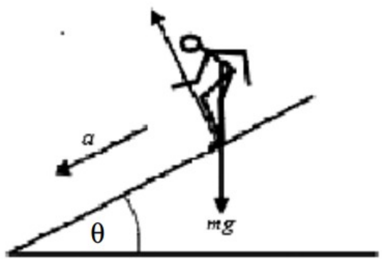
තිරසට ආනත වූ හිම තලයක් මත යමකු ලිස්සා යෑම

$\underline{F} = m\,\underline{a}$

ඝර්ෂණය ශූන්‍යයයි සැලකීමෙන්

$\cancel{m}\,g\sin, = \cancel{m} \times a$

$a = g \sin,$



1.12 රූපය

මේ අනුව θ ආනතිය වැඩි වන විට ඔහුගේ ත්වරණය වැඩි වෙයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තිරසට ආනත ව වස්තුවක් ප්‍රක්ෂේපණය කිරීම

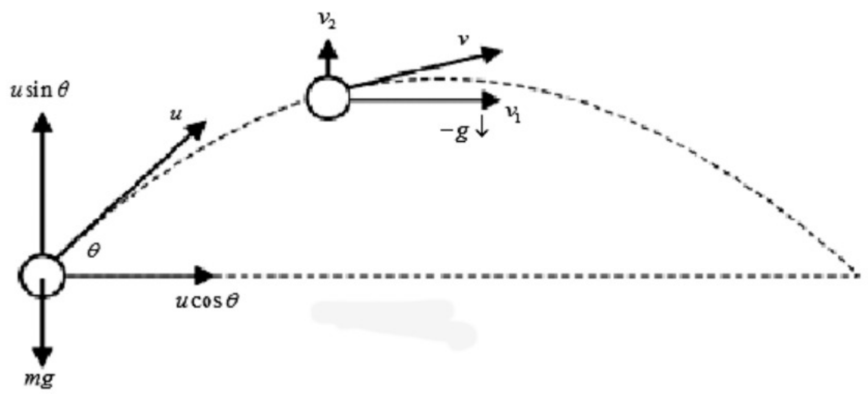
ක්‍රිකට් ක්‍රීඩාවේ දී පිතිකරුවෙකු 6 පහරක් එල්ල කළ අවස්ථාවක් සිහියට නගන්න. එහිදි පන්දුව වක්‍ර මාර්ගයක ගමන් කළ බව ඔබට මතක් වනු ඇත. වස්තුවක එබඳු ආකාරයේ චලිතයක් ප්‍රක්ෂිප්ත චලිතයක් බව කිව හැකිය. පන්දුවේ මෙම චලිතය හා සම්බන්ධ විද්‍යාත්මක කරුණු පිළිබඳව ඔබ සලකා බලා තිබේ ද? පන්දුව ගුවන ඔස්සේ කොපමණ දුරකට ගමන් කරන්නේ ද යන්න සාධක කිහිපයක් මත රදා පවතී. එනම්,

1. වස්තුව (පන්දුවට) ලබා දෙන ආරම්භක ප්‍රවේගයේ විශාලත්වය
2. ප්‍රක්ෂේපණ කෝණය (වස්තවේ ආරම්භක ප්‍රවේගයේ දිශාය තිරස් දිශාව සමග සාදන කෝණය)

පුහුණුකරුවන්, ක්‍රිකට් පිතිකරුවකුට හයේ පහරක් එල්ල කිරීමට පුහුණු කිරීමේ දී මෙම සාධක සැලකිල්ලට ගනු ලැබේ.

තිරසට ආනතව සිදුවන මෙම ප්‍රක්ෂිප්ත චලිතය තිරස් හා සිරස් යන චලිත දෙකක සංයුක්තයක් සේ සැලකිය හැකි ය. තිරස් චලිතය වන සහ සිරස් චලිතය මත ඇති වන වෙනස්කම් (බලපෑම්) සලකා බැලීමෙන් ප්‍රක්ෂිප්ත චලිතය අධ්‍යයනය කළ හැකිය.

පිතිකරුවකු තිරසට කෝණයකින් ආනතය ප්‍රක්ෂපණය වන පරිදි පන්දුවනට පහර දුන් අවස්ථාවක් සලකන්න.



1.13 රූපය

චලිතයේ (+) දිශාව සිරස් ව ඉහළ දිශාව ලෙස සලකමු.

සිරස් චලිතය සැලකීමෙන් $\uparrow$

ආරම්භක ප්‍රවේගයේ සිරස් සංරචකය $= u\sin\theta$

ත්වරණය $= -g\downarrow$

$$\uparrow v = u + at$$

$$v_2 = u\sin\theta - g\times t < u\sin\theta$$

$\therefore$ ප්‍රවේගයේ සිරස් සංරචකය ක්‍රමයෙන් අඩු වෙයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙම සිරස් ප්‍රවේග සංරචකයේ අගය ශුන්‍ය වන තෙක් එය අඩු වේ. ඉන්පසු ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය යටතේ සිරස් ප්‍රවේග සංරචකයේ අගය පහළ දිශාවට ක්‍රමයෙන් වැඩිවෙමින් විත් බෝලය වදී.

තිරස් චලිතය සැලකීමෙන්,

තිරස් සංරචකය $\rightarrow u\cos\theta$

තිරස් ත්වරණය = 0

$v = u + at$

$v_1 = u\cos\theta$

$\therefore$ ප්‍රවේගයේ තිරස් සංරචකය නියතව පවතී.

දෙන ලද කාලයක දී වස්තුවෙහි වේගය සෙවීම සඳහා v_1 සහ v_2 හි දෛශික ඓක්‍යය සෙවීමෙන් වස්තුවේ පථය පරාවලයක් බව පෙනී යනු ඇත.

විසඳූ ගැටලු

උදාහරණ 1

නැවතුම් පොළකින් නිශ්චලතාවෙන් ගමන් අරඹන බස් රථයක් 10 s ට පසුව 72 km h^{-1} ප්‍රවේගයක් ලබා ගනී. අනතුරුව බසය මෙම ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් 10 s ක කාලයක් ගමන් කොට තවත් 5 s කින් වෙනත් නැවතුම් පොළක දී නිශ්චලතාවට පැමිණේ. සියලු ත්වරණ සහ මන්දන ඒකාකාර නම්; ත්වරණය, මන්දනය සහ නැවතුම්පොළ දෙක අතර දුර සොයන්න. බසයේ සාමාන්‍ය ප්‍රවේගය ද ගණනය කරන්න.

පිළිතුරු:

$$72 \text{ km h}^{-1} = 72 \times \frac{1000}{3600} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

ත්වරණ $'a'$ නම්

$$v = u + at$$

$$20 + a_1 \times 10$$

$$a = 2 \text{ m s}^{-2}$$

විස්ථාපනය (ත්වරණයේ දී)

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

$$s_1 = \frac{(0+20)}{2}\times 10$$

$$= 100 \text{ m}$$

විස්ථාපනය (ඒකාකාර ප්‍රවේගයේ දී)

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

$$s_2 = \frac{(20+20)}{2}\times 10$$

$$= \underline{200 \text{ m}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මන්දනය

$$v = u + at$$
$$0 = 20 - a_2 \times 5$$
$$a_2 = 4 \text{ m s}^{-2}$$

මන්දනයෙන් ගමන් කළ දුර

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$
$$= \frac{(20+0)}{2} \text{ x } 5$$
$$= 50 \text{ m}$$

$\therefore$ මුළු විස්ථාපනය $= 100 + 200 + 50 = 350$ m

$\therefore$ නැවතුම් පොළ දෙක අතර දුර $= 350$ m

$$= \frac{350}{(10+10+5)} = \frac{350}{25} = 14 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{සාමාන්‍ය ප්‍රවේගය} = \frac{\text{මුළු විස්ථාපනය}}{\text{මුළු කාලය}}$$

උදාහරණය 2

උස් ගොඩනැගිල්ලක කවුළුවෙන් ළමයෙක් ටෙනිස් බෝලයක් අත්හරී. එය 25 m s^{-1} ප්‍රවේගයෙන් පොළවට පතිත වේ. බෝලය පොළොවෙන් 16 m s^{-1} ප්‍රවේගයෙන් පොළා පනී. වාත ප්‍රතිරෝධය නොගිණිය හැකි නම් ද බෝලය ගුරුත්වය යටතේ චලනය වූයේ නම් ද, මේවා සොයන්න.

1. පොළොවේ සිට ළමයා සිටි උස
2. පොළා පැනීමෙන් පසු බෝලය ළඟා වූ උස
3. පොළොව සමඟ පළමු සහ දෙවැනි ගැටුම් අතර ගත වූ කාලය

පිළිතුරු:

1. බෝලය මුදාහළ මොහොතේ සිට පොළොවට ළඟා වන තුරු

$$\downarrow v^2 = u^2 + 2as$$
$$(25)^2 = 0 + 2 \times g \times h$$
$$h = \frac{625}{20} = 31.25 \text{ m}$$

2. පොළා පැනීමෙන් පසු උපරිම උස ළඟාවීම දක්වා,

$$\uparrow v^2 = u^2 + 2as$$
$$0 = 16^2 + 2 \times g \times h_{max}$$
$$h_{max} = \frac{256}{20} = 12.8 \text{ m}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3. පළමු වැනි සහ දෙවැනි පොළා පැනීම් අතර, චලිතය සඳහා

$$\uparrow s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$0 = 16 \times t + \frac{1}{2}(-g)t^2$$

$$\therefore \quad 0 = (32 - gt)\ t$$

$\therefore$ $t = 0$ හෝ $(32 - gt) = 0$

එකක් $t \neq 0$ බැවින් $32\text{-}10t = 0$ $\therefore t = 3.2$ s

උදාහරණය- 3

තිරසට 30^o ක් ආනත වූ කඳු බෑවුමක් ඔස්සේ මිනිසෙක් පහළට ලිස්සා යයි. පෘෂ්ඨයෙහි ඝර්ෂණය නොසලකා හැරිය හැකි නම්, මේවා සොයන්න.

1. ප්‍රවේගය $5\ \text{m s}^{-1}$ සිට $10\ \text{m s}^{-1}$ දක්වා වැඩි වීමේ දී ඔහු ගමන් කළ දුර සහ ගත වූ කාලය
2. ඉන් පසු ඉහත 1. හි දී පිළිතුරක් ලෙස ලබා ගත් කාලයට සමාන කාල අන්තරයක දී ඔහු ගමන් කරන දුර

පිළිතුර

(1) $a = g\ \sin 30^0 = 5\ \text{m s}^{-2}$

$$v = u + at$$

$$10 = 5 + 5t$$

$$t = 1\ \text{s}$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$10^2 = 5^2 + 2 \times 5 \times s$$

$$s = \frac{75}{2 \times 5} = 7.5\ \text{m}$$

(2) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$s = 10 \times 1 + \frac{1}{2} \times 5 \times 1^2$$

$$s = 12.5\ \text{m}$$

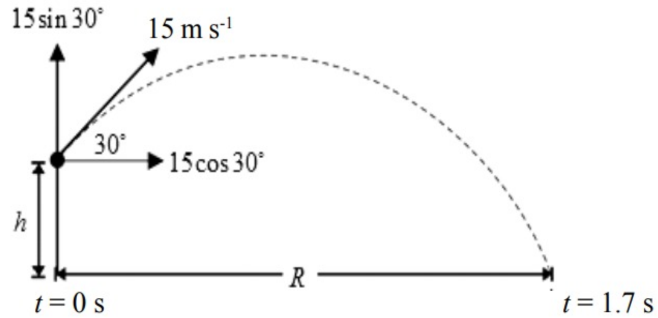
උදාහරණය- 4

මලල ක්‍රීඩකයෙක් තිරසට 30^0 ක් ආනත වූ දිශාවක් ඔස්සේ $15\ m\ s^{-1}$ ක වේගයෙන් කවපෙත්තක් පොළොවේ සිට එක්තරා *'h'* උසක සිට ප්‍රක්ෂේපණය කරයි. කවපෙත්ත ප්‍රක්ෂේපණය කර 1.7 s කට පසු පොළොවට පතිත වෙයි.

මේවා සොයන්න. $(\sqrt{3} = 1.7)$ ලෙස ගන්න)

1. කවපෙත්ත ප්‍රක්ෂේපණය කළ ස්ථානයට ඇති *'h'* උස
2. කවපෙත්ත ගමන් කළ තිරස් දුර

පිළිතුරු:



(1) සම්පූර්ණ සිරස් චලිතය සඳහා

$$\uparrow s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$-h = 15 \sin 30^\circ \times 1.7 + \frac{1}{2}(-g)(1.7)^2$$

$$h = 1.7\ m$$

(2) සම්පූර්ණ තිරස් චලිතය සඳහා

$$\rightarrow s = ut$$

$$R = 15 \cos 30^o \times 1.7 = 15\frac{\sqrt{3}}{2} \times 1.7 = \frac{45}{2} = 22.5\ m$$

යෙදීම්

1. ඉලක්කයක් වෙත කාලතුවක්කු උණ්ඩයක් යොමු කිරීම.
2. යගුළියක් හෝ කවපෙත්තක් ප්‍රක්ෂේපණය කිරීම.
3. ක්‍රිකට් ක්‍රීඩාවේ දී පිතිකරුවකු පන්දුවට පහරදීම.

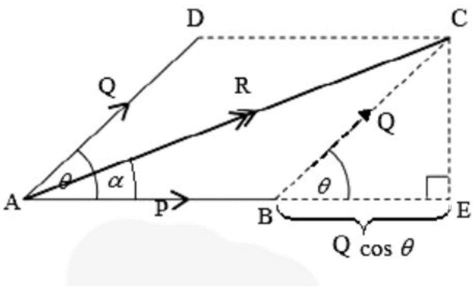
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෙවන පරිච්ඡේදය

ඒකතල බල පද්ධතියක සම්ප්‍රයුක්තය
Resultant of a system of coplanar forces

බල සමාන්තරාස්‍ර මූලධර්මය

වස්තුවක් මත ක්‍රියා කරන බල දෙකක්, විශාලත්වය සහ දිශාව අනුව සමාන්තරාස්‍රයක බද්ධපාද දෙකකින් නිරූපණය කළ හොත්, එම බද්ධ පාද හමුවන ලක්ෂ්‍යය හරහා යන විකර්ණයෙන් එම බල දෙකෙහි සම්ප්‍රයුක්තය විශාලත්වය සහ දිශාව අනුව නිරූපණය වේ.



'P' සහ 'Q' යනු එකිනෙකට 'θ' කෝණයකින් ආනතව A ලක්ෂ්‍යයෙහි ක්‍රියා කරන බල දෙකකි.

2.1 රූපය

පයිතගරස් ප්‍රමේයය අනුව,

$$AC^2 = AE^2 + CE^2$$

$$R^2 = (P + Q\cos\theta)^2 + (Q\sin\theta)^2$$

$$R^2 = P^2 + 2.P.Q\cos\theta + (Q\cos\theta)^2 + (Q\sin\theta)^2$$

$$= P^2 + 2PQ + Q^2\cos\theta^2 + Q^2\sin\theta^2$$

$$\boxed{R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta}}$$

$$\tan \pm = \frac{Q\sin\theta}{P + Q\cos\theta}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{Q\sin\theta}{P + Q\cos\theta}\right)$$ මෙය P බලයට සම්ප්‍රයුක්තය ආනත වන කෝණයයි.

උදාහරණය :

එකිනෙකට 60° කින් ආනතව 5 N සහ 12 N යන බල දෙකක් ලක්ෂ්‍යයක දී ක්‍රියා කරයි. සම්ප්‍රයුක්තයේ විශාලත්වයක් දිශාවත් සොයන්න.

$$R^2 = 5^2 + 12^2 + 2 \times 5 \times 12 \cos 60^\circ$$

$$R = \sqrt{25+144+60}$$

$$R = \sqrt{229}\ \text{N}$$

$$\tan\alpha = \frac{12\sin 60^\circ}{5+12\cos 60^\circ}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{6\sqrt{3}}{11}\right)$$ කෝණයක්, 5 N බලයට ආනතව

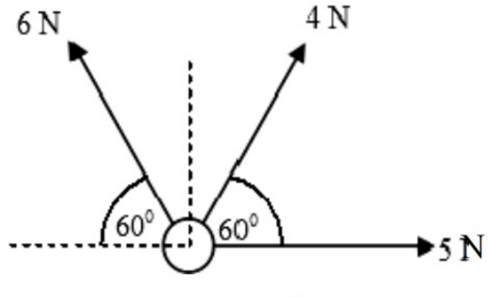
$$= 43^\circ\ 22'$$ (5 N බලයට ආනත ව)

ක්‍රමය- 1

බල විභේදන ක්‍රමය

බල පද්ධතිය එකිනෙකට ලම්බක වූ ඕනෑ ම දිශා දෙකකට විභේදනය කරනු ලැබේ. එසේ විභේදනයෙන් ලැබෙන බල සංරචකවල දෛශික ඓක්‍යය සොයා ගනු ලැබේ.

උදාහරණය:



රූපය 2.2

තිරසට බල විභේදනය කිරීමෙන්,

$$\overrightarrow{X} = 5 + 4\cos 60^0 - 6\cos 60^0$$

$$= 5 + 4 \times \frac{1}{2} - 6 \times \frac{1}{2}$$

$$= 4\ \text{N}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සිරසට බල විභේදනය කිරීමෙන්,

$$\uparrow Y = 4\sin 60^\circ + 6\sin 60^\circ + 5\cos 90^\circ$$

$$= 2\sqrt{3} + 3\sqrt{3}$$

$$= 5\sqrt{3}\text{N}$$

$$= 8.66 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{4^2 + (5\sqrt{3})^2} = \sqrt{91} \text{ N} \ = 9.54 \text{ N}$$

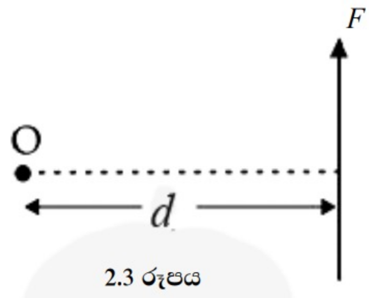
ක්‍රමය- 2

බල බහුඅස්‍ර ක්‍රමය

වස්තුවක් මත ක්‍රියා කරන බල පද්ධතියක්, විශාලත්වය සහ දිශාව අනුව බහුඅස්‍රයක අනුපිළිවෙළින් ගත් බද්ධ පාද මඟින් නිරූපණය කළ හොත්, එම බහුඅස්‍රයේ විරුද්ධ අතට වූ අවසාන පාදයෙන් බල පද්ධතියේ සම්ප්‍රයුක්තය විශාලත්වය සහ දිශාව අනුව නිරූපණය වේ.

බලයක ඝූර්ණය (τ)

බලයක ඝූර්ණය යනු බලයක් මඟින් ඇති කරනු ලබන භ්‍රමණ ආවරණයකි.



2.3 රූපය

O ලක්ෂ්‍යය වටා F බලයෙහි ඝූර්ණය $= F \times d$

'd' යනු 'O'සිට බලයේ ක්‍රියා රේඛාවට ඇති ලම්බ දුරයි.

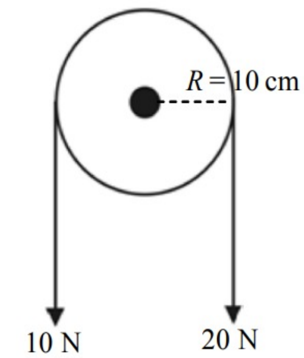
බලයක ඝූර්ණය දෛශික රාශියකි. එහි දිශාව දෙනු ලබන්නේ **දක්ෂිණාවර්ත කස්කුරුප්පු නීතියෙනි.**

2.4 රූපය

දකුණතෙහි මාපටැඟිල්ල හැර අනෙක් ඇඟිලි හකුළුවා ඇති විට, එම ඇඟිලි හකුළුවා ඇති අතට වස්තුවක් මත බලයක ඝූර්ණය ක්‍රියා කරන්නේ ද, එම බල ඝූර්ණයේ දිශාව මාපටැඟිල්ල යොමු වූ දිශාව වේ.

උදාහරණය :

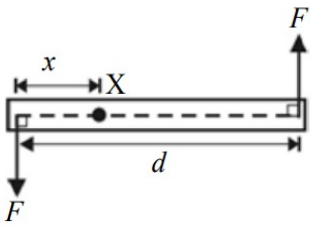
රූපයේ දැක්වෙන පරිදි කප්පියක් මතින් යවා ඇති වස්තුවක දෙකෙළවරකින් 20 N හා 10 N යක බල යොදා ඇත. එහි කේන්ද්‍රය වටා කප්පිය කෙරෙහි යෙදෙන බල ඝූර්ණය සොයන්න.



සවල බල ඝූර්ණය $(\tau) = 20 \times 0.1 - 10 \times 0.1 = 1\text{N m}$

බල යුග්මයක ඝූර්ණය

විශාලත්වයෙන් සමාන වූ ද සමාන්තර වූ ද එහෙත් ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ ද ඒක රේඛීය නොවූ ද බල යුගලයකට **බල යුග්මය** යැයි කියනු ලැබේ.



2.5 රූපය

එකිනෙකට d දුරකින් ක්‍රියාත්මක වන සමාන සමාන්තර සහ ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ බල දෙකක් (බල යුග්මයක්) සලකමු.

X ලක්ෂ්‍යය වටා බල ඝූර්ණය (ව්‍යාවර්තය),

$$\tau_x = F \times x + F(d - x)$$

$$\boxed{\tau_x = F \times d}$$

මේ අනුව ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා බල යුග්මයක ව්‍යාවර්තය යනු,

$$\boxed{\tau \ = \text{බලය} \times \text{බල දෙක අතර ලම්බ දුර}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

වස්තුවක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය

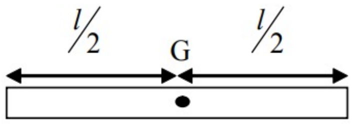
වස්තුවක් සැදී ඇත්තේ අංශු ඉතා විශාල සංඛ්‍යාවක් එක් වී වන අතර, ඒ සෑම අංශුවක් ම ගුරුත්ව බලය මඟින් පෘථිවි කේන්ද්‍රයට ආකර්ෂණය වේ (නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමයට අනුව ය). මේ හේතුවෙන් වස්තුව සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්ව බලයකට ලක් වන අතර, එම බලය වස්තුවෙහි බර ලෙස ව්‍යවහාර වේ.

වස්තුවක ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය යනු එය මත සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්ව බලය හෙවත් එහි බර ක්‍රියාත්මක වන ලක්ෂ්‍යයි.

විවිධ ජ්‍යාමිතික හැඩවලින් යුත් වස්තුන්ගේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය

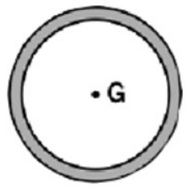
වස්තුව　　　　**ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය (G)**

1. ඒකාකාර දණ්ඩ　　　　G - මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය



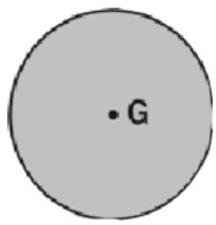
2.6 රූපය

2. ඒකාකාර මුද්ද　　　　G - මුද්දේ කේන්ද්‍රය



2.7 රූපය

3. ඒකාකාර වෘත්තාකාර තැටිය　　　　G - තැටියේ කේන්ද්‍රය



2.8 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

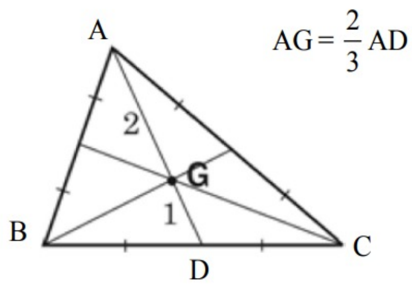
4. ඒකාකාර සෘජුකෝණාස්‍රාකාර ආස්තරය — G - සෘජුකෝණාස්‍රයේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය හෙවත් විකර්ණ ඡේදනය වන ලක්ෂ්‍යය

2.9 රූපය

5. ඒකාකාර, ඝන හෝ කුහර සිලින්ඩරය — G - අක්ෂයේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය

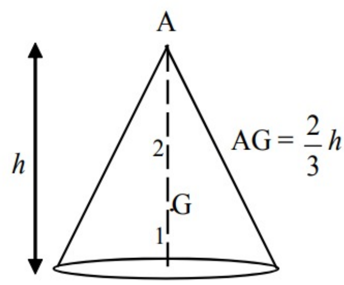
2.10 රූපය

6. ඒකාකාර ත්‍රිකෝණාකාර ආස්තරය — G - ත්‍රිකෝණයේ කේන්ද්‍රකය හෙවත් එහි මධ්‍යස්ථ ඡේදනය වන ලක්ෂ්‍යය



2.11 රූපය

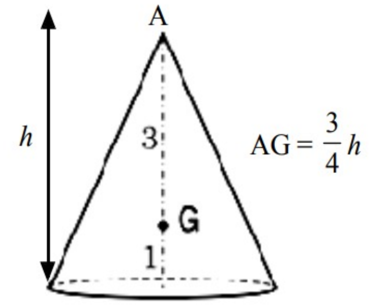
7. ඒකාකාර හිස් කේතුව — G - කේතුවෙහි කේන්ද්‍රය



2.12 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

8. ඒකාකාර ඝන කේතුව G - කේතුවෙහි කේන්ද්‍රකය



2.13 රූපය

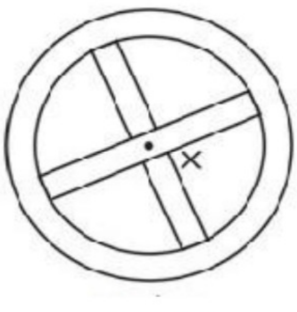
9. ඒකාකාර ඝන හෝ හිස් ගෝලය G -ගෝලයේ කේන්ද්‍රය

2.14 රූපය

විවිධ ජ්‍යාමිතික හැඩයෙන් යුත් සංකීර්ණ වස්තුන්ගේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍ර

උදාහරණය

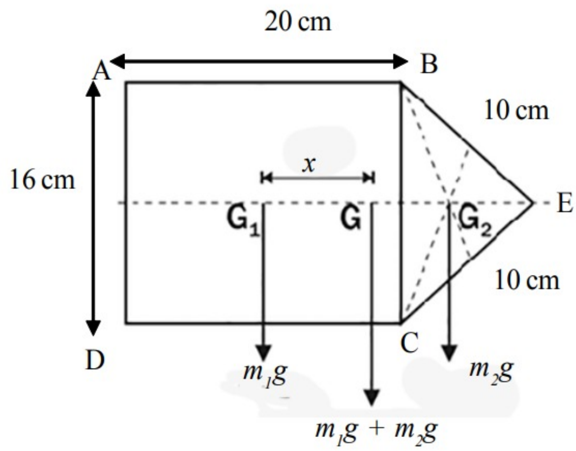
කරත්ත රෝදයක ආකාරයේ, දඬු සහිත ඒකාකාර මුද්ද



2.15 රූපය

ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පිහිටියේ මුද්දේ X ලෙස නම් කොට ඇති කේන්ද්‍රයෙහි ය.

උදාහරණය - 2



2.16 රූපය

ABCD යනු සෘජුකෝණාස්‍රාකාර ආස්තරයක් වන අතර, BCE යනු එහි එක් දාරයකට සවි කළ, එම ලෝහයෙන් ම කළ, ඒකාකාර ඝනකමින් යුත් ත්‍රිකෝණාකාර ආස්තරයකි.

මෙහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම කුමක් ද?

පිළිතුර:

G_1 - සෘජුකෝණාස්‍රයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය (m_1g)
G_2 - ත්‍රිකෝණයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය (m_2g)
G_3 - සංයුක්ත වස්තුවේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය $(m_1g + m_2g)$

G වටා දක්ෂිණාවර්ත ව ඝූර්ණ ගැනීමෙන්,

සියලු බලවල ඝූර්ණ එකතුව = සම්ප්‍රයුක්ත බලයේ ඝූර්ණය

$$G\curvearrowright \; m_2g \times (GG_2) - m_1g\,(G_1G) = (m_1g + m_2g) \times 0$$

$$\left(\frac{1}{2}\times 16\times 6\times \rho g\right)\times(12-x)-(20\times 16)\times \rho g\times(x)=0$$

$$x = \frac{36}{23}\text{ cm} = \underline{\underline{1\ .57\text{ cm}}}$$

ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය

යම් වස්තුවක ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය යනු, එහි බලයක් යෙදූ විට වස්තුවෙහි රේඛීය ත්වරණයක් ඇති කරන අතර කෝණික ත්වරණයක් ඇති නොකරන්නා වූ ලක්ෂ්‍යයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තෙවන පරිච්ඡේදය

බලය හා චලිතය
Force and Motion

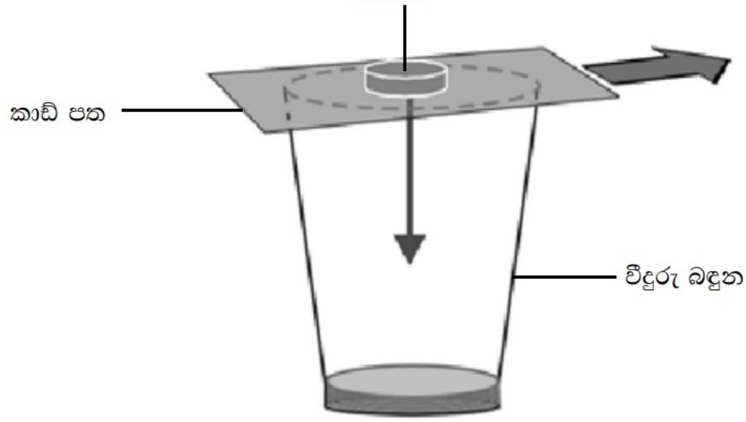
බලය හා චලිතය අතර නිශ්චිත සම්බන්ධය කුමක් දැයි එදිනෙදා ජීවිතයේ දී සොයා ගැනීම පහසු නො වේ. එහි අරුත චලිතය පවත්වා ගැනීමට බලය අවශ්‍යය යන්න නොවේ. රළු බිමක් ඔස්සේ බරැති පෙට්ටියක් ඒකාකාර ප්‍රවේගයකින් තල්ලු කරන විට, චලිතය සඳහා බලයක් අවශ්‍ය වන්නේ යැයි ඔබ වරදවා නිගමනය කරනු ඇත. සත්‍ය වශයෙන්, මෙම පටලැවිල්ලට හේතු වන්නේ ඝර්ෂණය නම් වූ 'සැඟවුණු' බලයයි.

සාමාන්‍යයෙන් බලය සහ චලිතය අතර ඇති සම්බන්ධතාව නම් චලිත අවස්ථාව වෙනස් කිරීමට අසංතුලිත බලයක් ක්‍රියාත්මක කළ යුතු බවයි. එනම්, වස්තුවක් මත අසංතුලිත බලයක් ක්‍රියා නොකරයි නම් එහි ප්‍රවේගය එසේ ම පවතින අතර, අසංතුලිත බලයක් ක්‍රියා කරයි නම් එහි ප්‍රවේගය වෙනස් විය යුතු ය.

අවස්ථිතිය

මෙම ක්‍රියාකාරකම් අත්හදා බලන්න.

3.1 රූපයේ දක්වා ඇති අයුරු වීදුරු බඳුන මත තබා ඇති කාඩ්පත මත කාසියක් තබා ඇත. කාඩ් පත වේගයෙන් පසෙකට අදින්න. කාසිය කාඩ් පත සමග නොපැමිණ බඳුන තුළට වැටෙනු ඇත. කාසිය කාඩ් පත සමග නොපැමිණියේ මන් ද? එය කාසියේ ස්කන්ධය නිසා සිදු වූවකි. කාසියට කාඩ් පතට වඩා වැඩි ස්කන්ධයක් ඇති නිසා කාඩ් පත සමඟ චලනය වීම බාධා කරයි. මෙසේ චලිත අවස්ථාව වෙනස් කිරීමට දක්වන බාධාව නැත හොත් ප්‍රතිරෝධය 'අවස්ථිතිය' ලෙස හැඳින්වේ. වස්තුවක ස්කන්ධය වැඩි වන තරමට එහි අවස්ථිතිය ද වැඩි වේ.



3.1 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අවස්ථිති ස්කන්ධය

වස්තුවක ස්කන්ධය යනු එහි අවස්ථිතියේ මිනුමකි. සියලු ආකාරයේ බාහිර බල මඟින් වස්තුවක චලිත අවස්ථාව වෙනස් කිරීමට කෙරෙන ප්‍රයත්නයට බාධා පමුණුවන ස්කන්ධය එහි අවස්ථිති ස්කන්ධයයි.

ගුරුත්වාකර්ෂණ ස්කන්ධය

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක තබා ඇති වස්තුවක් මත ක්‍රියාත්මක වන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයෙහි ප්‍රබලතාව අනුව වස්තුවෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ස්කන්ධය නිර්ණය වෙයි. පරීක්ෂණ මඟින් පෙනී ගොස් ඇත්තේ ඉතා ඉහළ නිරවද්‍යතාවකින් ලබන ප්‍රතිඵල අනුව, මෙම ස්කන්ධ දෙක එකිනෙකට සමාන බවයි.

සමුද්දේශ රාමු

වස්තුවක චලිතය සැම විට ම විස්තර කරනු ලබන්නේ එක්තරා නිශ්චිත ඛණ්ඩාංක පද්ධතියකට අනුබද්ධවයි. මෙම ඛණ්ඩාංක පද්ධතිය 'සමුද්දේශ රාමුව' ලෙස හැඳින්වෙයි. ත්‍රිමාන අවකාශයක සමුද්දේශ රාමුව, මූල ලක්ෂ්‍යයේ දී හමු වන, එකිනෙකට ලම්බ වූ අක්ෂ තුනකින් යුක්ත වන අතර මෙම අක්ෂ 'සමුද්දේශ රාමුවෙහි අක්ෂ' ලෙස හැඳින් වේ.

අවස්ථිති රාමු

අනෙකුත් සමුද්දේශ රාමුවලට සාපේක්ෂව නිශ්චලව පවතින හෝ නියත ප්‍රවේගයකින් චලනය වන හෝ සමුද්දේශ රාමුවකට 'අවස්ථිතික සමුද්දේශ රාමුවක්'යැයි කියනු ලැබේ. අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමුවක් යනු මේ අනුව, ත්වරණය නොවන සමුද්දේශ රාමුවකි. චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ නියම වලංගු වන්නේ සියලු අවස්ථිති සමුද්දේශ රාමු තුළ පමණක් වෙයි. නිව්ටන්ගේ පළමුවැනි නියමය අනුව වස්තුවක් හෝ වස්තු පද්ධතියක් ත්වරණය නොවන විට එය මත සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ක්‍රියා නො කරයි. අවස්ථිති රාමුවක් ත්වරණය නොවන හෙයින්, එම රාමුවට පිටතින් කිසිදු බාහිර බලයක් එය මත ක්‍රියා නො කරයි. එනිසා මෙම සමුද්දේශ රාමුව ත්වරණය නොවන හෙයින් එය මත බාහිර බල ක්‍රියාත්මක නො වේ.

උදා:

- අපගේ පෘථිවිය (පෘථිවිය සත්‍ය වශයෙන් අවස්ථිතික නො වේ. එය අවස්ථිතික වන්නේ යැයි උපකල්පනය කරමු)
- පෘථිවියට සාපේක්ෂව නියත ප්‍රවේගයකින් ගමන් කරන අභ්‍යවකාශ ෂටලය
- පෘථිවියට සාපේක්ෂව නියත ප්‍රවේගයකින් ගමන් කරන රොකට්ටුව

අවස්ථිති නොවන රාමු

යම් අවස්ථිති රාමුවකට සාපේක්ෂව ඒකාකාර නොවන, නැත හොත් ත්වරණය වන චලිතයක යෙදෙන සමුද්දේශ රාමුවක් අවස්ථිති නොවන සමුද්දේශ රාමු ගණයට අයත් වේ. මෙම රාමුවල දී චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ නියම ද වලංගු නො වේ.

චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ පළමුවැනි නියමය

මෙම නියමයෙන් බලය සහ චලිතය අතර සම්බන්ධතාව දැක්වෙයි.

> **චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ පළමුවැනි නියමය**
>
> බාහිර අසංතුලිත බලයක් ක්‍රියා නොකරයි නම් සෑම වස්තුවක් ම එහි නිශ්චලතා අවස්ථාව හෝ ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් චලිත වන අවස්ථාව හෝ රැක ගනී.

ගම්‍යතාව

චලනය වන වස්තුවක ස්කන්ධයෙහිත් ප්‍රවේගයෙහිත් ගුණිතය එහි ගම්‍යතාවයි.

ගම්‍යතාව = ස්කන්ධය × ප්‍රවේගය

$$\boxed{p = mv}$$

ගම්‍යතාවේ ඒකක $\mathrm{kg\,m\,s^{-1}}$ වේ. ගම්‍යතාව දෛශික රාශියක් වන අතර, එහි දිශාව ප්‍රවේගයෙහි දිශාව වේ.

උදා: ආදර්ශ රථයක ස්කන්ධය 2 kg වේ. එය $2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරන විට,

එහි ගම්‍යතාව = ස්කන්ධය × ප්‍රවේගය

$$= 2\ \mathrm{kg} \times 2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$$

$$= 4\ \mathrm{kg\,m\,s^{-1}}$$

චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය

නිව්ටන්ගේ පළමුවැනි නියමයෙන් අදහස් වන්නේ සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් මඟින් වස්තුවක චලිත අවස්ථාව වෙනස් කළ හැකි බවයි.

නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමයෙන් මෙම සම්ප්‍රයුක්ත බලය ගැන කියැවෙයි.

එනම්,

> **චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය**
>
> වස්තුවක ගම්‍යතාව වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව එය මත යෙදෙන අසංතුලිත බලයට සමානුපාතික වේ.

ගම්‍යතා පරිවර්තනයේ දිශාව අසංතුලිත බලයෙහි දිශාවම වේ.

ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් F නියත සම්ප්‍රයුක්ත බලයකට භාජනය වන විට, t කාලයක් තුළ එහි ප්‍රවේගය u සිට v දක්වා වන පරිදි ත්වරණය වන්නේ යැයි සිතමු.

ගම්‍යතා පරිවර්තනය = පසු ගම්‍යතාව - පෙර ගම්‍යතාව

$$= mv - mu$$

ගම්‍යතා පරිවර්තනයේ ශීඝ්‍රතාව $\dfrac{mv-mu}{t}$

නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය අනුව F සම්ප්‍රයුක්ත බලය ගම්‍යතා පරිවර්තනයේ ශීඝ්‍රතාවට සමානුපාතික වේ.

$$F \propto \frac{mv-mu}{t}$$

$$\therefore \quad F \propto m\frac{(v-u)}{t}$$

එහෙත් වස්තුවෙහි ත්වරණය $a = \dfrac{\text{වෙනස් වූ ප්‍රවේගය}}{\text{ගත වූ කාලය}} = \dfrac{(v-u)}{t}$

$\therefore$ ඉහත සම්බන්ධය $F \propto ma$ ලෙස දැක්විය හැකි ය.

$$\therefore \quad F = k\,ma$$

බලයේ ඒකක අර්ථ දැක්වීමෙන් kහි අගය 1ක් බවට පත් කළ හැකි ය.

එලෙස අර්ථ දක්වා ඇති බල ඒකකය 'නිව්ටනය' (N) ලෙස හැඳින්වේ.

බල ඒකකය (නිව්ටනය) අර්ථ දැක්වීම

1 N (නිව්ටන්) බලයක් යනු 1 kgක ස්කන්ධය 1 m s^{-2} ක ත්වරණය ලබා දීමට අවශ්‍ය බලය වේ.

මේ අනුව, $1 = k \times 1 \times 1$

$$\therefore \quad k = 1$$

$$\therefore \quad \boxed{F = ma}$$

F - සම්ප්‍රයුක්ත බලය (N)

m - ස්කන්ධය (kg)

a - ත්වරණය (m s^{-2})

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ආවේගී බලය සහ ආවේගය

ආවේගී බලය

ක්ෂණිකව ක්‍රියාත්මක වී අවසන් වන සැලකිය යුතු තරම් විශාල වූ බලයක් ආවේගී බලයක් ලෙස හැඳින්වේ.

උදා : 1. ඇණයකට වදින මිටි පහර

2. පන්දුවකට වදින පිති පහර

ආවේගය = ආවේගී බලය × බලය ක්‍රියා කළ කාලය

ආවේගයෙහි ඒකකය N s වේ.

$$
\begin{aligned}
I &= F \times t \ (\mathrm{N\,s}) \\
&= ma \times \mathrm{t} \\
&= m\left(\frac{v-u}{t}\right)\times t \\
&= mv - mu
\end{aligned}
$$

∴ ආවේගය = ගම්‍යතා පරිවර්තනය

ඉතා කෙටි කාලයක් තුළ ක්‍රියාත්මක වන විශාල බලයකින් සිදු වන ගම්‍යතා පරිවර්තනය, දිගු කාලයක් තුළ ක්‍රියා කරන කුඩා බලයකට ද සිදු කළ හැකි ය. ඔබ යම් ඉහළ මට්ටමක සිට බිමට පතිත වීමේ දී දණහිස නැවීම මඟින් මෙය උපයෝගි කර ගනී. නැවීමකින් තොරව දෘඩිව ඔබ පතිත වූයේ නම් ඉතා කුඩා කාලයක දී ගම්‍යතාව ශුන්‍ය වන අතර, එහිදී ගම්‍යතා පරිවර්තන ශීඝ්‍රතාව ඉතා අධික වීම නිසා ඔබේ සිරුර මත විශාල බලයක් යෙදෙනු ඇත. දණහිස් නැවීම මඟින් එම ගම්‍යතා පරිවර්තනය ම සිදු කිරීමට සාපේක්ෂව වැඩි කාලයක් ගනු ඇත. එමගින් ඔබගේ සිරුරට දරා ගත යුතු බලය අඩු කර ගැනීමට හැකි වෙයි. මෝටර් රථවල සුරක්ෂිතභාවය සඳහා වාත කොට්ට භාවිත කිරීමේ දී ද මෙම මූලධර්මය ම යෙදෙයි.

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය

නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය අනුව, සම්ප්‍රයුක්ත බලය ගම්‍යතා පරිවර්තනයේ ශීඝ්‍රතාවට සමානුපාතික වේ. මේ අනුව, ක්‍රියාත්මක වූ සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශුන්‍ය නම් ගම්‍යතාව වෙනස් නො වේ.

$$F \propto \frac{mv - mu}{t}$$

$F = 0$ නම්, $mv - mu = 0$

$$mv = mu$$

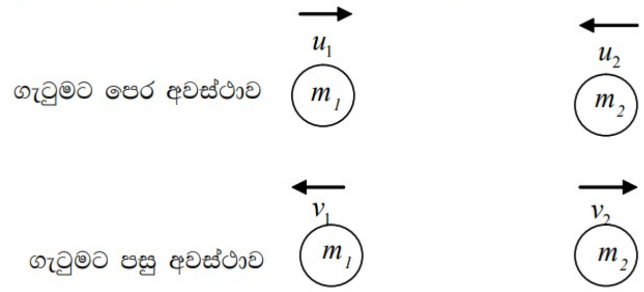
එකිනෙක සමඟ ගැටෙන වස්තූන්ගෙන් යුක්ත වූ පද්ධතියක් සලකමු. මෙම පද්ධතිය මත බාහිර සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ක්‍රියා නොකරයි නම්, එහි පූර්ණ ගම්‍යතාව නොවෙනස්ව පවතී. කෙසේ වුව ද පද්ධතිය තුළ වස්තූන් එකිනෙක අතර සිදුවන අන්තර්ක්‍රියා (ගැටුම්) හේතුවෙන් ඒවා අතර ගම්‍යතා සංක්‍රමණ සිදු වෙයි. එනමුත් පද්ධතියේ පූර්ණ ගම්‍යතාව නියතව පවතී.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය

එකිනෙක සමග අන්තර්ක්‍රියාවන්හි යෙදෙන (ගැටෙන) වස්තූන්ගෙන් යුත් පද්ධතියක් මත බාහිර බලයක් ක්‍රියා නොකරයි නම්, එම පද්ධතියෙහි පූර්ණ ගම්‍යතාව නියතව පවතී.

ස්කන්ධ m_1 සහ m_2 වන ගෝල දෙකක ගැටුම සලකමු. ගැටුමට පෙර ගෝල දෙකෙහි ප්‍රවේග පිළිවෙළින් u_1 සහ u_2 යැයි ද ගැටුමෙන් පසු ඒවායේ ප්‍රවේග පිළිවෙළින් v_1 සහ v_2 යැයි ද සිතමු.



3.2 රූපය

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය අනුව,

ගැටුමට පෙර පද්ධතියේ ගම්‍යතාව = ගැටුමෙන් පසු එහි ගම්‍යතාව

$$m_1u_1 - m_2u_2 = -m_1v_1 + m_2v_2$$

චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ තෙවැනි නියමය

ඔබ බිත්තියක් තල්ලු කිරීමට උත්සාහ කළ හොත් බිත්තිය තල්ලු වී යයි ද? එසේ නො වේ යැයි ඔබ පවසනු ඇත. ඔබව බිත්තිය තුළින් ගමන් කිරීමෙන් වැළකුනේ කෙසේ ද? ඔබ බිත්තියට යෙදූ බලයට සමාන බලයකින් බිත්තිය ඔබව තල්ලු කරන බැවිනි. එහෙත් බිත්තිය හදිසියේ ම එම තල්ලුව නතර කළ හොත් ඔබව බිත්තිය දෙසට ඇද වැටෙනු ඇත.

චලිතය පිළිබඳ නිව්ටන්ගේ තෙවැනි නියමය

වස්තූන් දෙකක් අතර අන්තර්ක්‍රියාවක දී (ගැටුමකදී) ඒවා එකිනෙක අතර සමාන සහ ප්‍රතිවිරුද්ධ බල ක්‍රියාත්මක වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

නිව්ටන්ගේ නියමවල යෙදීම්

විසඳූ ගැටළු

1. ස්කන්ධය 20 kg වන වස්තුවක් 3 m s^{-2}ක් වූ ත්වරණයකට ලක් කිරීම සඳහා අවශ්‍ය බලය කුමක් ද?

නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය අනුව,

$$F = ma = 20 \times 3 = 60 \text{ N}$$

2. ස්කන්ධය 1500 kg වන මෝටර් රථයක් 80 km h^{-1} ප්‍රවේගයකින් ගමන් කරයි. 11 s කාලයක දී එය නතර කිරීම සඳහා යෙදිය යුතු බලය කුමක් ද?

$$80 \text{ km h}^{-1} = \frac{80 \times 1000}{3600} \text{ m s}^{-1} = 22 \text{ m s}^{-1}$$

$v = u + at$ අනුව

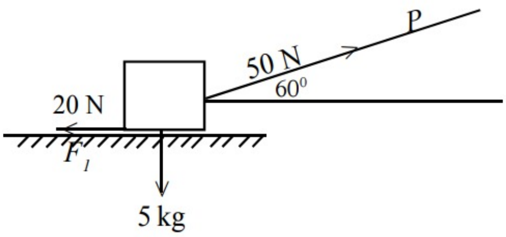
$$a = \frac{v-u}{t} = \frac{0-22}{11} = -2$$

නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමයෙන්,

$$F = ma = 1500 \times (-2) = -3000 \text{ N}$$

$\therefore$ රථය නතර කිරීමට 3000 Nක බලයක් එහි ප්‍රවේගය පවතින දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධව යෙදිය යුතුය.

3. ස්කන්ධය 5 kg වූ පෙට්ටියක් තිරස් බිමක් ඔස්සේ, 50 Nක් වූ සහ තිරසට 60^0ක් ආනත වූ P නම් බලයක් මඟින් ඇද ගෙන යනු ලබයි. විශාලත්වය 20 Nක් වූ F_1 නම් ඝර්ෂණ බලයක් ද එය මත ක්‍රියා කරයි නම් පෙට්ටියේ තිරස් ත්වරණය සොයන්න.



$$\leftarrow F = ma$$

$$P\cos 60^\circ - F_1 = ma$$

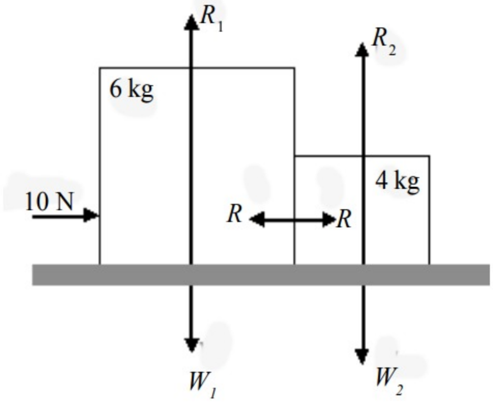
$$50 \times \frac{1}{2} - 20 = 5 \times a$$

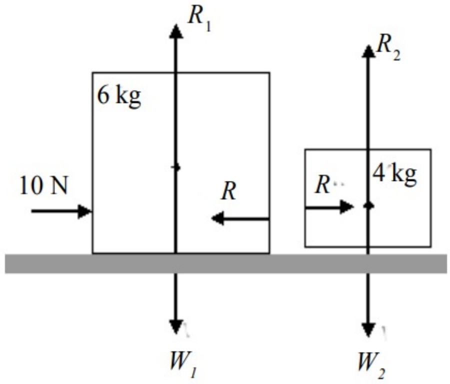
$$a = 1 \text{ m s}^{-2}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4. ස්කන්ධ 6 kg සහ 4 kg වන කුට්ටි දෙකක් එකිනෙක ස්පර්ශ වන සේ සුමට තිරස් බිමක් මත තබා ඇත. එසේ තබා ඇති 6 kg ස්කන්ධය 10 N තිරස් බලයක් මඟින් තල්ලු කරනු ලැබේ. එවිට පද්ධතියේ ත්වරණයත්, කුට්ටි දෙක අතර ප්‍රතික්‍රියා බලයත් සොයන්න.

මෙම පද්ධතිය සඳහා 'නිදහස් වස්තු බල සටහන්' පහත දැක්වෙන පරිදි වේ.





පද්ධතිය සඳහා

$\rightarrow F = ma$

$10 = 10 \times a$

$a = 1 \text{ m s}^{-2}$

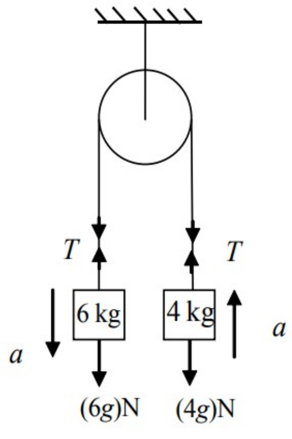
6 kg ස්කන්ධය සඳහා

$\rightarrow F = ma$

$10 - R = 6 \times 1$

$R = 4 \text{ N}$

5. අචල සුමට කප්පියක් වටා යවා ඇති සැහැල්ලු හා අවිතන්‍ය තන්තුවක දෙකෙළවරින් 4 kg සහ 6 kg වන ස්කන්ධ දෙකක් එල්ලා ඇත. මෙම ස්කන්ධ නිශ්චලතාවෙන් මුදාහළ විට ස්කන්ධ දෙකෙහි ත්වරණයත් තන්තුවෙහි ආතතියත් සොයන්න.



$\downarrow F = ma$ යෙදීමෙන්

$\downarrow$ 6 kg සඳහා, $6g - T = 6a$ -----------(1)

$\uparrow$ 4 kg සඳහා, $T - 4g = 4a$ -------------(2)

$(1) + (2)$ න් $\quad 2g = 10a$

$a = \dfrac{20}{10} = 2 \text{m s}^{-2}$

(2) හි a සඳහා ආදේශයෙන්,

$T - 4 \times 10 = 4 \times 2$

$T = \underline{\underline{48 \text{ N}}}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ස්වයං සීරු-මාරු බල

ආතතිය

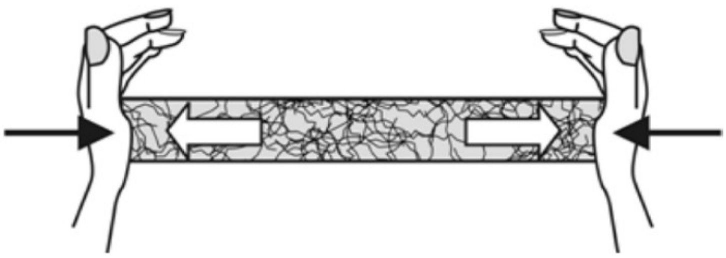
ඍජු ලෙස ඇති කඹ කැබැල්ලක් සලකමු. එය කැඩී යෑම වළක්වා ඇති බලය කුමක් ද? එම බලය '**ආතතිය**' ලෙස හැඳින්වේ.

3.3 රූපය

මෙම බලය සැම විට ම කඹය ඔස්සේ ක්‍රියා කරයි නම් එය හැකිළී යා යුතු ය. එහෙත් එය එසේ සිදු නො වේ. එනම්, එය ක්‍රියාත්මක වන්නේ කඹය දෙපසට ඇදීමේ දී පමණකි. කඹය දෙපසට අදින විට පමණක් එය ක්‍රියාත්මක වේ. කඹය දෙපසට අදින විට එය කැඩී යෑම වැළැක්වෙන සේ මෙම බලය එය විසින් ම සකස් වෙයි. කඹය දෙපසට අදින බලය වැඩි කරනු ලබන විට මෙම ආතති බලය ද ඒ අනුව වැඩි වෙයි. මෙසේ ආතතිය යනු එය විසින් ම අවශ්‍යතාව අනුව සකස් වන බලයකි. එහෙයින් එය '**ස්වයං සීරු මාරු බලයක්**' ලෙස හැඳින්වේ.
ආතතිය, තෙරපුම හෝ සම්පීඩනය සහ ඝර්ෂණය යන සියල්ල ස්වයං සීරුමාරු බල වේ.

තෙරපුම හෝ සම්පීඩනය

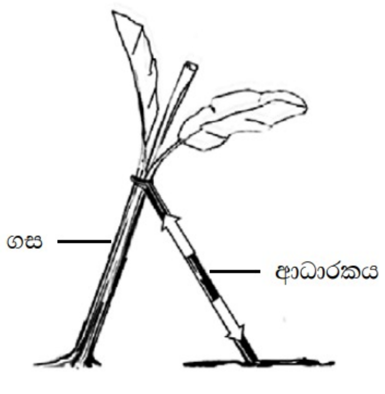
තෙරපුම, ආතතියට ප්‍රතිවිරුද්ධ දෙසට ක්‍රියා කරයි. නිදසුනක් වශයෙන් ඔබ ලී කැබැල්ලක් එහි දෙපසින් ඔබේ දෑතින් තද කළහොත් ලී කැබැල්ලෙහි කැඩීම වැළැක්වීමට එහි තෙරපුමක් ක්‍රියාත්මක වේ.



3.4 රූපය

දෑතින් ලබා දෙන බාහිර බලය සංතුලනය කිරීමට තෙරපුම් බලය ප්‍රතිවිරුද්ධව සකස් වේ. එහෙයින් තෙරපුම ස්වයං සීරුමාරු බලයකි.

උදා: කෙසෙල් ගස වැටීම වැළැක්වීමට යෙදූ ආධාරකය ඔස්සේ තෙරපුම් බල යෙදේ.



3.5 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඝර්ෂණ බලය

ඝර්ෂණය යනු එකිනෙක ස්පර්ශව ඇති පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර ලිස්සීම වැළැක්වීම සඳහා එම පෘෂ්ඨ ඔස්සේ ක්‍රියාත්මක වන බල විශේෂයකි. එනම්, ඝර්ෂණ බලය සාපේක්ෂ චලිතය වළක්වයි; නොඑසේ නම් එයට විරුද්ධව ක්‍රියා කරයි.

අන්වීක්ෂීයව සියලු පෘෂ්ඨ රළු වේ. එවැනි පෘෂ්ඨ දෙකක් ස්පර්ශව තැබූ විට ඒවායේ රළු පෙදෙස් එකිනෙක ගැටීමෙන් පීඩනය අධික ලක්ෂ්‍යවල දී තාවකාලික බන්ධන ඇති කර ගනී. එවැනි පෘෂ්ඨ දෙකක් එක මත එක ලිස්සවීමට තැත් කිරීමේ දී ඒවායේ රළු බව අභිබවා කාර්යයක් කිරීමට සිදු වේ. මේ සඳහා බලයක් අවශ්‍ය වේ.

සමහර අවස්ථාවල දී ඝර්ෂණය මගින් ශක්ති හානියක් සිදු කෙරෙන හෙයින් එය ප්‍රයෝජනවත් නොවේ. එහෙත් වෙනත් අවස්ථාවල දී එය ප්‍රයෝජනවත් වේ. නිදසුනක් වශයෙන් රථයක රෝධක යෙදීමේ දී එහි වේගය අඩු කිරීම සඳහා රථයේ රෝද සහ මාර්ගය අතර ඝර්ෂණය අත්‍යවශ්‍ය වෙයි.

ස්ථිතික ඝර්ෂණය

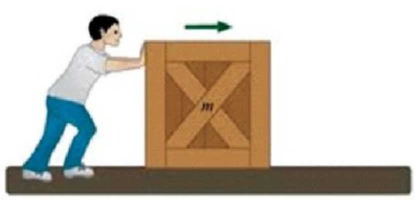
ඇතැම් විට යොදනු ලබන බලය ඝර්ෂණය අභිබවා යෑමට ප්‍රමාණවත් නො වේ. එවිට යොදනු ලබන බලය මගින් චලිතය සිදු නො වේ. මෙවැනි අවස්ථාවක ක්‍රියාත්මක වන ඝර්ෂණය ස්ථිතික ඝර්ෂණය ලෙස හැඳින්වේ. එනම් එකිනෙක ස්පර්ශව ඇති පෘෂ්ඨ දෙකක් එකිනෙක ඔස්සේ චලනය කිරීමට උත්සාහ කිරීමේ දී ඒවා තවදුරටත් නිශ්චලව පවතී නම් ඒවා අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණය ක්‍රියාත්මක වේ.

බරැති පෙට්ටියක් තිරස් බිමක් ඔස්සේ තල්ලු කිරීම සලකමු. එය ආරම්භයේ දී අඩු බලයකින් තල්ලු කිරීමට තැත් කළ හොත් එය චලනය නොවේ. බලය මඳකින් වැඩි කළ ද පෙට්ටිය චලනය නොවේ. මෙම අවස්ථාවල දී ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලය යොදනු ලබන බලය සංතුලනය කරයි. පෙට්ටිය චලනය වීම ඇරඹෙන තෙක්, යොදනු ලබන බලයට සමාන සහ ප්‍රතිවිරුද්ධ වන සේ ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලය සීරු-මාරු වෙයි.

සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය

කෙසේ වුව ද යොදනු ලබන බලය ක්‍රමයෙන් වැඩි කොට එහි එක්තරා අගයක දී ඝර්ෂණ බලය අභිබවා චලිතය ඇරඹිය හැකි ය. මෙම චලිතය නැත හොත් ලිස්සීම යන්තමින් ඇරඹෙන මොහොතේ දී ක්‍රියාත්මක වන ඝර්ෂණ බලය සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය ලෙස හැඳින්වේ.

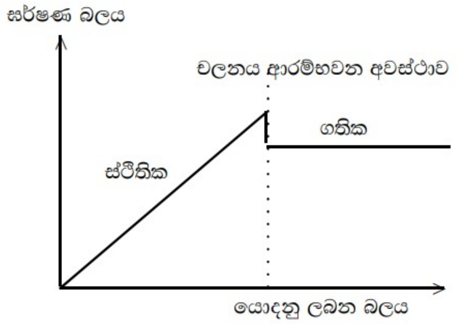
මිනිසෙක්, බරැති පෙට්ටියක් රළු තිරස් බිමක් ඔස්සේ තල්ලු කිරීමට තැත් කරන අවස්ථාවක් සලකමු.



3.6 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

යොදනු ලබන බලයට එරෙහිව ඝර්ෂණ බලය ප්‍රස්තාර ගත කළ හොත් පහත දැක්වෙන ආකාරයේ ප්‍රස්තාරයක් ලැබේ.



3.7 රූපය

පෙට්ටිය පෘෂ්ඨය ඔස්සේ යන්තමින් චලනය වීම අරඹන අවස්ථාව A ලක්ෂ්‍යයෙන් දැක්වේ. මෙම අවස්ථාවේ දී ඝර්ෂණ බලය සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලයයි.

බාහිර ඝර්ෂණ බලය ඉක්මවීමෙන් පසු පෙට්ටිය පෘෂ්ඨය ඔස්සේ චලනය වන අතර, ඝර්ෂණ බලය නියතව පවතී. පෙට්ටිය චලනය වන විට ක්‍රියාත්මක වන ඝර්ෂණය ගතික ඝර්ෂණය ලෙස හැඳින්වේ.

තාත්වික පෘෂ්ඨ අතර ඝර්ෂණ බලය ඒවායේ තැනින් තැනට වෙනස් වෙයි. කෙසේ වුව ද ලිස්සීමේ දී හෙවත් සර්පණයේ දී ක්‍රියාත්මක වන ඝර්ෂණය එක්තරා සරල නියමයකින් පැහැදිලි කෙරෙයි. මෙම නියමය මගින්, ස්පර්ශව පවත්නා පෘෂ්ඨ අතර අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව (හෙවත් ඒවා එකිනෙක අතර කොපමණ තදින් තෙරපී පවතී ද යන බව) සහ සර්පණය යන්තමින් ඇරඹෙන විට පෘෂ්ඨ ඔස්සේ ක්‍රියාත්මක වන ඝර්ෂණ බලය (හෙවත් සීමාකාරී ඝර්ෂණය) අතර සම්බන්ධය දක්වයි.

පෘෂ්ඨ අතර සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය $\propto$ පෘෂ්ඨ අතර අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව

$$F \propto R$$
$$\therefore F = \mu R$$

μ නම් රාශිය '**ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය**' ලෙස හැඳින්වෙන අතර, දෙන ලද පෘෂ්ඨ දෙකක් සඳහා එය දළ වශයෙන් නියතයකි.

ගතික ඝර්ෂණය

තාත්වික පෘෂ්ඨ දෙකක් එකිනෙක මත චලනය වීමේ දී එම පෘෂ්ඨ දෙක මත ක්‍රියාකරණ ඝර්ෂණ බලය, ගතික ඝර්ෂණය බලය නම් වේ. පෘෂ්ඨ දෙක අතර ලිස්සීම යන්තමින් ඇරඹෙන අවස්ථාව සඳහා ඉහත $F = \mu R$ සම්බන්ධතාව වලංගු වන අතර එහිදී ගතික ඝර්ෂණ බලය සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලයට සමාන වේ.

යම්කිසි වස්තුවක් මත ක්‍රියාකරන ගතික ඝර්ෂණ බලය එම වස්තුව මත ක්‍රියාකරන අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

වස්තුව මත ක්‍රියාකරන ගතික ඝර්ෂණ බලය F_d නම් හා අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව R නම්

$$F_d \propto R$$
$$F_d = \mu_d R$$

මෙහි μ_d ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය නම් වේ.

3.7 රූපයේ දැක්වෙන ප්‍රස්තාරයට අනුව,

$$F > F_d$$
$$\therefore \mu > \mu_d$$

මේ අනුව ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය සැම විට ම සීමාකාරී (ස්ථිතික) ඝර්ෂණ සංගුණකයට වඩා අඩු වේ.

විසඳූ ගැටලු

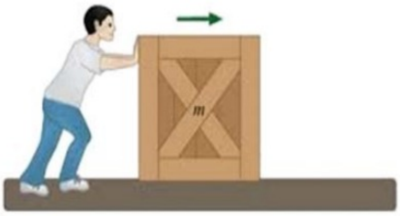
(i) මිනිසෙක් 300Nක් වූ භාරයක් තිරස් බිම දිගේ තල්ලු කිරීමට උත්සාහ කරයි. ඔහුට ඒ සඳහා අවශ්‍ය වන අවම බලය කුමක් ද? භාරය සහ බිම අතර ස්ථිතික ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.3කි.

භාරය බිම ඔස්සේ ලිස්සා යැවීමට අවශ්‍ය අවම බලය සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලයට සමාන වේ.

$$F = \mu R = 0.3 \times 300 = 90\,\mathrm{N}$$

(ii) අවසානයේ මිනිසා භාරය බිම ඔස්සේ තල්ලු කිරීමට සමත් වෙයි. එහෙත් භාරය ලිස්සීමට පටන් ගත් පසු එය පෙරට වඩා අඩු ප්‍රයත්නයකින් තල්ලු කළ හැකි බව ඔහුට දැනෙයි. භාරය ඒකාකාර ප්‍රවේගයෙන් තල්ලු කිරීමට ඔහුට එවිට අවශ්‍ය වූයේ 87 N ක් පමණකි. භාරයත් බිමත් අතර ගතික ඝර්ෂණ සංගුණකය ගණනය කරන්න.

මිනිසා භාරය මත යෙදෙන බලය F ද ගතික ඝර්ෂණ බලය Fd ද යයි ගනිමු.



$$\rightarrow F = ma$$
$$F - F_d = 0$$
$$F = F_d$$

$$F_d = \mu_d R$$
$$87 = \mu_d \times 300$$
$$\mu_d = \frac{87}{300} = 0.29$$

සිව්වන පරිච්ඡේදය

බල සමතුලිතතාව
Force Equilibrium of Forces

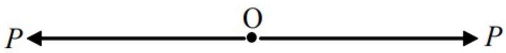
පහතින් දක්වා ඇති පාලම තනා ඇත්තේ අතිමහත් වූ භාරයන් දැරීමේ දී බිඳ නොවැටෙන පරිදි ය. මෙසේ සිදු කොට ඇත්තේ පාලමෙහි එක් එක් කොටස අධිභාරයක් යටතේ සමතුලිතව පවතින පරිදි සැලසුම් කිරීමෙනි. මේ අනුව ස්ථායි ආකෘති තැනීමේ දී සමතුලිතතාව වැදගත් මෙහෙයක් ඉටු කරයි.

4.1 රූපය

සමතුලිතතාව සඳහා අවශ්‍යතා

වස්තුවක සමතුලිතතාව යනු එය බල පද්ධතියකට යටත්ව තිබෙන කල කිසිදු උත්තාරණයකට හෝ භ්‍රමණයකට හෝ ලක් නොවී නිශ්චලව පවතින අවස්ථාව ලෙස අප දැනුවත්ව ඇත. මෙසේ වීම සඳහා මූලික අවශ්‍යතාව ලෙස දැක්විය හැක්කේ එම බල පද්ධතිය සංයෝජනය කළ විට තනි බලයකට හෙවත් සම්ප්‍රයුක්තයකට හෝ බල යුග්මයකට නැත හොත් ව්‍යාවර්තයකට හෝ තුල්‍ය නොවීමයි. මන් ද යත්, එවිට එම වස්තුව උත්තාරණ හෝ භ්‍රමණ හෝ චලිතයකට ලක් නොවන හෙයිනි. මෙම මූලික අවශ්‍යතාව සැලකිල්ලට ගෙන, පද්ධතියේ බල සංඛ්‍යාව අනුව සමතුලිතතාව සඳහා ප්‍රමාණවත් වන අවශ්‍යතා මෙසේ සඳහන් කළ හැකි වේ.

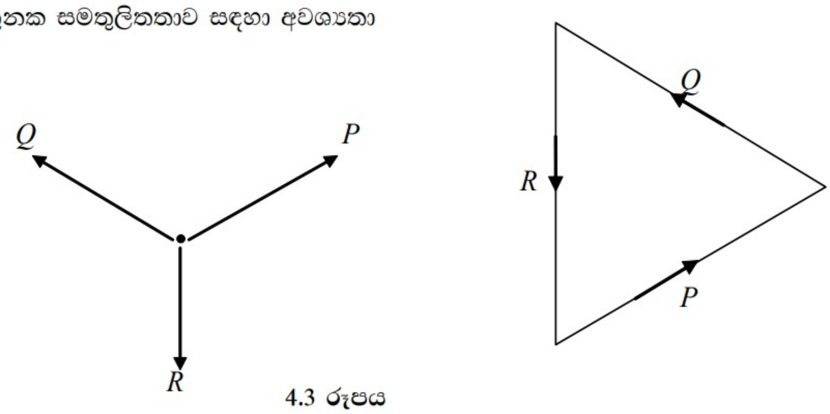
1. බල දෙකක සමතුලිතතාව සඳහා අවශ්‍යතා



4.2 රූපය

1. බල දෙක ඒක රේඛීය විය යුතු ය.
2. ඒවා විශාලත්වයෙන් සමාන විය යුතු ය.
3. ඒවා එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ දිශාවන්හි ක්‍රියා කළ යුතු ය.

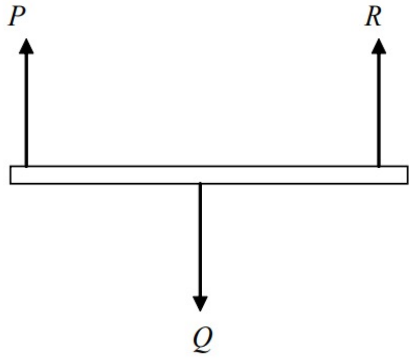
2. බල තුනක සමතුලිතතාව සඳහා අවශ්‍යතා



4.3 රූපය

1. බල තුනම එක ම තලයක ක්‍රියා කළ යුතු ය.
2. ඒවායේ ක්‍රියා රේඛා එකම ලක්ෂ්‍යයක දී හමු විය යුතු ය.
3. ඒවා පිළිවෙළින් ත්‍රිකෝණයක පාද තුනෙන් අනුපිළිවෙළින් නිරූපණය කළ හැකි විය යුතු ය. (මෙම ත්‍රිකෝණය බල ත්‍රිකෝණය ලෙස හැඳින්වෙයි).

නැත හොත්,



4.4 රූපය

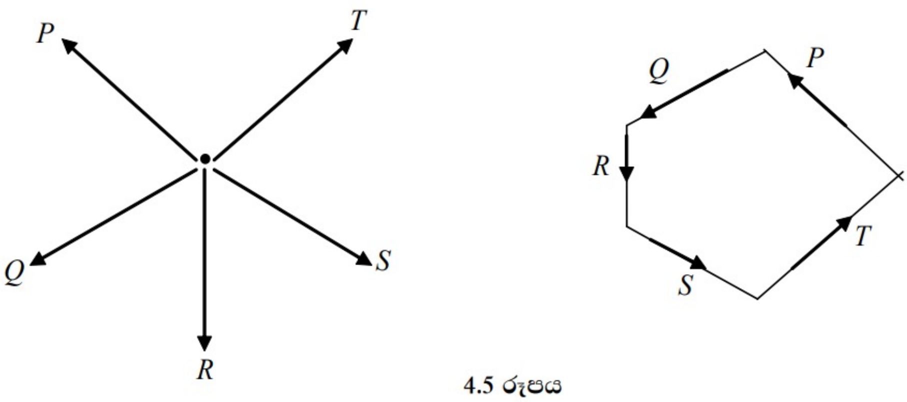
1. බල තුන එක ම තලයෙහි එකිනෙකට සමාන්තර විය යුතු ය.
2. ඒවා ක්‍රියා කරන දිශාවෙහි බල තුනෙහි වීජීය ඓක්‍යය ශූන්‍ය විය යුතු ය.
3. ඒවා ක්‍රියා කරන තලයෙහි ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් වටා එම බල තුනෙහි ඝූර්ණවල වීජීය ඓක්‍යය ශූන්‍යය විය යුතු ය.

ඒකතල බල ඕනෑ ම ගණනක සමතුලිතතාව සඳහා අවශ්‍යතා

1. ඕනෑ ම දිශාවක් ඔස්සේ බල සියල්ලෙහි සංරචකවල වීජීය ඓක්‍යය ශුන්‍යය විය යුතු ය.
2. එම මුල් දිශාවට ලම්බ වූ දිශාවෙහි ද බල සියල්ලෙහි සංරචකවල වීජීය ඓක්‍යය ශුන්‍යය විය යුතු ය.
3. බල ක්‍රියාත්මක වන තලයෙහි ඇති ඕනෑ ම ලක්ෂ්‍යයක් වටා ගන්නා ලද බල සියල්ලෙහි ඝූර්ණවල වීජීය ඓක්‍යය ද ශුන්‍යය විය යුතු ය.

සටහන

සමතුලිතව ඇති බල තුනක් බල ත්‍රිකෝණයක් මගින් නිරූපණය කළ හැකි වන්නාක් සේ ම, සමතුලිතව ඇති ඒකතල බල සමූහයක් බල බහුඅස්‍රයක් මගින් නිරූපණය කළ හැකි වේ.



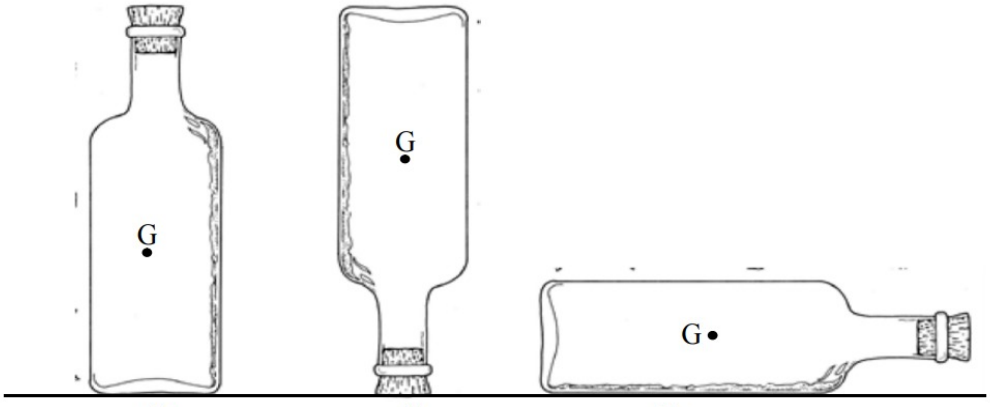
4.5 රූපය

සමතුලිතතාවෙහි අවස්ථා

වස්තුවක් සමතුලිතව තැබිය හැකි ආකාර කිහිපයක් පැවතිය හැකි ය. මේවා සමතුලිතතා අවස්ථා ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙම සමතුලිතතා අවස්ථා අතුරෙන් සුරක්ෂිත අවස්ථා ද මධ්‍යස්ථ අවස්ථා ද අවදානම් අවස්ථා ද තිබිය හැකි ය. සමතුලිතතාවෙහි මෙසේ ප්‍රධාන අවස්ථා තුනක් ඇත. ඒවා නම්,

1. ස්ථායි සමතුලිතතාව
2. අස්ථායි සමතුලිතතාව
3. උදාසීන සමතුලිතතාව

උදා: තුන් ආකාරයකට තබා ඇති හිස් බෝතලයක් සලකමු.



4.6 රූපය

1. **ස්ථායි සමතුලිතතාව**

   සමතුලිතතාව පවතින වස්තුවක් එම සමතුලිතතා අවස්ථාවෙන් මඳක් විස්ථාපනය කොට මුදාහළ විට මුල් අවස්ථාවට නැවත පැමිණේ නම්, එය ස්ථායි සමතුලිතතාවෙහි පවතී. මෙය 4.6 (a) රූපයේ දැක්වේ.

2. **අස්ථායි සමතුලිතතාව**

   සමතුලිතව පවතින වස්තුවක් එම සමතුලිතතා අවස්ථාවෙන් මඳක් විස්ථාපනය කොට මුදාහළ විට මුල් අවස්ථාවට නැවත නොපැමිණ ඉන් බැහැරට යයි නම්, එය අස්ථායි සමතුලිතතාවෙහි පවතී. මෙය 4.6 (b) රූපයේ දැක්වේ.

3. **උදාසීන සමතුලිතතාව**

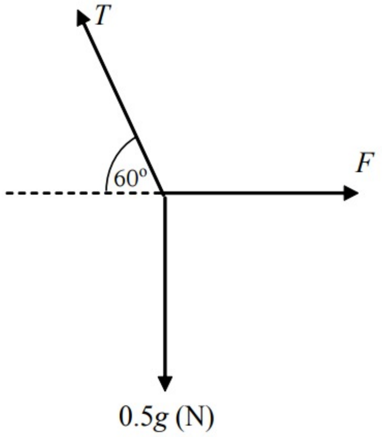
   සමතුලිතව පවතින වස්තුවක් එම සමතුලිතතා අවස්ථාවෙන් මඳක් විස්ථාපනය කොට මුදාහළ විට එම නව පිහිටුම් අවස්ථාවෙහි ම තවදුරටත් පවතී නම්, එය උදාසීන සමතුලිතතාවෙහි පවතී. මෙය 4.6 (c) රූපයේ දැක්වේ.

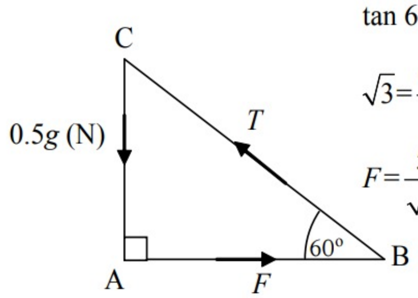
ඉහත සමතුලිතතා අවස්ථා අතුරෙන් අස්ථායි සමතුලිතතා අවස්ථාව වඩාත් ම අවදානම් අවස්ථාව බවත් පෙනෙයි. තව ද, වස්තුවෙහි ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පහත් වන තරමට එය වඩා ස්ථායි වන බව ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ඉහළ යන විට එය වඩා අස්ථායි වන බවත් පැහැදිලි ය. කෙසේ වුව ද වස්තුවක ස්ථායිතාව තීරණය කරන්නා වූ මූලික සාධකය, එහි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය බව නිගමනය කළ හැකි ය. එනම්, වස්තුවක විභව ශක්තිය අඩු වන තරමට එය වඩා ස්ථායි වන අතර, එහි විභව ශක්තිය වැඩි වීම සමඟ එය අස්ථායි වේ.

විසඳූ ගැටලු

ස්කන්ධය 500 g වන වස්තුවක් සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක් මගින් අචල ලක්ෂ්‍යයකින් එල්ලා තිබේ. තන්තුව තිරසට 60^oක් ආනත වන සේ මෙම වස්තුව F නම් තිරස් බලයකින් පසෙකට අදිනු ලැබේ. F බලයේ අගය සොයන්න.

තන්තුවේ ආතතිය T නම්,බල ත්‍රිකෝණය භාවිතයෙන්,





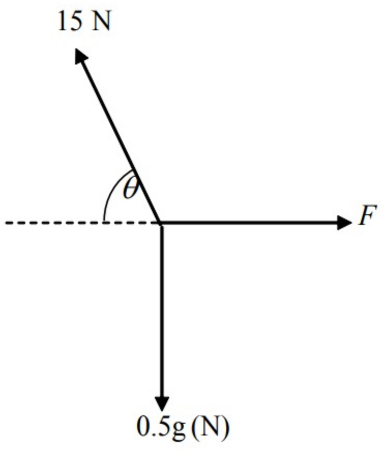
$$\tan 60^\circ = \frac{AC}{AB}$$

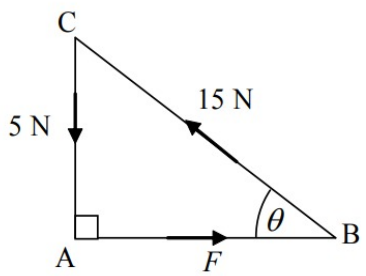
$$\sqrt{3} = \frac{0.5\ g}{F}$$

$$F = \frac{5}{\sqrt{3}} = \frac{5\sqrt{3}}{3}\ \text{N}$$

ඉහත තන්තුව 15 N ආතතිය ඉක්මවන විට බිඳෙයි නම් F බලයට තිබිය හැකි උපරිම අගය සොයන්න.

F බලය ක්‍රමයෙන් වැඩි වන විට තන්තුවේ තිරසට ආනතිය ක්‍රමයෙන් අඩු වන අතර, තන්තුවේ ආතතිය, ඉහත භේදක ආතතිය වූ 15 N ට එළඹෙන තෙක් වැඩි වෙයි. එවිට තන්තුවේ තිරසට ආනතිය θ යයි කියමු.





ABC බල ත්‍රිකෝණයෙන්,

$$5^2 + F^2 = 15^2$$

$$F^2 = 225\text{-}25 = 200$$

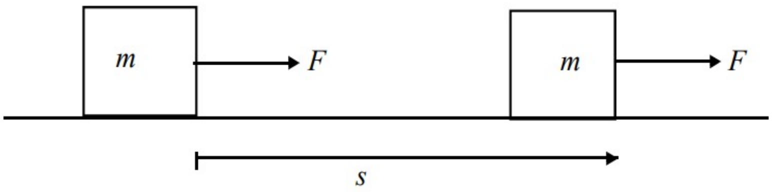
$$F = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}\ \text{N} = 14.14\ \text{N}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පස්වන පරිච්ඡේදය

කාර්යය, ශක්තිය සහ ජවය

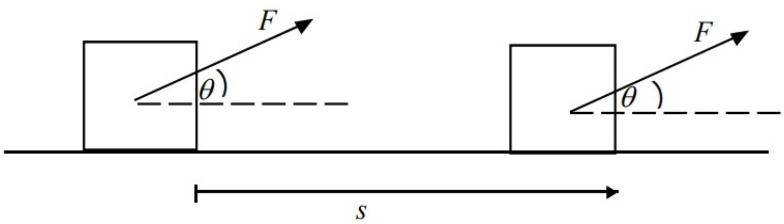
Work, Energy and Power



5.1 රූපය

වස්තුවක් මත අසමතුලිත බාහිර බලයක් යෙදූ විට වස්තුව විස්ථාපනය වේ නම් එම බලය මගින් කාර්යයක් කෙරුණේ යැයි කියනු ලැබේ.

කෙරුණු කාර්යය ප්‍රමාණය, යෙදූ බලයේ උපයෝග ලක්ෂ්‍යය සිදු කළ විස්ථාපනයේත් එම විස්ථාපනයේ දිශාව ඔස්සේ ගුණිතයෙන් ලැබේ.



5.2 රූපය

බලයට ආනතව විස්ථාපනය යෙදී ඇත් නම් විස්ථාපනයේත් විස්ථාපනයේ දිශාවට ඇති බලයේ සංරචකයේත් ගුණිතයෙන් කෙරුණු කාර්යය ලැබේ.

$$\text{කෙරුණු කාර්යය} = F\cos\theta . s$$

$$= F.s\cos\theta$$

ශක්තිය

කාර්යය කිරීමේ හැකියාව ශක්තිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

වස්තුවක් මගින් කාර්යයක් කෙරෙන විට එම වස්තුවෙන් එම කාර්ය ප්‍රමාණයට සමාන ශක්ති ප්‍රමාණයක් නිදහස් වන අතර, වස්තුව මත කාර්යයක් සිදු කරන විට එම කාර්ය ප්‍රමාණයට සමාන ශක්ති ප්‍රමාණයක් වස්තුවේ ගබඩා වේ.

ශක්තිය, කාර්යය මැනීමේ ඒකකය වන ජූල්වලින් මනිනු ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ශක්තිය විවිධ ප්‍රභේදවලින් පවතී. උදාහරණ ලෙස ආලෝකය, ධ්වනිය, තාපය, විද්‍යුතය, රසායනික ශක්තිය, න්‍යෂ්ටික ශක්තිය, යාන්ත්‍රික ශක්තිය, විභව ශක්තිය හා චාලක ශක්තිය සඳහන් කළ හැකිය.

යාන්ත්‍රික ශක්තිය (Mechanical Energy)

පොළොව මත පවතින වස්තුවක් පොළොව මත සිට ඉහළ පිහිටීමකට ගෙන ඒමට එය මත කාර්යයක් සිදු කළ යුතු ය. නිශ්චලව ඇති වස්තුවක් චලිත කරවීමට ද කාර්යයක් කළ යුතු ය. ඉහත අවස්ථා දෙකේදී ම වස්තුවෙහි ශක්තිය ගබඩා වේ. මේ නිසා එම ශක්ති ප්‍රභේදය යාන්ත්‍රික ශක්තිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

යාන්ත්‍රික ශක්ති ආකාර දෙකකි. ඒවා චාලක ශක්තිය හා විභව ශක්තිය වේ.

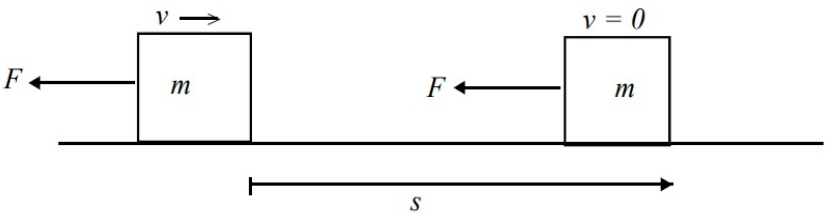
චාලක ශක්තිය

නිශ්චලව ඇති වස්තුවකට වඩා චලනය වන වස්තුවකට කාර්ය කිරීමේ හැකියාවක් පවතී. එම චලනය වන වස්තුවේ ගබඩා වී ඇති එම ශක්තිය චාලක ශක්තිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

වස්තුව රේඛීය චලිතයක යෙදෙන විට එහි ගබඩා වී ඇති චාලක ශක්තිය උත්තාරණ චාලක ශක්තිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. භ්‍රමණය වන වස්තුවක් සතු චාලක ශක්තිය භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය වේ.

උත්තාරණ චාලක ශක්තිය

v ප්‍රවේගයේ චලනය වන වස්තුවක චලිතයට විරුද්ධව F බලයක් යෙදූ විට වස්තුව එම බලයත් ඇදගෙන s දුරක් විස්ථාපනය වී නිශ්චල වන්නේ යැයි සිතමු.



5.3 රූපය

m ට $\rightarrow F = ma$ යෙදීමෙන්

$$-F = ma$$

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

$v^2 = u^2 + 2as$ සමීකරණයට අනුව

$$0 = v^2 + 2\left(-\frac{F}{m}\right)s$$

$$0 = v^2 - 2\frac{Fs}{m}$$

$$2\frac{Fs}{m} = v^2$$

$$Fs = \frac{1}{2}mv^2$$

සිදු කෙරෙන කාර්යය $W = Fs$

$$\therefore W = \frac{1}{2}mv^2$$

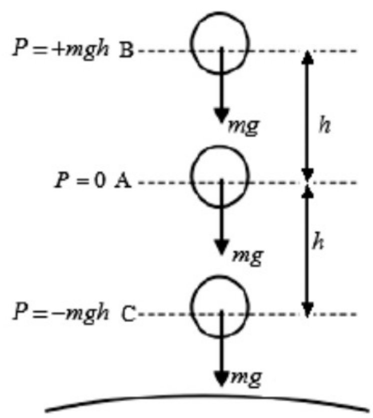
වස්තුව සතු උත්තාරණ චාලක ශක්තිය $W = \frac{1}{2}mv^2$

විභව ශක්තිය (Potential Energy)

විභව ශක්තිය ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය හා ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තිය වශයෙන් ප්‍රභේද දෙකකි.

ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය තුළ වස්තුව පිහිටන ස්ථානය අනුව වස්තුවක ගබඩා වී ඇති යාන්ත්‍රික ශක්තිය ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය ලෙස හැඳින්වේ.



5.4 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

A පිහිටිමේ සිට h උසකින් පිහිටි B පිහිටීමට m ස්කන්ධය ඇති වස්තුවක් ගෙන යන්නේ යැයි සිතමු. වස්තුව මත සිරස්ව පහළට $F = mg$ ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් ක්‍රියා කරයි. එම බලයට විරුද්ධව කාර්යය කළ යුතු වේ. මේ නිසා එම බලයට එරෙහිව සිදු කළ කාර්යය

$$W = Fs \Rightarrow W = mgh$$

එම කාර්යය වස්තුවේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය ලෙස ගබඩා වේ.

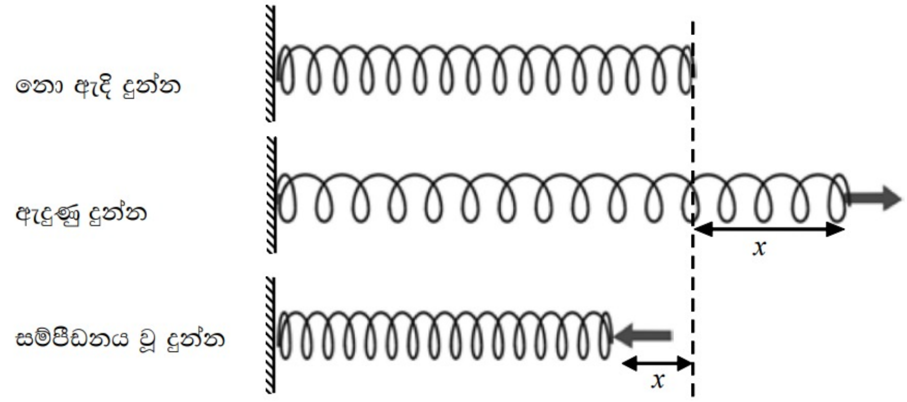
$$\boxed{\text{ගුරුත්වාකර්ෂණ වි.ශ} = mgh}$$

වස්තුව A පිහිටීමේ සිට ඊට h උසක් පහළින් ඇති C පිහිටීම දක්වා ගෙන ඒමේ දී ශක්තිය නිදහස් වේ. මේ නිසා C පිහිටීමේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය A පිහිටීමට වඩා අඩු ය.

$$\text{C පිහිටීමේ විභව ශක්තිය} = -mgh \text{ වේ.}$$

මේ අනුව ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක කිසියම් මට්ටමක් විභව ශූන්‍ය මට්ටම යැයි සැලකූ විට ඊට h උසස් ඉහළින් ගු.වි.ශ. $+mgh$ ද h උසක් පහළින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක ගු.වි.ශ $-mgh$ වේ.

ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තිය (Elastic Potential Energy)



5.5 රූපය

ඇදුණු දුන්නකට (රබර් පටියකට) හෝ සම්පීඩනය වූ දුන්නකට කාර්යය කිරීමේ හැකියාවක් පවතී. එනම් එයට ශක්තියක් ඇත. දුන්න සතු එම ශක්තිය ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තිය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

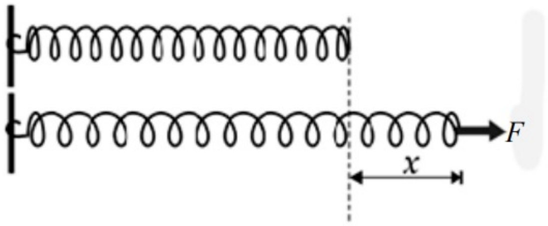
උදා : කැටපෝලයක් ඇදී ඇති විට රබර් පටියේ ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තිය ඇත. පසුව එය ගල්කැටයේ චාලක ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වේ.

නොඇදි දුන්නක් මත එය ඇදෙන පරිදි F බලයක් යෙදූ විට දුන්නෙහි දිගෙහි සිදු වන වැඩි වීම නොහොත් විතතිය x නම් බලයේ විශාලත්වය විතතියට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

$$F \propto x$$
$$F = kx$$

මෙහි සමානුපාතික නියතය k දුනු නියතය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මෙවැනි දුන්නක ගබඩා වී ඇති ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තිය $W = \frac{1}{2}kx^2$ වේ.

ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තිය $W = \frac{1}{2}kx^2$



5.6 රූපය

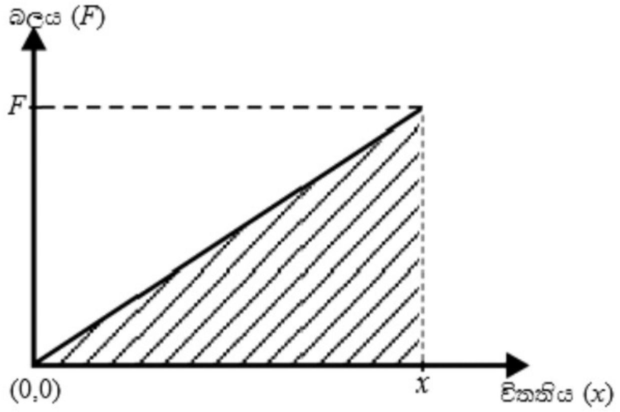
දුන්නේ විතතිය වැඩි වන විට බලය වැඩි වේ. දුන්න x විතතියක් සිදු වන විට දුන්නේ පිළියෙල වන සාමාන්‍ය ප්‍රත්‍යාස්ථ බලය $F' = \left(\frac{0+F}{2}\right)$ ලෙස සැලකිය හැක.

සාමාන්‍ය ප්‍රත්‍යාස්ථ බලය මගින් කළ කාර්යය

$$W = F's = \left(\frac{0+F}{2}\right)x = \frac{F}{2}x$$

$F = kx$ බැවින්, $W = \frac{1}{2}kx.x$

ප්‍රත්‍යාස්ථ වි.ශ. $W = \frac{1}{2}kx^2$

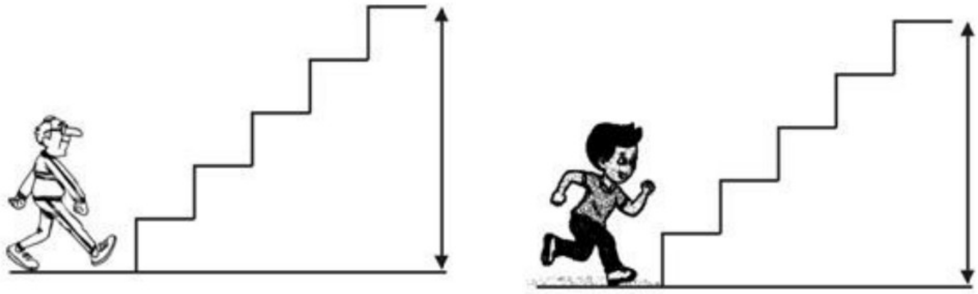


බල (F) - විතති (x) ප්‍රස්තාරයේ ප්‍රස්තාරයට පහළින් වන වර්ගඵලය $\frac{1}{2}Fx$ වේ. එනම් එම වර්ගඵලය ප්‍රත්‍යාස්ථ බලය මගින් කළ කාර්යයට හා දුන්නේ ගබඩා වූ ප්‍රත්‍යාස්ථ විභව ශක්තියට සමාන වේ.

5.7 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ක්ෂමතාව (ජවය) (Power)



5.8 රූපය

මහලු පුද්ගලයකුට පඩිපෙළක් නැගයෑමට ගත වන කාලයට වඩා ඉතා කෙටි කාලයක දී තරුණ ළමයකුට එම පඩිපෙළ නැගීමට හැකියාවක් ඇත. මෙයින් පැහැදිලි වන්නේ මහලු පුද්ගලයාට වඩා තරුණ ළමයා ජව සම්පන්න බවයි.

වස්තුවක් මගින් කාර්යය කිරීමේ ශීඝ්‍රතාව හෝ ශක්තිය නිදහස් කිරීමේ ශීඝ්‍රතාව, ක්ෂමතාව (ජවය) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

$$\text{ක්ෂමතාව} = \frac{\text{කාර්යය}}{\text{කාලය}}$$

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

ක්ෂමතාව මැනීමේ ඒකකය වොට් (W) වේ

$$1\ \text{W} = 1\ \text{J s}^{-1}$$

ක්ෂමතාව හා ප්‍රවේගය අතර සම්බන්ධය

$$P = \frac{Fs}{t}$$

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

$$\boxed{P = Fv}$$

$$P = Fv$$

$$\text{ක්ෂමතාව} = \text{බලය} \times \text{ප්‍රවේගය}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කාර්යක්ෂමතාව

කිසියම් යන්ත්‍රයකට සැපයෙන මුළු ජවය ම යන්ත්‍රය මඟින් ප්‍රයෝජනවත් ජවය බවට පරිවර්තනය කරවා ගැනීමට අසීරු වේ. එම ශක්තීන්ගෙන් කොටසක් වෙනත් ශක්ති ප්‍රභේද (උදා: තාපය) බවට ද පත් වේ. එනම් ශක්ති ප්‍රමාණයක් අපතේ යයි.

$$\text{කාර්යක්ෂමතාව} = \frac{\text{ප්‍රයෝජනවත් ක්ෂමතා ප්‍රතිදානය}}{\text{ක්ෂමතා ප්‍රදානය}} \times 100\%$$

ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය

සංවෘත පද්ධතියක මුළු ශක්තිය නියතයක් වේ. එහෙත් පද්ධතිය තුළ දී එක් ශක්ති ප්‍රභේදයක් තවත් ශක්ති ප්‍රභේදයක් බවට පරිවර්තනය වීම සිදු විය හැකිය.

උදා: වාහනයකට ලබා දෙන පෙට්‍රල්වල ශක්තිය තාපය, ධ්වනිය හා යාන්ත්‍රික ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වේ.

ජල විදුලි බලාගාරවල ඉහළ සිට පහළට ජලය වැටීමේ දී හානි වන විභව ශක්තිය, ට'බයිනයේ චාලක ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වේ. එය විද්‍යුත් ශක්තිය බවට ඩයිනමෝව මඟින් පරිවර්තනය කරනු ලැබේ.

යාන්ත්‍රික ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය

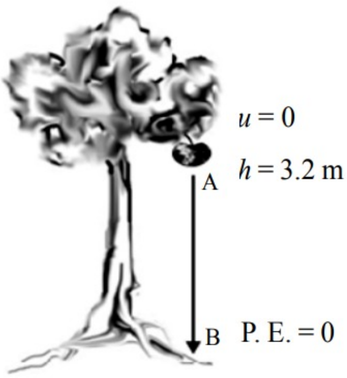
කිසියම් ක්‍රියාවලියක දී ශක්තිය පරිවර්තනය වන්නේ චාලක ශක්තිය හා විභව ශක්තිය අතර පමණක් ම නම්, එවැනි ක්‍රියාවලියක් සඳහා චාලක ශක්තියේත් විභව ශක්තියේත් එකතුව නියතයක් වේ. මෙය යාන්ත්‍රික ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මයයි.

චාලක ශක්තිය + විභව ශක්තිය = නියතයක්

ඇතැම් අවස්ථාවල දී විභව ශක්තිය ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය හා ප්‍රත්‍යස්ථ විභව ශක්තිය යන ආකාරවලින් පවතී.

චාලක ශක්තිය ද උත්තාරණ චාලක ශක්තිය හා භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය යන ආකාරවලින් පවතී.

උදාහරණ : බිම් මට්ටමට 3.2 m ක් ඉහළ ඇති අඹ ගෙඩියක් නටුවෙන් ගිලිහී නිශ්චලතාවෙන් ගමන් අරඹා බිම පතිත වේ. අඹ ගෙඩිය බිම පතිත වන ප්‍රවේගය සොයන්න. (වාත ප්‍රතිරෝධය නොගිණිය හැකි සේ සලකන්න).



5.9 රූපය

යාන්ත්‍රික ශක්ති සංස්ථිති මූලධර්මය අනුව,

A පිහිටීමේ, චාලක ශක්තිය + විභව ශක්තිය = B පිහිටීමේ, චාලක ශක්තිය + විභව ශක්තිය

$$0 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$10 \times 3.2 = \frac{1}{2}v^2$$

$$10 \times 6.4 = v^2$$

$$v = \underline{\underline{8 \text{ m s}^{-1}}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සයවන පරිච්ඡේදය

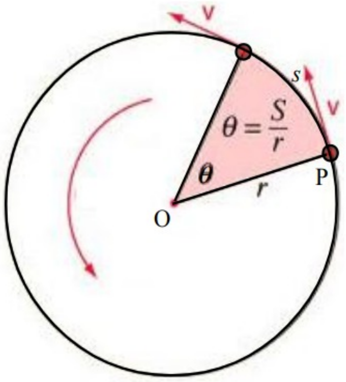
භ්‍රමණ චලිතය හා වෘත්තාකාර චලිතය

Rotational Motion and Circular Motion

විශ්වයේ සිදු වන චලිත බහුතරයක් සරල රේඛීය සහ භ්‍රමණ චලිත මඟින් විස්තර කළ හැකි ය. සරල රේඛීය චලිතය සරල රේඛා ඔස්සේ සිදු වන දුරෙහි වෙනස්වීම් මඟින් ද, භ්‍රමණ චලිතය කෝණික වෙනස්වීම් මඟින් ද නිර්ණය වේ.

1. කෝණික විස්ථාපනය (θ)

කෝණික විස්ථාපනය යනු නිශ්චිත අක්ෂයක් වටා නිශ්චිත දිශාවකට, ලක්ෂ්‍යයක් හෝ සරල රේඛාවක් භ්‍රමණය වන කෝණයයි.



6.1 රූපය

මූල ලක්ෂ්‍යය වන $'O'$ හි සිට r දුරින් පිහිටි p නම් අංශුව θ කෝණයකින් $'O'$ වටා භ්‍රමණය වන විට s යන චාප දුර ගෙවා යන්නේ නම්,

$$\theta = \frac{s}{r}$$

$$\boxed{s = r\theta}$$

θ හි ඒකකය 'රේඩියනය' (rad) වේ.

රේඩියනය යනු වෘත්තයක අරයට සමාන වූ දිගක් සහිතව එම වෘත්තය මත පිහිටි චාපයක් මඟින් වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයේ ආපතනය කරනු ලබන කෝණයයි.

අරය r වන වෘත්තයක පරිධිය $2\pi r$ බැවින් පරිධිය මඟින් වෘත්තයක කේන්ද්‍රයේ ආපතනය කෙරෙන කෝණය $\frac{2\pi r}{r} = 2\pi$ වේ.

මේ අනුව $360^0 = 2\pi$ rad වේ.

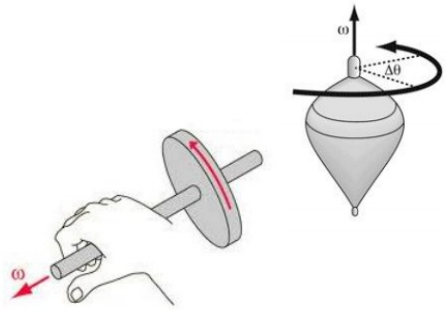
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කෝණික ප්‍රවේගය (ω)

කෝණික ප්‍රවේගය යනු කෝණික විස්ථාපනය වෙනස් වන ශීඝ්‍රතාවයි. එය දෛශික රාශියකි. එහි දිශාව දක්ෂිණාවර්ත කස්කුරුප්පු නීතියෙන් තීරණය වෙයි.

$$\boxed{\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}}$$

ω හි ඒකකය 'තත්පරයට රේඩියන් ' (rad s^{-1}) වේ.



6.2 රූපය

කෝණික ත්වරණය (α)

යම් මොහොතක දී භ්‍රමණය වන වස්තුවක කෝණික ප්‍රවේගය වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව එම මොහොතේ දී එහි කෝණික ත්වරණයයි.

$$\boxed{\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}}$$

කෝණික ත්වරණයේ ඒකකය (rad s^{-1})

මේ කාලයක් තුළ කෝණික ප්‍රවේගය ω_1 සිට දක්වා ω 2 වෙනස් වේ නම්,

කෝණික ත්වරණය $\boxed{\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t}}$

විසඳූ ගැටලු

විදුලි පංකාවක් තත්පරයට වට 10ක ශීඝ්‍රතාවයකින් භ්‍රමණය වෙමින් පැවතුණි. විදුලිය විසන්ධි වීමක් හේතුවෙන් එය තත්පර 10ක දී ඒකාකාර කෝණික මන්දනයකින් නිශ්චලතාවට පත් විය. විදුලි පංකාවේ කෝණික මන්දනය සොයන්න.

පිළිතුරු:

ආරම්භක කෝණික ප්‍රවේගය $\omega_1 = 2\pi \times 10$

අවසාන කෝණික ප්‍රවේගය $\omega_0 = 0$

මන්දනය සඳහා ගත වූ කාලය $t = 10$

කෝණික ත්වරණය $\alpha = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} = \dfrac{0 - 2\pi \times 10}{10} = -2\pi \text{ rad s}^{-2}$

$\therefore$ කෝණික මන්දනය $\alpha = 2\pi \text{ rad s}^{-2}$

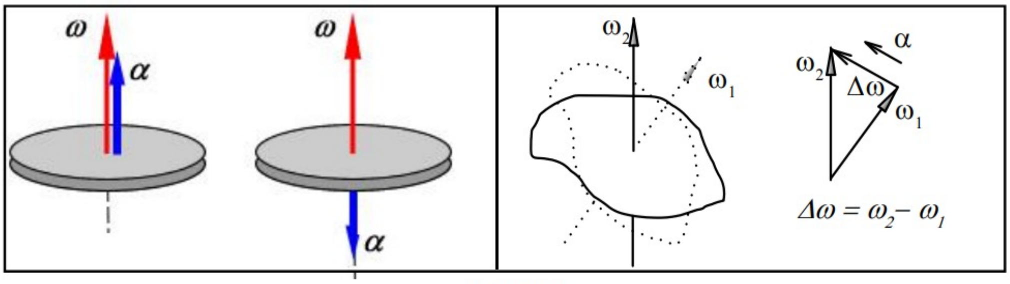
සටහන :

කෝණික ත්වරණය තුන් ආකාරයකින් සිදු විය හැකිය.

1. කෝණික ප්‍රවේගයෙහි දිශාව නොවෙනස්ව විශාලත්වය පමණක් වෙනස් වීම.
2. කෝණික ප්‍රවේගයෙහි විශාලත්වය නොවෙනස්ව එහි දිශාව පමණක් වෙනස් වීම.
3. කෝණික ප්‍රවේගයෙහි විශාලත්වයත් දිශාවත් යන දෙකම වෙනස් වීම.

භ්‍රමණ තලය නොවෙනස්ව පවතින අතර කෝණික ප්‍රවේගයෙහි විශාලත්වය පමණක් වෙනස් වේ නම්, කෝණික ත්වරණයෙහි දිශාව කෝණික ප්‍රවේගයෙහි දිශාවම වේ.

භ්‍රමණ තලය වෙනස් වේ නම්, කෝණික ත්වරණයේ දිශාව වන්නේ කෝණික ප්‍රවේගය වෙනස් වන දිශාවයි.



6.2 රූපය

4. භ්‍රමණ කාලාවර්තනය (T)
   එක් පූර්ණ භ්‍රමණයක් සඳහා ගත වන කාලය භ්‍රමණ කාලාවර්තනයයි.

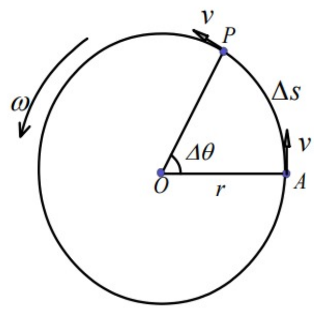
$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

4. භ්‍රමණ කාලාවර්තනය (T)
   තත්පර 1 ක දී සිදු කරන භ්‍රමණ සංඛ්‍යාව භ්‍රමණ සංඛ්‍යාතයයි.

$$f = \frac{\omega}{2\pi} \text{ හෝ } \omega = 2\pi f$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සරල රේඛීය චලිතය සහ කෝණික චලිතය අතර සම්බන්ධය



6.4 රූපය

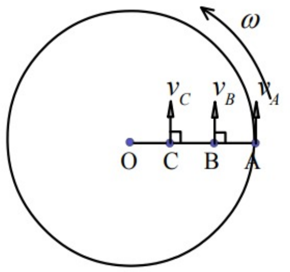
$s = r\theta$ ට අනුව

$\Delta s = r\Delta\theta$

A සිට P දක්වා චලිතය සඳහා ගත වන කාලය Δt නම්

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = r\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ එනම් } \boxed{v = r\omega}$$

OA අරයට v ලම්බක වේ. ω නියතව තබා ගනිමින්, අරය රේඛාව මත A, B, C යන විවිධ අරයන්ට අදාළ වූ ලක්ෂ්‍යවල ප්‍රවේග පිළිවෙළින් v_A , v_B සහ v_c නම්, $v_A > v_B > v_c$ ලෙස vහි විචලනය දැක්වේ.



6.5 රූපය

$$v = r\omega$$
$$\Delta v = r\Delta\omega$$
$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = r\frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$
$$\therefore \boxed{a_t = r\alpha}$$

මෙහි a_t යනු ස්පර්ශකය ඔස්සේ ත්වරණයයි.

P අංශුව ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරයි නම්,

එවිට $\Delta\omega = 0$

$$\alpha = 0$$

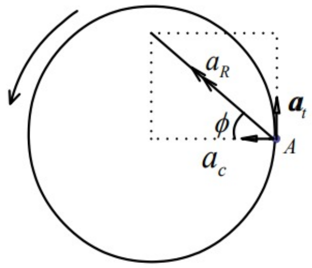
$$a_t = 0$$

එනිසා, ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයකින් වෘත්ත චලිතයෙහි යෙදෙන වස්තුවක ස්පර්ශකය ඔස්සේ ත්වරණය ශුන්‍ය වේ. එහෙත් එම ස්පර්ශකයට ලම්බක ව, වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයට යොමු වූ ත්වරණයක් එය මත ක්‍රියා කරයි.

වෘත්තාකාර පථයේ කේන්ද්‍රය වෙත යොමු වූ ත්වරණය 'a_c' නම්,

$$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = v.\omega$$

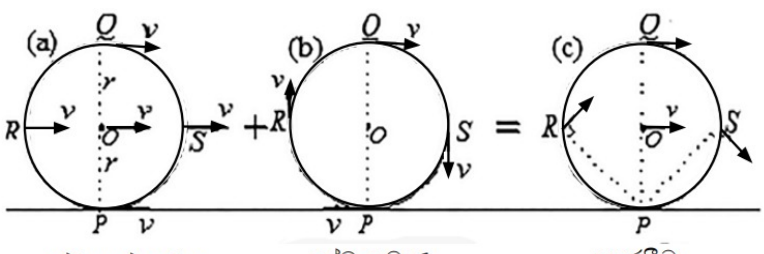
යම්කිසි වස්තුවක් වෘත්තාකාර මාර්ගයක ගමන් කරන්නේ නම් එය මත බලයක් ක්‍රියා කළ යුතු වේ. නැතහොත් එය සරල රේඛීය මාර්ගයක නිව්ටන්ගේ පළමු නියමයට අනුකූල ව චලනය වේ. යම් වස්තුවක් මත ක්‍රියා කරන බලය එම වස්තුවේ චලිත දිශාවට ම ලම්බක ව හා වෘත්තාකාර මාර්ගයක කේන්ද්‍රය වෙතට යොමු වී පවතී නම්, එම බලය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය ලෙස හැඳින්වේ. මෙම කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය හේතුවෙන් එම වස්තුව මත වෘත්තාකාර මාර්ගයේ කේන්ද්‍රය දෙසට ක්‍රියාත්මක වන ත්වරණය කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය නම් වේ.



6.6 රූපය

අංශුව ඒකාකාර නොවන කෝණික ප්‍රවේගයකින් වෘත්ත චලිතය සිදු කරයි නම්, ස්පර්ශකය ඔස්සේ ද ත්වරණයක් ක්‍රියාත්මක වේ. එවිට අංශුවෙහි සම්ප්‍රයුක්ත ත්වරණය වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයට යොමු නො වේ. ස්පර්ශකය ඔස්සේ ත්වරණය a නම් සම්ප්‍රයුක්ත ත්වරණය a_R දෙනු ලබන්නේ,

$a_R = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$ හා $\tan\phi = \frac{a_t}{a_c}$ මගිනි.



6.7 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සටහන :

පෙරලීමේ දී P ලක්ෂ්‍යය සැම විට ම ක්ෂණික නිශ්චලතාවක පවතිනු ඇත.

ශුද්ධ උත්තාරණ චලිතයේ දී [6.6(a) රූපය] රෝදයේ කේන්ද්‍රය මෙන්ම සෑම ලක්ෂ්‍යක් ම එකම රේඛීය වේගයේ දකුණත දිශාවට ගමන් කරයි. ශුද්ධ භ්‍රමණ චලිතයේ දී [6.6(b) රූපය] රෝදයේ සෑම ලක්ෂණයක් ම ω එකම කෝණික ප්‍රවේගයෙන් කේන්ද්‍රය වටා භ්‍රමණය වේ. රෝදයේ පිටත දාරයේ පිහිටන ලක්ෂ්‍ය එකම v රේඛීය වේගයකින් ගමන් කරයි. රෝදයේ පෙරළීම [6.6.(c) රූපය], මෙම (a) සහ (b) චලිත දෙකෙහි සංයුක්තයකි.

ඒකාකාර කෝණික ත්වරණයක් යටතේ චලිතය

අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණය වන වස්තුවක් සලකමු.

එහි,

ආරම්භක කෝණික ප්‍රවේගය ω_0

කිසියම් t කාලයකට පසු කෝණික ප්‍රවේගය ω

කෝණික විස්ථාපනය θ

කෝණික ත්වරණය α නම්,

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

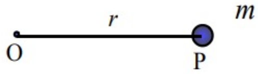
2. $\theta = \left(\dfrac{\omega + \omega_o}{2}\right)t$

3. $\theta = \omega_o t + \dfrac{1}{2}\alpha t^2$

4. $\omega^2 = \omega_o^2 + 2\alpha\theta$

අවස්ථිති ඝූර්ණය (I)

වස්තුවක ස්කන්ධය යනු එහි රේඛීය චලිතයෙහි වෙනස්වීම්වලට එය තුළින් ම පැනනඟින විරෝධයෙහි මිනුමක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. භ්‍රමණ චලිතයෙහි මෙයට අනුරූප රාශිය වන්නේ අවස්ථිති ඝූර්ණයයි.



6.8 රූපය

ස්කන්ධය m වූ P නම් අංශුවක්, අරය r වූ වෘත්තාකාර පථයක චලනය වන්නේ නම්, එම පථයේ කේන්ද්‍රය වන O ලක්ෂ්‍යය වටා එම අංශුවෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණය,

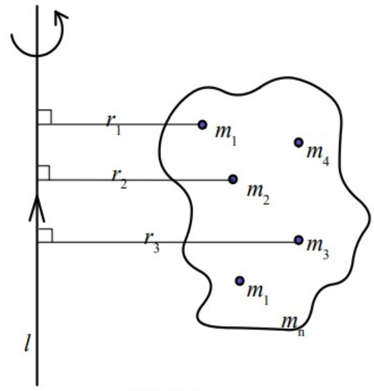
$\boxed{I = mr^2}$ ලෙස දෙනු ලැබේ.

අවස්ථිති ඝූර්ණයේ ඒකක kg m^2 වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අංශු පද්ධතියක අවස්ථිති ඝූර්ණය

ස්කන්ධ පිළිවෙළින් $m_1, m_2, m_3, ...m_n$ වන අංශු පද්ධතියක් අක්ෂයක සිට පිළිවෙළින් $r_1, r_2, r_3, ...r_n$ නම් ලම්බ දුරින් පිහිටයි නම්, එම අක්ෂය වටා මෙම පද්ධතියේ අවස්ථිති ඝූර්ණය I_l,



6.9 රූපය

$I_1 = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 + ... + m_nr_n^2$

$$I_l = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2$$ ලෙස දෙනු ලැබේ.

සටහන:

අවස්ථිති ඝූර්ණය අදිශ රාශියකි.

උදාහරණ:

1. දිග L වූ ද, ස්කන්ධය M වූ ද සිහින් ඒකාකාර දණ්ඩක, එහි කෙළවරක් හරහා එහි දිගට ලම්බව යන අක්ෂයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය.

$I = \frac{1}{3} M L^2$

6.10 රූපය

2. දිග L වූ, ස්කන්ධය M වූ ද සිහින් ඒකාකාර දණ්ඩක, එහි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය හරහා එහි දිගට ලම්බව යන අක්ෂය වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය,

$$I = \frac{1}{12}ML^2$$

6.11 රූපය

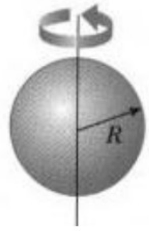
3. අරය R වූ ද, ස්කන්ධය M වූ ද ඒකාකාර වෘත්තාකාර තැටියක හෝ සිලින්ඩරයක මධ්‍යය හරහා යන අක්ෂය වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය,

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

6.12 රූපය

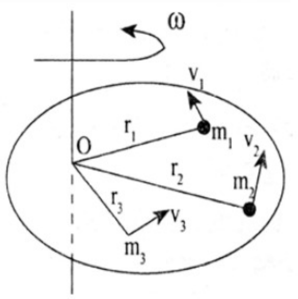
4. අරය R වූ ද, ස්කන්ධය M වූ ද ඝන ගෝලයක කේන්ද්‍රය හරහා යන අක්ෂයක් වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය,

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



6.13 රූපය

භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය



6.14 රූපය

O නම් අචල ලක්ෂ්‍යයක් හරහා යන අක්ෂයක් වටා (ω) ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයකින් භ්‍රමණය වන වස්තුවක් සලකමු. භ්‍රමණ අක්ෂයේ සිට $r_1, r_2, r_3 \ldots, r_n$ දුරින් පිහිටි ස්කන්ධ පිළිවෙළින් $m_1, m_2, m_3, \ldots, m_n$ වන අංශු පිළිවෙළින් $v_1, v_2, v_3, \ldots, v_n$ වන ස්පර්ශීය වේගවලින් O වටා වෘත්ත චලිතයන්හි යෙදෙන්නේ යැයි සිතමු.

එවිට එම භ්‍රමණය වන වස්තුවෙහි චාලක ශක්තිය,

$$E = \frac{1}{2}m_1v_1^{\,2} + \frac{1}{2}m_2v_2^{\,2} + \frac{1}{2}m_3v_3^{\,2} + \ldots + \frac{1}{2}m_nv_n^{\,2}$$

$$= \frac{1}{2}\left[m_1\left(r_1\omega\right)^2 + m_2\left(r_2\omega\right)^2 + m_3\left(r_3\omega\right)^2 + \ldots + m_n\left(r_n\omega\right)^2\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 + \ldots + m_nr_n^{\,2}\right]\omega^2 \qquad = p$$

$$= \frac{1}{2}\left[\Sigma m_ir_i^{\,2}\right]\omega^2$$

$$= \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{මෙහි} \quad I = \Sigma m_ir_i^2$$

ඉහත I නම් වූ රාශිය භ්‍රමණ අක්ෂය වටා වස්තුවෙහි **'අවස්ථිති ඝූර්ණය'** ලෙස හැඳින්වේ. එය භ්‍රමණ අක්ෂයෙහි පිහිටීම සහ එය වටා වස්තුවෙහි ස්කන්ධය ව්‍යාප්ත වී ඇති ආකාරය මත රඳා පවතී.

කෝණික ගම්‍යතාව (*L*)

අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණය වන දෘඪ වස්තුවක කෝණික ගම්‍යතාව

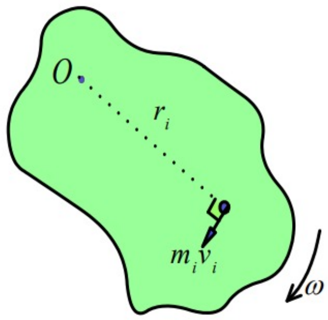
O නම් ලක්ෂ්‍යයක් හරහා යන අක්ෂයක් වටා ω කෝණික ප්‍රවේගයකින් භ්‍රමණය වන ආස්තරයක කෝණික ගම්‍යතාව L නම්,

$$L = p.r$$
$$= \sum(m_iv_i)\,r_i$$
$$= \sum(m_ir_i\omega)\,r_i$$

$$L = \left(\sum_{i=1}^{n} m_ir_i^{\,2}\right)\omega$$

$$\boxed{L = I\omega}$$

Lහි ඒකකය $\mathrm{kg\,m^2\,s^{-1}}$

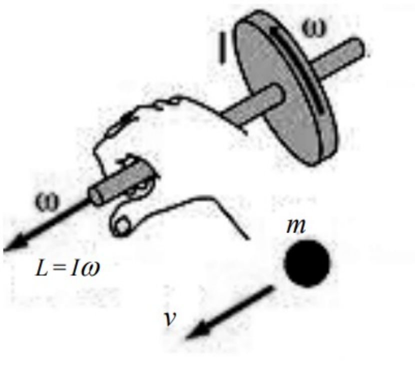


6.15 රූපය

කෝණික ගම්‍යතාව	=	අවස්ථිති ඝූර්ණය	×	කෝණික ප්‍රවේගය
L	=	I	×	ω

සටහන:

කෝණික ගම්‍යතාව දෛශික රාශියකි. එහි දිශාව දක්ෂිණාවර්ත කස්කුරුප්පු නීතියෙන් ලැබේ.



6.16 රූපය

ව්‍යාවර්තය (τ)

උත්තාරණ චලිතයෙහි බලය යනු රේඛීය ගම්‍යතාව පරිවර්තනය වීමේ ශීඝ්‍රතාව ලෙස අර්ථ දැක්වේ. එපරිද්දෙන් ම, භ්‍රමණ චලිතයෙහි ව්‍යාවර්තය නැත හොත් බල ඝූර්ණය යනු කෝණික ගම්‍යතාව වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාව ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

$$L = p.r$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}.r$$

$$\boxed{\tau = F \times r} \quad ....(1)$$

$$L = I\omega$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{\Delta I\omega}{\Delta t}$$

$$\therefore \frac{\Delta L}{\Delta t} = I\frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

$$\tau = I\alpha \quad ....(2)$$

I කාලය සමඟ වෙනස් නොවන බැවින්, (2) සමීකරණය, නිව්ටන්ගේ දෙවැනි නියමය වන $F = ma$ සමඟ සැසඳිය හැකි ය. ව්‍යාවර්තයෙහි දිශාව, කෝණික ගම්‍යතාවෙහි දිශාව තීරණය කරන්නා වූ ආකාරයෙන් ම තීරණය කළ හැකි වේ.

කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය

බාහිර ව්‍යාවර්තයක් ක්‍රියා නොකරයි නම්, යම් භ්‍රමණ පද්ධතියක මුළු කෝණික ගම්‍යතාව නියතව පවතී.

එනම්,

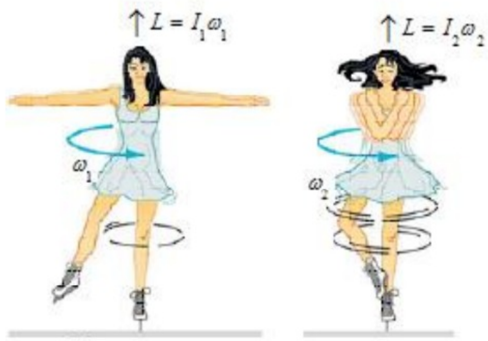
ආරම්භක කෝණික ගම්‍යතාව = අවසන් කෝණික ගම්‍යතාව

$$I\omega = I'\omega'$$

උත්තාරණ චලිතය සහ භ්‍රමණ චලිතය සැසඳීම

උත්තාරණ චලිතය	භ්‍රමණ චලිතය
$v=u+at$	$\omega=\omega+\alpha t$
$s=\left(\frac{y+v}{2}\right)t$	$\theta=\left(\frac{\omega_0+\omega}{2}\right)t$
$s=ut+\frac{1}{2}at^2$	$\theta=\omega_0 t+\frac{1}{2}\alpha t^2$
$v^2=u^2+2as$	$\omega^2=\omega_0^2+2\alpha\theta$

කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මයෙහි භාවිත



6.17 රූපය

1 . හිම මත රඟන ක්‍රීඩිකාවක් ඇයගේ දෑත් දෙපසට විහිදුවා භ්‍රමණය වෙමින් සිටින අතරතුර, එකවරම තම දෑත් හකුළුවා ගනී. එවිට ඇයගේ භ්‍රමණ වේගය වැඩි වනු දැකිය හැකි ය.

කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය අනුව

පෙර කෝණික ගම්‍යතාව = පසු කෝණික ගම්‍යතාව

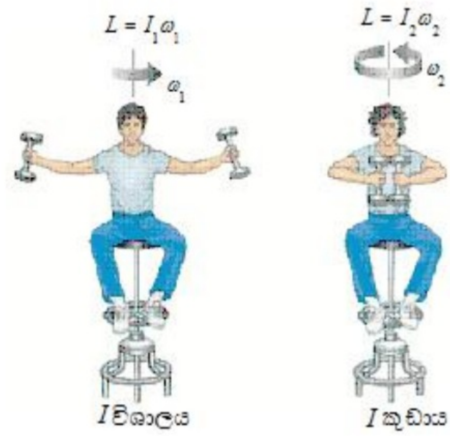
$$\boxed{I_1\omega_1 = I_2\omega_2}$$

$$I_2 > I_1 \Rightarrow \omega_2 < \omega_1$$

එනම් දෑත් හකුළුවා ගැනීමේ දී භ්‍රමණ වේගය වැඩි වේ.

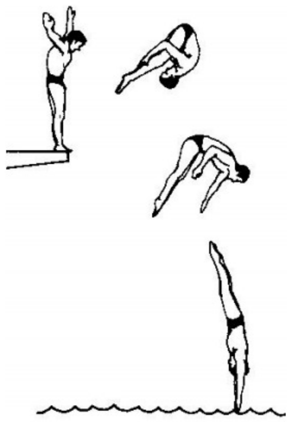
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

2. භ්‍රමණය කළ හැකි අසුනක සිටින අයෙක් දෑතේ භාර දෙකක් තබා ගෙන සිටී.



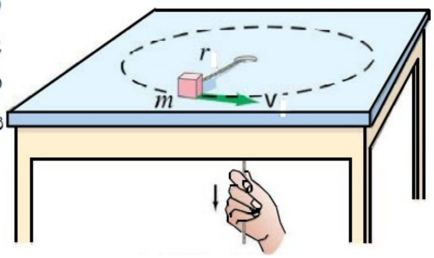
6.18 රූපය

දෑත් හකුළුවා භාර සිරුරට ආසන්නව තබා භ්‍රමණය කළ විට අසුන වේගයෙන් භ්‍රමණය වේ. දැන් ඔහු දෑත් විහිදුවා සිරුරෙන් ඈත් කළ විට, භ්‍රමණ වේගය අඩු වන බව දැකිය හැකි ය. නැවත ඔහු දෑත් හකුළුවා ගත හොත් නැවත භ්‍රමණ වේගය වැඩි වනු දැකිය හැකි ය. කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය අනුව, භ්‍රමණය වන පද්ධතියෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණයෙහි වෙනස්වීම් සමඟ එහි භ්‍රමණ වේගය වෙනස් වේ.



6.19 රූපය

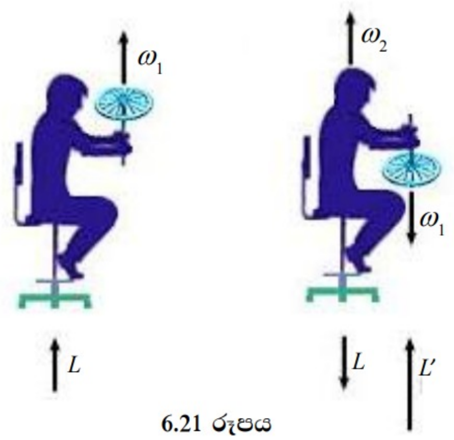
ක්‍රීඩකයා පිහිනුම් තටාකයේ කරණම් ලෑල්ලෙන් ඉවත් වන්නේ පාද මඟින් ලෑල්ල පහළට තෙරපා සිරස් ප්‍රවේගයක් ලබා ගනිමිනි. ඉන් පසු ඉහළ දී ඔහු ශරීරය හකුලුවා අවස්ථිති ඝූර්ණය අඩු කර ගැනීමෙන් භ්‍රමණ වේගය වැඩි කොට කරණම ගසයි. අනතුරුව ක්‍රීඩකයා පහළ ජලයට ආසන්න වන විට හැකි තාක් ශරීරය දිග හැර ඇදී අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි කොට භ්‍රමණ වේගය අඩු කර ගනිමින් ජලය මත පතිත වේ.



6.20 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4. මේසය මත තබා ඇති වස්තුව තන්තුවක කෙළවරට ගැට ගසා, තන්තුව මේසය මධ්‍යයේ සිදුර තුළින් යවා, වස්තුව මේසය මත වෘත්තාකාර පථයක කරකැවීමට සලස්වනු ලැබේ. ඒ සමඟ තන්තුව එහි නිදහස් කෙළවරින් පහළට අදිනු ලැබේ. එවිට r අඩු වීම සමඟ අවස්ථිති ඝූර්ණය I අඩු වන හෙයින් කෝණික ගම්‍යතාව $I\omega$ නියතව පවත්වා ගැනීම සඳහා වස්තුවෙහි කෝණික ප්‍රවේගය වැඩි වනු ඇත.



6.21 රූපය

5. කෝණික ගම්‍යතාව දෛශික රාශියක් වන හෙයින්, එහි විශාලත්වය වෙනස් නොකොට දිශාව පමණක් වෙනස් කළ ද එයට ලක් වන පද්ධතියට බලපෑම් සිදු කළ හැකි ය.

නිදසුනක් වශයෙන්, භ්‍රමණය කළ හැකි අසුනක වාඩි වී සිටින්නෙක් සයිකල් රෝදයක් අල්ලා ගෙන එය 6.19 (a) රූපයේ පරිදි කරකැවෙන්නට සලස්වයි. එවිට රෝදයේ කෝණික ගම්‍යතාවෙහි (L) දිශාව රූපයේ දක්වා ඇත. අනතුරුව ඔහු සයිකල් රෝදය කරකැවෙන අතරතුර එය යටිකුරු අතට හරවයි. 6.19 (b) රූපය එවිට අසුන සමඟ එහි වාඩි වී සිටින්නා, රෝදය කරකැවෙන අතට ප්‍රතිවිරුද්ධ වූ අතට භ්‍රමණය වන්නට පටන් ගනී.

මෙය සිදු වන්නේ කෙසේ ද?

කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය අනුව,

රෝදයේ මුල් කෝණික ගම්‍යතාව	+	අසුන සහ සිටින්නාගේ මුල් කෝණික ගම්‍යතාව	=	රෝදයේ පසු කෝණික ගම්‍යතාව	+	අසුන සහ එහි සිටින්නාගේ පසු ගම්‍යතාව
L	+	0	=	$-L$	+	L'

$$\therefore L' = 2L$$

පද්ධතියෙහි කෝණික ගම්‍යතාවෙහි විශාලත්වය වෙනස් නොවූව ද දිශාව වෙනස් වීමෙන් කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය අනුව අසුන සහ එය මත සිටින්නාට කලින් නොතිබුණු කෝණික ගම්‍යතාවක් ලැබී ඇත.

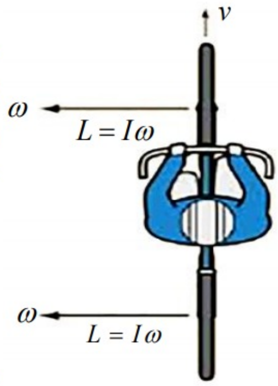
කෝණික ගම්‍යතාව නියතව පවත්වා ගැනීමට ඇති ප්‍රවණතාව යොදා ගැනෙන අවස්ථා

$$\tau \times \Delta t = \Delta L$$

ව්‍යාවර්තය × කාලය = කෝණික ගම්‍යතාවෙහි වෙනස් වීම

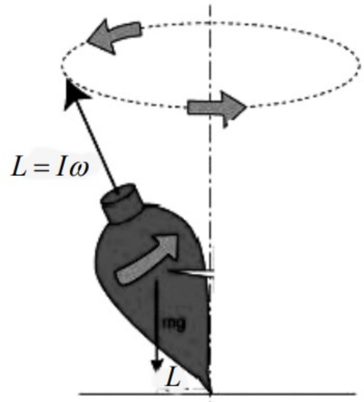
ඉහත සමීකරණය අනුව, කෝණික ගම්‍යතාවෙහි වෙනස් කිරීමක් සඳහා ව්‍යාවර්තයක් යෙදිය යුතු බව පෙනී යයි.

1. බයිසිකලයක් පදවනු ලබන විට එහි රෝදවල කෝණික ගම්‍යතාවන්හි දිශාව නියතව පවත්වා ගැනීම හේතුවෙන් බයිසිකලය පෙරළීමෙන් තොරව ගමන් කරයි. එය නතර වූ විගස කෝණික ගම්‍යතාවක් නොමැති වීම නිසා බයිසිකලය පෙරළෙයි.



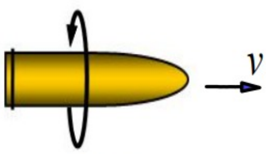
2. කැරකෙන බඹරය භ්‍රමණය වන තාක් නොපෙරළි පවතී. එහි භ්‍රමණය නතර වූ විට එය පෙරළී බිමට පතිත වේ.

6.22 රූපය



6.23 රූපය

3. තුවක්කුවෙන් පිට වන උණ්ඩය නිවැරදිව ඉලක්කය වෙත යොමු වන්නේ එය භ්‍රමණය වෙමින් ගන්නා විට පමණි. භ්‍රමණය නොමැති නම් උණ්ඩය ප්‍රක්ෂිප්තයක ආකාරයට ගමන් ගනී.



6.24 රූපය

4. භ්‍රමණය වීමට සලස්වා ගස මුදුනින් මුදා හරිනු ලබන තැඹිලි ගෙඩියෙහි කෝණික ගම්‍යතාව සිරස් දිශාවේ පවතී. එහෙයින් එම ගම්‍යතාවෙහි දිශාව නියතව තබා ගනිමින් තැඹිලි ගෙඩිය පෙරළීමකින් තොරව පොළොවෙහි වැටීමෙන් එය බිඳීයෑමට ඇති අවස්ථාව අවම වේ.

6.25 රූපය

5. රබන් කරකවන්නා ඒවා සියල්ල එක ම අතට කරකැවීමට සැලැස්වීමෙන් ඒවායේ කෝණික ගම්‍යතාව එක ම දිශාවකට (සිරස්ව ඉහළට) යොමු කෙරේ. එමගින් රබන් සියල්ල නොපෙරළී භ්‍රමණය වෙමින් පවතී. නමුත් භ්‍රමණය නොමැතිව මෙය සිදු කළ නො හැකි ය.

6.26 රූපය

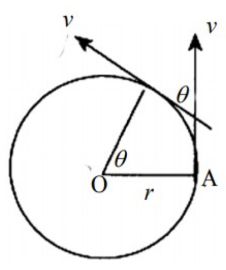
වෘත්තාකාර චලිතය

යම් වස්තුවක් එයින් බාහිර වූ ලක්ෂ්‍යයක් හෝ අක්ෂයක් කේන්ද්‍ර කොට ගත් වෘත්තාකාර පථයක ගමන් කරන්නේ නම් එය වෘත්තාකාර චලිතයක යෙදෙන්නේ යැයි කියනු ලැබේ.

උදා:

1. තන්තුවක කෙළවරක ගැටගැසූ ගලක් වෘත්තාකාර පථයක කරකැවීම.
2. පෘථිවිය, සූර්යයා වටා ආසන්න වශයෙන් වෘත්තාකාර වූ පථයක පරිභ්‍රමණය වීම.
3. යතුරුපැදියක් හෝ පාපැදියක් වෘත්තාකාර වංගුවක් ගැනීම.

වෘත්තාකාර චලිතය අධ්‍යයනය කිරීම සඳහා, තන්තුවක කෙළවර ගැට ගසා වෘත්තාකාර පථයක නියත වේගයෙන් කරකවනු ලබන වස්තුවක් සලකමු.

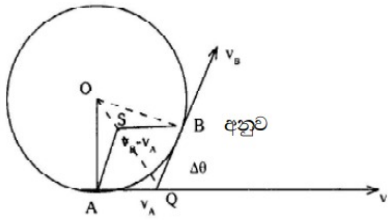


6.27 රූපය

වස්තුවෙහි වේගය නියත හෙයින්, එහි ප්‍රවේගයෙහි විශාලත්වය ද නියත වේ. කෙසේ වුව ද, වෘත්තාකාර පථයක් ඔස්සේ ප්‍රවේගයෙහි දිශාව නිරන්තරයෙන් වෙනස් වෙමින් පවතී.

ප්‍රවේගයෙහි විශාලත්වය සහ දිශාව යන දෙකින් කුමක් වෙනස් වුව ද එවිට එයින් අදහස් වන්නේ ප්‍රවේගය වෙනස් වන බවයි. ප්‍රවේගය වෙනස් වීම යනු ත්වරණයක් ඇති බවයි.

මේ අනුව වෘත්තයක චලනය වන වස්තුවක වේගය නියත වුව ද එම චලිතය ත්වරණයකින් යුතුව සිදු වන බව නිගමනය කළ හැකි ය. මෙම ත්වරණය වස්තුවෙහි ප්‍රවේගයේ විශාලත්වය නොව දිශාව වෙනස් කරන්නකි.



6.28 රූපය

කුඩා Δt කාල අන්තරයකින් වෙන් වූ A සහ B ලක්ෂ්‍ය දෙකක දී වස්තුවෙහි ප්‍රවේග v_A සහ v_B යයි සිතමු. එවිට එම ප්‍රවේගවල වෙනස නිරූපණය කරන $v_B - v_A = v_B + (-v_A)$ දෛශිකය වෘත්තයේ කේන්ද්‍රය හරහා යන බව පෙනී යයි. එනිසා වස්තුවෙහි ත්වරණය $a = \dfrac{v_B - v_A}{\Delta t}$ වෘත්තයේ කේන්ද්‍රය වෙත යොමු වන බව තහවුරු වේ. එහෙයින් වෘත්ත චලිතයෙහි යෙදෙන වස්තුවක ත්වරණය එම වෘත්තයේ කේන්ද්‍රය වෙතට යොමුව ක්‍රියා කරන අතර, එම ත්වරණය ඒ අනුව 'කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය' ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

අරය r වූ වෘත්තාකාර පථයක v වේගයෙන් ගමන් කරන වස්තුවක කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය,

$= \dfrac{v^2}{r}$ බව ඔප්පු කළ හැක ය.

කෝණික ප්‍රවේගය ω නම් $v = r\omega$ $\quad \therefore a = \dfrac{(r\omega)^2}{r} = r\omega^2$

කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණය $\boxed{a = \dfrac{v^2}{r} = r\omega^2}$ මගින් දෙනු ලැබේ.

වස්තුවක් ත්වරණයකින් ගමන් කරනුයේ බාහිර බලයක් මඟින් වන හෙයින් වෘත්ත චලිතයෙහි යෙදෙන වස්තුවක් ද එය සිදු කරනුයේ එහි කේන්ද්‍රාභිසාරී ත්වරණයේ දිශාවට යොමු වූ බලයක් මඟිනි. මෙම බලය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර

$$F = ma$$

$$\boxed{F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

6.1 වගුව - වෘත්ත චලිතයේ යෙදෙන වස්තු කිහිපයක කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය

වෘත්ත චලිතයෙහි යෙදෙන වස්තුව	කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය
1. තන්තුවක කෙළවර ගැටගැසූ ගල	තන්තුවේ ආතතිය
2. පෘථිවිය වටා භ්‍රමණය වන චන්ද්‍රිකාව	අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය
3. වෘත්තාකාර වංගුවක් ගන්නා යතුරු පැදිය	මාර්ගයේ ඝර්ෂණය

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලයේ යෙදීම්

1. **කේතු අවලම්බය**

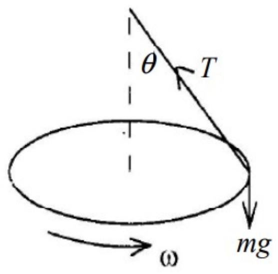
තන්තුවක් මගින් 'O' අචල ලක්ෂ්‍යයකින් එල්ලා, තිරස් තලයක වෘත්තාකාර චලිතයෙහි යෙදෙන වස්තුවක් සලකමු. මෙම චලිතය සඳහා අවශ්‍ය වන කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය $F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2$, තන්තුවේ ආතතියෙහි තිරස් සංරචකය $T\sin\theta$ මඟින් සැපයෙන අතර එහි සිරස් සංරචකය $T\cos\theta$ වස්තුවෙහි බර සංතුලනය කරයි.

එනම්,

$$T\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$$

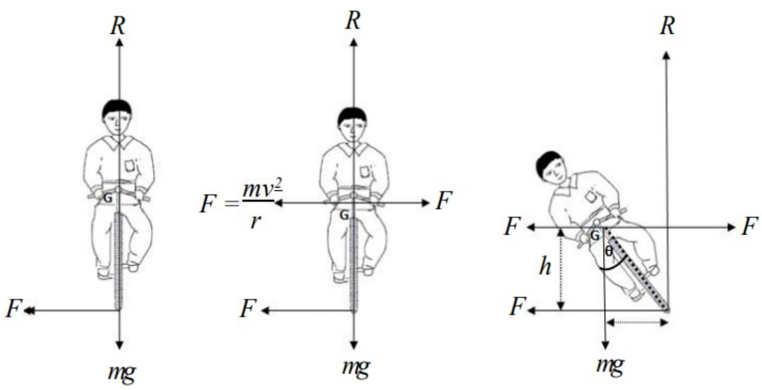
$$T\cos\theta = mg$$

$$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$



6.29 රූපය

2. **වෘත්තාකාර වංගුවක දී යතුරුපැදියක චලිතය**



6.30 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අරය r වූ වෘත්තාකාර වංගුවක v ප්‍රවේගයෙන් ගමන් ගන්නා යතුරුපැදියක (හෝ පාපැදියක) චලිතය සලකමු. මෙම චලිතය සඳහා අවශ්‍ය වන කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය $F = \frac{mv^2}{r}$ සැපයෙනුයේ මාර්ගයේ ඝර්ෂණයෙනි. එහි උපරිම අගය වන සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය $F' = \mu R$ වේ.

එනිසා, ලිස්සීමෙන් තොරව වෘත්තාකාර පථයේ ගමන් කිරීම සඳහා,

$$F \le F'$$
$$\frac{mv^2}{r} \le \mu R$$
$$\mu R = \mu mg \Rightarrow R = mg$$
$$\therefore v^2 \le \mu rg \Rightarrow v \le \sqrt{\mu rg}$$

එහෙත්, මෙම කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයිය යුත්තේ චලනය වන පද්ධතියේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය (G) වෙත ය. කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය ලෙස මාර්ගයෙන් රථයේ රෝද වෙත සැපයෙන ඝර්ෂණ බලය ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය G වෙත මාරු වීමේ දී, වංගුවෙන් පිටතට රථය පෙරළීමට තැත් කරන බල යුග්මයක් එය මත ක්‍රියාත්මක වේ. මෙම පෙරළීම වැළැක්වීම සඳහා රථය වංගුවෙහි ඇතුළත දෙසට ආනත වෙමින් ප්‍රතිපාදන බල යුග්මයක් රථයේ බර (mg) සහ අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව R මඟින් තනා ගනී.

එනිසා, පෙරළීමෙන් තොරව ගමන් කිරීම සඳහා

$$mg \times d = \frac{mv^2}{r} \times h$$
$$\frac{d}{h} = \frac{v^2}{rg}$$
$$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$

ඉහත ප්‍රකාශනය අනුව, රථය ආනත විය යුතු කෝණය එහි වේගය මත රඳා පවතී. වේගය වැඩි වන තරමට රථය ආනත වන කෝණය ද වැඩි කර ගත යුතු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳූ ගැටලු

1. සංගීත තැටියක් $33\frac{1}{3}$ rpm (මිනිත්තුවකට වට) වේගයෙන් භ්‍රමණය වේ. එය මත කාසිය තබා ඇත්තේ කාසිය තැටියේ ඉවතට විසි වී නොයන පරිදි ය. කාසියත් තැටියත් අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය $\frac{1}{3}$ නම්, තැටියේ කේන්ද්‍රයේ සිට කාසිය තැබිය හැකි උපරිම දුර කුමක් ද? ($\pi^2 = 10$ ලෙස සලකන්න)

කාසිය ලිස්සාගෙන නො යෑම සඳහා,

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය $\leq$ සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය විය යුතුය,

කාසියේ ස්කන්ධය m ලෙස ගෙන ඇත.

$$mr\omega^2 \leq \mu R$$
$$mr\left(\frac{100}{3\times 60}\times 2\pi\right)^2 \leq \frac{1}{3}mg$$
$$r\left(\frac{100^2\times 4\pi^2}{9\times 3600}\right) \leq \frac{1}{3}\times 10$$
$$r \leq 0.27 \text{ m}$$

කාසිය තැටියේ කේන්ද්‍රයේ සිට තැබිය හැකි උපරිම දුර $= 27$ cm

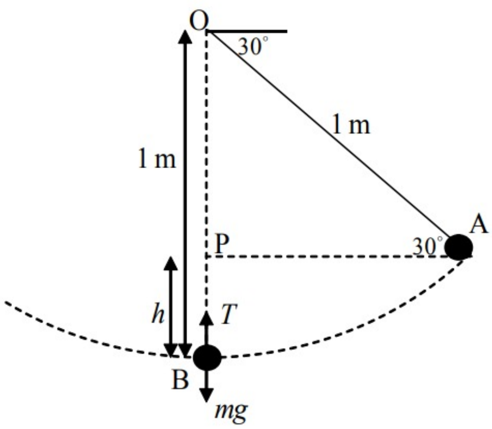
2. දිග 1 m වූ සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක කෙළවරක් අචල ලක්ෂ්‍යයක ගැටගසා අනෙක් කෙළවරින් ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් එල්ලා ඇත. තන්තුව තිරසට 30° ක් ආනත වන තෙක් වස්තුව පසෙකට ඇද නිශ්චලතාවෙන් මුදා හරිනු ලැබේ. වස්තුව එහි පථයේ පහළම ලක්ෂ්‍යය පසු කරන විට,

(i) එහි වේගය

(ii) එය මත කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය

(iii) තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න.

ඉහත (ii) හා (iii) සඳහා $m = 0.5$ kg ලෙස ගන්න.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳූ ගැටලු

1. සංගීත තැටියක් $33\frac{1}{3}$ rpm (මිනිත්තුවකට වට) වේගයෙන් භ්‍රමණය වේ. එය මත කාසිය තබා ඇත්තේ කාසිය තැටියේ ඉවතට විසි වී නොයන පරිදි ය. කාසියත් තැටියත් අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය $\frac{1}{3}$ නම්, තැටියේ කේන්ද්‍රයේ සිට කාසිය තැබිය හැකි උපරිම දුර කුමක් ද? ($\pi^2 = 10$ ලෙස සලකන්න)

කාසිය ලිස්සාගෙන නො යෑම සඳහා,

කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය $\leq$ සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය විය යුතුය.

$$mr\omega^2 \leq \mu R$$

$$mr\left(\frac{100}{3\times 60}\times 2\pi\right)^2 \leq \frac{1}{3}mg$$

$$r\left(\frac{100^2\times 4\pi^2}{9\times 3600}\right) \leq \frac{1}{3}\times 10$$

$$r \leq 0.27 \text{ m}$$

කාසිය තැටියේ කේන්ද්‍රයේ සිට තැබිය හැකි උපරිම දුර $= 27$ cm

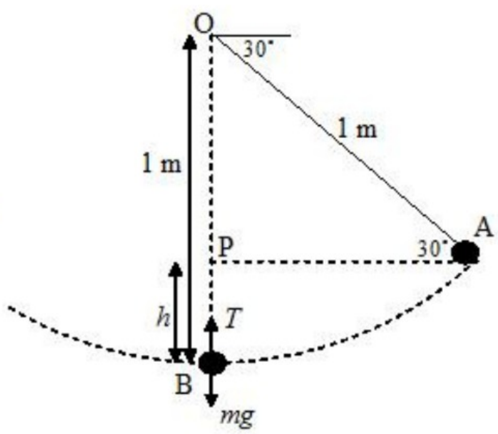
2. දිග 1 m වූ සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවක කෙළවරක් අචල ලක්ෂ්‍යයක ගැටගසා අනෙක් කෙළවරින් ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් එල්ලා ඇත. තන්තුව තිරසට 30° ක් ආනත වන තෙක් වස්තුව පසෙකට ඇද නිශ්චලතාවෙන් මුදා හරිනු ලැබේ. වස්තුව එහි පථයේ පහළම ලක්ෂ්‍යය පසු කරන විට,

(i) එහි වේගය

(ii) එය මත කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය

(iii) තන්තුවේ ආතතිය සොයන්න.

ඉහත (ii) හා (iii) සඳහා $m = 0.5$ kg ලෙස ගන්න.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳුම

$$OP = 1 \times \sin\ 30^0 = \frac{1}{2}$$

$$\therefore PB = OB - OP = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

(i) A සිට B දක්වා ශක්ති සංස්ථිති නියමය යෙදීමෙන්,

(B හරහා වූ තිරස් මට්ටමේ විභව ශක්තිය ශූන්‍ය බව සලකා ඇත.)

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times \frac{1}{2}}$$

$$= \sqrt{10} = 3.16\ \text{m s}^{-1}$$

(ii) කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය $F = \dfrac{mv^2}{r} = \dfrac{0.5 \times 10}{1} = 5\ \text{N}$

(iii) පහළම ලක්ෂ්‍යයේ දී තන්තුවට වස්තුවෙහි බර දරා සිටීමටත්, කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයීමටත් සිදු වේ.

ආතතිය T නම්,

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

$$T = 5 + 5 = 10\ \text{N}$$

සත්වන පරිච්ඡේදය

ද්‍රවස්ථිති විද්‍යාව
Hydrostatics

පදාර්ථය මූලික වශයෙන් අවස්ථා තුනක් යටතේ පවතින බවත්, ඒවා ඝන, ද්‍රව සහ වායු ලෙස හැඳින්වෙන බවත් අපි දනිමු. ඝනයකට නිශ්චිත හැඩයක් ඇතත් ද්‍රව සහ වායු නිශ්චිත හැඩයක් නොගන්නා බැවින් ඒවායේ හැසිරීම ඝනයකට වඩා වෙනස් වේ. මේ නිසා ම ද්‍රව සහ වායු අධ්‍යයනය තාක්ෂණික හා විද්‍යාත්මක වශයෙන් වඩාත් වැදගත් වේ.

තරල පිළිබඳව අධ්‍යයනය කෙරෙන මෙම ක්ෂේත්‍රය තරල යන්ත්‍ර විද්‍යාව ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි දී නිසලව පවතින තරල හා චලිත වන තරල එකිනෙකට වෙනස් ගුණ පෙන්වයි. එබැවින් මෙම ක්ෂේත්‍රය මාතෘකා දෙකක් ඔස්සේ විස්තර කළ හැකි ය.

1. ද්‍රවස්ථිති විද්‍යාව
2. තරල ගති විද්‍යාව

තරල වෙන්කර හඳුනා ගැනීමේ දී වැදගත් වන භෞතික රාශි කිහිපයකි. ඝනත්වය ඉන් වැදගත් තැනක් ගනී.

ඝනත්වය (Density)

ද්‍රව්‍යයක පරිමාව අනුව එහි ස්කන්ධය වෙනස් වේ. ඒකක පරිමාවක් සතු ස්කන්ධය ඝනත්වය ලෙස හැඳින්වේ.

$$\boxed{\text{ඝනත්වය} = \frac{\text{ස්කන්ධය}}{\text{පරිමාව}}}$$

ඝනත්වය දැක්වීමට ρ, d වැනි සංකේත භාවිත කරනු ලැබේ. ස්කන්ධය m මගින් ද පරිමාව V මගින් ද සංකේතවත් කිරීමට අප පුරුදුව ඇති බැවින් ඝනත්වය සඳහා $\rho = \frac{m}{V}$ සමීකරණය ලිවිය හැකියි. ඝනත්වය මැනෙන සම්මත ඒකකය $\mathrm{kg\,m^{-3}}$ වේ. ඇතැම් විට ඝනත්වය මැනීමට $\mathrm{g\,cm^{-3}}$ ඒකකය ද ප්‍රායෝගිකව භාවිත කරයි.

$$1\ \mathrm{g\,cm^{-3}} = 1000\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$$

තරලයක ඝනත්වය උෂ්ණත්වය සහ පීඩනය අනුව වෙනස් වේ. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට ඝනත්වය අඩු වීම සාමාන්‍යයෙන් සිදු වේ. එසේ නොවන අවස්ථා ද ඇත. අපට ප්‍රයෝජනවත් වන තරල කිහිපයක 1 atm ක පීඩනයේ දී හා $4\ ^\circ\mathrm{C}$ උෂ්ණත්වයේ දී ඝනත්ව පහත වගුවේ දැක්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ද්‍රවය	ඝනත්වය($kg\,m^{-3}$)
රසදිය	13.6×10^3
ග්ලිසරින්	1.23×10^3
කිරි	1.03×10^3
මුහුදු ජලය	1.03×10^3
ජලය	1.0×10^3
පොල්තෙල්	0.8×10^3
මද්‍යසාර	0.8×10^3

වායුව	ඝනත්වය($kg\,m^{-3}$)
ඔක්සිජන්	1.43
වාතය	1.29
නයිට්‍රජන්	1.25
හීලියම්	0.17
හයිඩ්‍රජන්	0.09

ඇතැම් තරලවල පීඩනය වැඩි වන විට ඝනත්වය වැඩි වේ. තරලය සම්පීඩ්‍ය නම් මෙසේ සිදු වේ. අපගේ අධ්‍යයන ක්ෂේත්‍රය තුළ හදාරනු ලබන්නේ අසම්පීඩ්‍ය තරල පිළිබඳවයි.

අසම්පීඩ්‍ය තරල

පීඩනයක් යෙදීම නිසා පරිමාවේ සැලකිය යුතු වෙනසක් සිදු නොවන තරල අසම්පීඩ්‍ය තරල ලෙස හැඳින්වේ.

අප භාවිතයට ගන්නා සාමාන්‍ය ද්‍රවවලට පීඩනයක් යෙදීම නිසා ඒවායේ පරිමාවේ සැලකිය යුතු වෙනසක් සිදු නොවන බැවින් ඒවා අසම්පීඩ්‍ය තරල වේ.

සමජාතීය තරල

ඝනත්වය සෑම තැන ම එක ම අගය ගන්නා තරල සමජාතීය තරල ලෙස හැඳින්වේ.

නිසල වායුවක පීඩනය වැඩි කළ විට පරිමාව සැලකිය යුතු ලෙස වෙනස් වේ. මේ නිසා වායු සම්පීඩ්‍ය තරල ලෙස හැඳින්වේ. අසම්පීඩ්‍ය තරල වනුයේ ද්‍රව පමණක් බැවින් නිසල ද්‍රව පිළිබඳ අධ්‍යයනය ද්‍රවස්ථිති විද්‍යාව ලෙස නම් කර ඇත.

සාපේක්ෂ ඝනත්වය

ජලයට සාපේක්ෂව යම් ද්‍රවයක ඝනත්වය එම ද්‍රවයේ සාපේක්ෂ ඝනත්වය නම් වේ.

$$\text{සාපේක්ෂ ඝනත්වය} = \frac{\text{ද්‍රවයේ ඝනත්වය}}{\text{ජලයේ ඝනත්වය}}$$

ද්‍රවයේ ඝනත්වය ρ මඟින් ද ජලයේ ඝනත්වය ρ_w මඟින් ද දැක්වූ විට

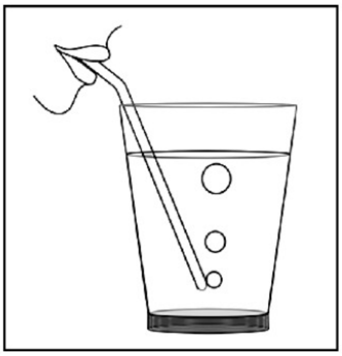
$$\text{සාපේක්ෂ ඝනත්වය} = \frac{\rho}{\rho_w}$$

සාපේක්ෂ ඝනත්වය ලෙස හැඳින්වෙන්නේ සමාන රාශී දෙකක අනුපාතයක් බැවින් එයට ඒකක නොමැත. යම් ද්‍රවයක සාපේක්ෂ ඝනත්වය දුන් විට එය ජලයේ ඝනත්වයෙන් ගුණ කිරීමෙන් එහි ඝනත්වය ලැබේ.

යම් ද්‍රවයක හා ජලයේ සමාන පරිමාවල ඒකක අතර අනුපාතය ලෙස ද සාපේක්ෂ ඝනත්වය දැක්විය හැකි ය.

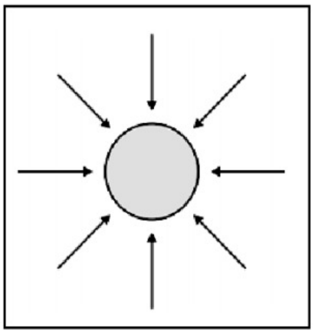
$$\text{සාපේක්ෂ ඝනත්වය} = \frac{\text{ද්‍රවයේ යම් පරිමාවක ස්කන්ධය}}{\text{සමාන ජල පරිමාවක ස්කන්ධය}}$$

ද්‍රවස්ථිති පීඩනය



7.1 රූපය

ගැඹුරු ජල භාජනයක පතුලෙන් නිදහස් කළ වායු බුබුළක් නිරීක්ෂණය කළ විට එය ඉහළට ගමන් කිරීමත් සමගම බුබුළ විශාල වනු දැකිය හැකියි. 7.1 රූපයෙන් දක්වා ඇත්තේ එයයි. පතුලේ දී වායු බුබුළ කුඩා වීමට හේතුව එයට ඉහළින් දරා සිටින ජල කඳ මගින් වායු බුබුළ මත පීඩනයක් ඇති කිරීමයි.



7.2 රූපය

7.2 රූපයේ බුබුළ මත බල ක්‍රියා කරන ආකාරය දැක්වේ. බුබුළ ඉහළට යත් ම දරා සිටින ජල කඳෙහි උස අඩු වන නිසා පීඩනය අඩුවේ. එනිසා බුබුළ විශාල වේ.

පීඩනය අර්ථ දක්වනු ලබන්නේ ඒකක වර්ගඵලයක් මත එයට අභිලම්බව ක්‍රියා කරන මධ්‍යන්‍ය බලය ලෙසයි. මේ අනුව A වර්ගඵලයක් මත එයට අභිලම්බව F බලයක් ක්‍රියා කරයි නම් එහි පීඩනය $p = \frac{F}{A}$ මගින් ලැබේ.

පීඩනයේ SI ඒකකය $\mathrm{N\,m^{-2}}$ වේ. මෙම ඒකකයට පැස්කල් (Pa) යන විශේෂ නම ද යෙදේ.

$$1\ \mathrm{Pa} = 1\ \mathrm{N\,m^{-2}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පීඩනයට නිශ්චිත දිශාවක් නොමැත. ඒ නිසා පීඩනය අදිශ රාශියකි. පීඩනය මැනීමට තවත් ඒකක කිහිපයක් භාවිත කරනු ලැබේ. වායුගෝල (atm), රසදිය මිලිමීටර (mm Hg), බාර් (bar), ටෝර් (torr) රසදිය මිලිමීටර 1ක පීඩනයක් ලෙස හැඳින්වෙන්නේ 1 mm උස රසදිය කඳක් මඟින් ඇති කරන පීඩනයයි. එම එක් එක් අගයේ පැස්කල් මඟින් පහත දක්වේ.

$$1 \ \text{atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \ \text{bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \ \text{torr} = 1 \text{ mm Hg} = 133.3 \text{ Pa}$$

ද්‍රවස්ථිති පීඩනය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ගොඩනැඟීම සඳහා ඝනත්වය ρ වූ ද්‍රවයක පෘෂ්ඨයේ සිට h ගැඹුරකින් පිහිටි වර්ගඵලය A වන තිරස් ද්‍රව පෘෂ්ඨයක් සලකමු.

සලකා ඇති තිරස් පෘෂ්ඨයට ඉහළින් ඇති ද්‍රව පරිමාව Ah වන බැවින්

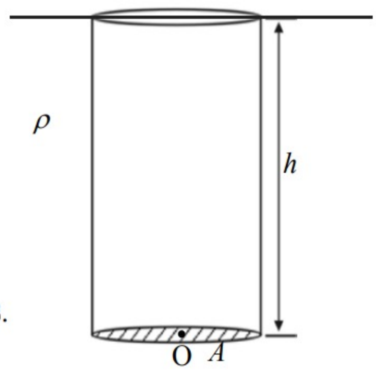
ද්‍රව කඳේ බර $= Ah\rho g$

පීඩනය යනු ඒකක වර්ගඵලයකට ලම්බකව ක්‍රියා කරන බලය බැවින්,

$$p = \frac{Ah\rho g}{A}$$

$$\therefore \ p = h\rho g$$

O ලක්ෂ්‍යයේ ද්‍රවස්ථිති පීඩනය දක්වෙන ප්‍රකාශනය මෙයයි.



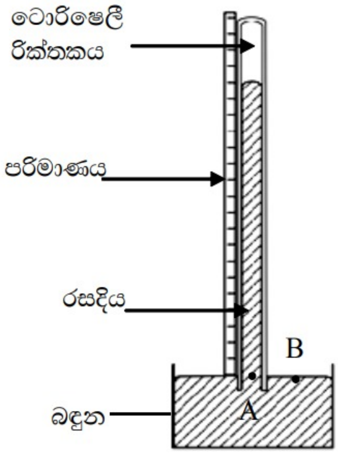
7.3 රූපය

නමුත් ද්‍රව කඳ මඟින් ඇති කරන ද්‍රවස්ථිති පීඩනයට අමතර ව ද්‍රව පෘෂ්ඨයට ඉහළින් ඇති වාතය නිසා ද පීඩනයක් ඇති කරයි. වායුගෝලීය වාතය මගින් ඇති කරන මෙම පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනය ලෙස හැඳින්වෙයි.

වායුගෝලීය පීඩනය (Atmospheric pressure)

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට විශාල උසකට වායුගෝලය පැතිරේ. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට ඉහළට යත් ම වාතයේ ඝනත්වය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. පරිසරයේ ඇති ඕනෑ ම වස්තුවක් මත ඊට ඉහළින් ඇති වාත කඳේ බර නිසා පීඩනයක් ඇති වේ. මෙම පීඩනය වායුගෝලය පීඩනයයි. මුහුදු මට්ටමේ සිට ඉහළට යත් ම වායුගෝලීය පීඩනය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. මුහුදු මට්ටමේ සිට 5600 m පමණ උසක දී වායුගෝලීය පීඩනය මුහුදු මට්ටමේ දී පවතින පීඩනයෙන් අඩක් පමණ වේ.

වායුගෝලීය පීඩනය මැනීම



7.4 රූපය

වායුගෝලීය පීඩනය මැනීමට ඉතාලි ජාතික ටොරිෂෙලී නමැති විද්‍යාඥයා විසින් සකස් කළ ඇටවුම 7.4 රූපයේ දක්වේ. එය රසදිය බැරෝමීටරය ලෙස හැඳින්වෙයි.

කෙළවරක් සංවෘත කළ 1m පමණ දිගැති නළයක් රසදියෙන් පුරවා එය රසදිය බඳුනක් තුළ යටිකුරු කර සිරස්ව තැබූ පසු ඉහළ නැග ඇති රසදිය කඳේ උස මගින් වායුගෝලීය පීඩනය මැනිය හැකි බව ඔහු විසින් අනාවරණය කරන ලදි. එය රසදිය මට්ටමට ඉහළින් ඇති රසදිය කඳේ බර මඟින් ඇති වේ. ඒ අනුව,

$$p_A = h\rho g$$

A ට සම මට්ටමේ වූ B ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය ද මීට සමාන වේ. එය වායුගෝලීය පීඩනය නිසා ඇති වේ. එබැවින් වායුගෝලීය පීඩනය ද $h\rho g$ මගින් දක්වේ. ρ යනු රසදියේ ඝනත්වය වන අතර, h යනු රසදිය කඳේ උස ද g යනු ගුරුත්වජ ත්වරණය ද වේ.

මුහුදු මට්ටමේ දී රසදිය බැරෝමීටරයේ රසදිය කඳෙහි උස 760 mm බව ටොරිෂෙලී විසින් අනාවරණය කර ගෙන ඇත. 1 atm ක් ලෙස නම් කර ඇත්තේ මෙම පීඩනයයි.

$$p = h\rho g \text{ ට අනුව}$$

$$p = 760 \times 10^{-3} \times 13600 \times 10$$

$$p = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} \text{ වේ.}$$

ගණනය කිරීමේ පහසුව සලකා මෙම අගය 1 x 105 Pa ලෙස භාවිත කෙරේ. වායුගෝලීය පීඩනය රසදිය මිලිමීටර 760 ලෙස ද බොහෝ අවස්ථාවල දී භාවිත කරයි.

බැරෝමීටර් ද්‍රවය ලෙස රසදිය ගෙන ඇත්තේ රසදිය ඝනත්වය වැඩි ම ද්‍රවයක් වන නිසයි. බැරෝමීටර් ද්‍රවය ලෙස ජලය භාවිත කළේ නම් 1 atm ක් සඳහා වන මෙම උස 10 m තරම් වේ. වාහන ටයර තුළ පීඩනය මැනීමට 'වර්ග අඟලට රාත්තල් (PSI)' සහ 'වර්ග සෙන්ටිමීටරයට කිලෝග්රෑම් ($kg\ cm^{-2}$)' යන ඒකක ද භාවිත වන බව ඉන්ධන පිරවුම්හල් සහ වාහන සේවා ස්ථානවල සවි කර ඇති මාපක ඇසුරෙන් දැන ගත හැකිය.

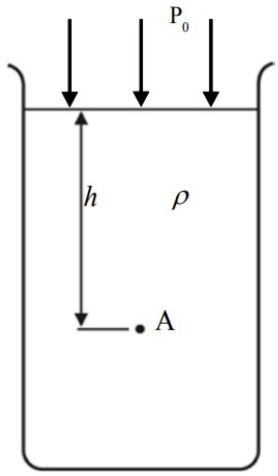
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

වායුගෝලයට නිරාවරණ වූ ද්‍රවයක් තුළ පීඩනය

වායුගෝලයට නිරාවරණය වූ ද්‍රවයක ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ සිට h ගැඹුරින් වූ A ලක්ෂ්‍යයක් සලකමු. A ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය p නම්,

$$p = p_0 + h\rho g$$

p_0 යනු වායුගෝලීය පීඩනය ද ρ යනු ද්‍රවයේ ඝනත්වය ද වේ.

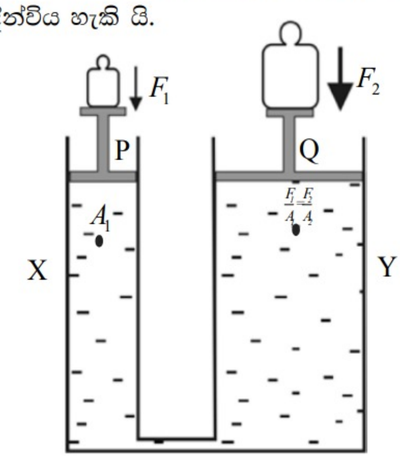


7.5 රූපය

පීඩන සම්ප්‍රේෂණය පිළිබඳ පැස්කල් මූලධර්මය

සංවෘත භාජනයක ඇති අසම්පීඩ්‍ය තරලයක් මත පීඩනයක් ඇති කර පීඩනය පැතිරෙන ආකාරය පිළිබඳ පරීක්ෂා කරන ලද්දේ පැස්කල් නමැති විද්‍යාඥයා විසිනි. ඔහු විසින් ඉදිරිපත් කරන ලද මූලධර්මය පැස්කල් මූලධර්මය ලෙස හැඳින්වෙයි.

සංවෘත භාජනයක ඇති අසම්පීඩ්‍ය නිසල තරලයක යම් ලක්ෂ්‍යයක දී ඇති කරනු ලබන පීඩනය තරලයේ සෑම කොටසකට ම ද තරලය අඩංගු බඳුන් බිත්ති මත ද එක සමානව සම්ප්‍රේෂණය වන බව පැස්කල් මූලධර්මයේ මඟින් ප්‍රකාශ වේ.මෙම මූලධර්මය තාක්ෂණික වශයෙන් ඉතා වැදගත් වේ. මෙහි සරල භාවිතයක් ලෙස ද්‍රාව පීඩකය හැඳින්විය හැකි යි.



7.6 රූපය

ද්‍රාව පීඩකයක සරල ඇටවුමක් 7.6 රූපයේ දැක්වේ. මෙහි ඇටවුමේ සිරස්ව ඇති පටු හරස්කඩක් සහිත X නම් සිලින්ඩරාකාර නළයකින් ද විශාල හරස්කඩක් සහිත Y නම් සිලින්ඩරාකාර නළයකින් ද සමන්විත වෙයි. මෙම නළ දෙක තිරස් නළයකින් එකිනෙක සම්බන්ධ කර නළවල තෙල් වැනි ද්‍රවයක් පුරවා සිරස් නළ දෙකෙහි චලනය විය හැකි වන සේ තබා ඇති පිස්ටන මත භාර යෙදිය හැකි ය. මෙහි කුඩා පිස්ටනය මත යම් භාරයක් තැබීමෙන් විශාල පිස්ටනය මඟින් ඊට වඩා වැඩි

භාරයක් ඔසවා තැබිය හැකි වේ. බල අතර සම්බන්ධතාව පහත දැක්වෙන පරිදි ලබා ගත හැකි ය. කුඩා පිස්ටනයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A_1 ද පිස්ටනය මත යෙදෙන බලය F_1 නම් P ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය $= \frac{F_1}{A_1}$

මෙලෙස ම විශාල පිස්ටනයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A_2 ද එමගින් ලබා ගත් බලය F_2 ද නම්, Q ලක්ෂ්‍යයේ ඇති වන පීඩනය $= \frac{F_2}{A_2}$

පීඩන සම්ප්‍රේෂණ මූලධර්මයට අනුව P හා Q ලක්ෂ්‍යයන්හි පීඩන සමාන නිසා

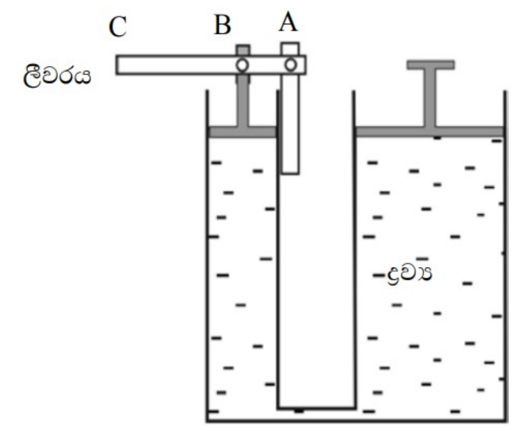
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 A_2}{A_1}$$

පිස්ටන හරස්කඩ අතර අනුපාතය $\frac{A_2}{A_1}$ කර ගැනීමෙන්, යොදන බල අතර අනුපාතය $\frac{F_2}{F_1}$ ද වැඩි වන බව සමීකරණයෙන් පෙනේ.

කුඩා බලයක් යොදා විශාල භාරයක් එසවිය හැකි මෙවැනි භාවිත රැසක් ඇත.

- ද්‍රාව ජැක්කුව
- ද්‍රාව රෝධක (ද්‍රාව තිරිංග පද්ධති)
- සේවාස්ථානවල ඇති වාහන ඔසවන (ආරෝහක)
- දන්ත සායනවල දී භාවිත කරන රෝගීන්ගේ ආසනය
- බැකෝ යන්ත්‍ර වැනි බර වාහන



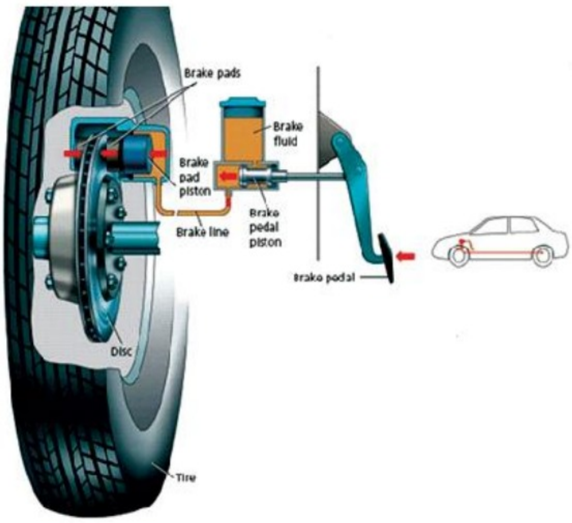
7.7 රූපය(a)

7.7 රූපය (b)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

රෝද මාරු කිරීම වැනි අවශ්‍යතා සඳහා වාහනය ඔසවා තබා ගැනීමට ද්‍රාව ජැක්කුව භාවිත කරනු ලැබේ. 7.7 රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි එහි කුඩා පිස්ටනයට සවි කර ඇති ලීවරය ක්‍රියාත්මක කිරීමෙන් කුඩා පිස්ටනය මත බලයක් යොදා විශාල පිස්ටනය මඟින් වාහනය එසවිය හැකි වේ. ලීවර දණ්ඩේ AC හා AB අතර දිග අනුපාතය වැඩි කර ගැනීමෙන් වාහනය එසවීමට යෙදිය යුතු බලය තවත් අඩු කර ගත හැකියි.

ද්‍රාව රෝධක (ද්‍රාව තිරිංග) පද්ධති



7.8 රූපය

රූපයේ දැක්වෙන්නේ මෝටර් රථවල භාවිත වන ද්‍රාව තිරිංග පද්ධතියකි. මෙහි ප්‍රධාන සිලින්ඩරය මත බලයක් යෙදීමට හැකි වන සේ තිරිංග පාදකය සහිත ලීවර ඇටවුම යොදා ඇත. ප්‍රධාන සිලින්ඩරයේ ඇති ද්‍රවය මත ඇති කරනු ලබන පීඩනය රෝද අසල ඇති විශාල හරස්කඩ සහිත පිස්ටනවලට සම්ප්‍රේෂණය වීමෙන් විශාල පිස්ටන මඟින් සැලකිය යුතු බලයක් ක්‍රියාත්මක වී රෝද භ්‍රමණය නවතාලීමට හැකි වේ.

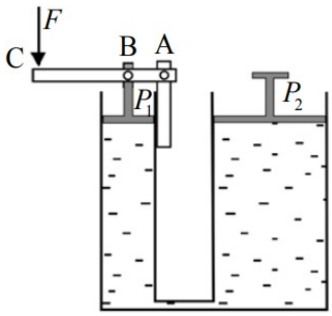
බර වාහනවල විවිධ කොටස් ක්‍රියා කරවීම

7.9 රූපය

බැකෝ යන්ත්‍රයක රූප සටහනක් මෙහි දැක්වේ. එහි විවිධ කොටස් ක්‍රියා කරවීමට අවශ්‍ය බලය සැපයීමට ප්‍රමාණවත් වන සේ යොදා ඇති විවිධ පිස්ටනවල හරස්කඩ වෙනස් වේ. සම්පීඩනයක් මගින් ප්‍රධාන පිස්ටනය මත බලයක් යෙදීමෙන් ඇති කරන පීඩනය අනෙක් පිස්ටන වෙත සම්ප්‍රේෂණය වීමෙන් අවශ්‍ය බලය සපයා ගත හැකියි.

විසඳු ගැටලු:

පහත ඇති රූපයේ දැක්වෙන්නේ ද්‍රාව ජැක්කුවක සරල ඇටවුමකි. එහි P_1 හා P_2 පිස්ටනවල හරස්කඩ අරයයන් පිළිවෙලින් 4 cm හා 20 cm වේ. මෝටර් රථයක රෝදයක් මාරු කිරීමට රථය ඔසවා තැබීම සඳහා විශාල පිස්ටනය මගින් 6400 N බලයක් සැපයිය යුතුව ඇත. ලීවර දණ්ඩ A හි දී විවර්තනය කර ඇත.



(i) කුඩා පිස්ටනය මත යෙදිය යුතු බලය ගණනය කරන්න.

(ii) ලීවර දණ්ඩේ $AB = 4$ cm සහ $BC = 16$ cm නම් ඉහත (i) හි ගණනය කළ බලය සැපයීමට C හිදී යෙදිය යුතු F බලයේ අගය සොයන්න.

(iii) F බලය තවත් අඩු කර ගත හැකි වන සේ ඉහත උපකරණයේ කළ යුතු වෙනස කුමක් ද?

විසඳුම

(i) $$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

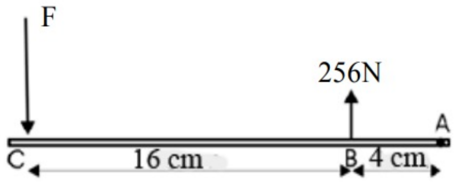
$$F_1 = \frac{F_2 A_1}{A_2}$$

$$\therefore F = \frac{6400 \times \pi (4 \times 10^{-2})^2}{\pi \times (20 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 256 \text{ N}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(ii)



A ↺ BA x 256 = F x AC

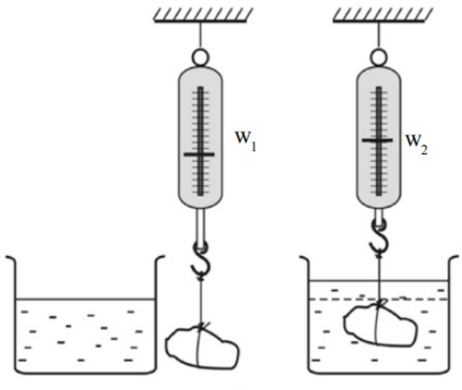
$$4 \times 10^{-2} \times 256 = F \times 20 \times 10^{-2}$$

$$F = 51.2 \text{ N}$$

(iii) F හි අගය අඩු කර ගැනීමට නම් BC දිග වැඩි විය යුතුයි. එනම් ලීවර දණ්ඩේ දිග තවත් වැඩි විය යුතුයි.

උඩුකුරු තෙරපුම

ප්ලාස්ටික් බෝලයක් ජලයට දැමූ විට එය ඉපිලී පවතී. අතින් තෙරපා එය ජලය තුළ ගිල්වන විට අත මත ඉහළට බලයක් යෙදෙන බව දැනේ. අත නිදහස් කළ සැණින් බෝලය ඉහළට පැමිණේ. මෙය සිදු වන්නේ බෝලය මත ඉහළට ඇති වන බලයක් නිසයි. මෙම බලය උඩුකුරු තෙරපුම හෙවත් උත්ප්ලාවකතා බලය ලෙස හැඳින්වේ. උඩුකුරු තෙරපුම පහත දැක්වෙන ක්‍රියාකාරකම මගින් පැහැදිලි කළ හැකි යි.



7.10 රූපය

ගල් කැටයක් නිව්ටන් දුනු තරාදියක එල්ලා ඇති විට පාඨාංකය w_1 ද ගල්කැටය සම්පූර්ණයෙන්ම ජලයේ ගිල්වූ විට දුනු තරාදියේ පාඨාංකය w_2 ද නම්,

ගල් කැටයේ දෘශ්‍ය බරෙහි අඩු වීම $= w_1 - w_2$

උඩුකුරු තෙරපුම නිසා දෘශ්‍ය බරෙහි අඩු වීම ඇති වන බැවින්

$$\text{උඩුකුරු තෙරපුම} = w_1 - w_2$$

$$U = w_1 - w_2 \text{ වේ.}$$

වස්තුවක් ද්‍රවයක ගිලී පවතින විට වස්තුව මඟින් ද්‍රව පරිමාවක් විස්ථාපනය වේ. විස්ථාපනය වන ද්‍රව පරිමාව හා උඩුකුරු තෙරපුම අතර සම්බන්ධතාවක් සොයා ගැනීමට ග්‍රීක ජාතික තරුණ විද්‍යාඥයකු වූ ආකිමිඩීස් (ක්‍රි. පූ. 287 - 212) සමත් විය. ඔහු විසින් ඉදිරිපත් කරන ලද මූලධර්මය ආකිමිඩීස්ගේ මූලධර්මය ලෙස හැඳින්වෙයි.

ආකිමිඩීස්ගේ මූලධර්මය

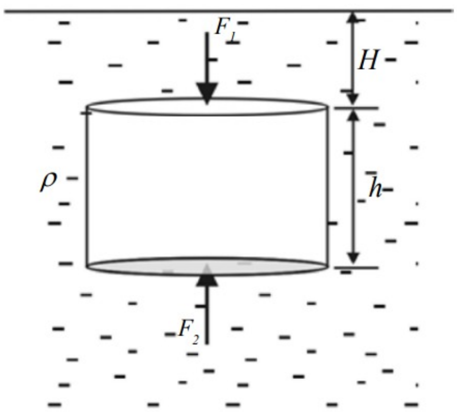
යම් වස්තුවක් පූර්ණ වශයෙන් හෝ එහි කොටසක් හෝ නිසල තරලයකගිලී පවතින විට තරලය මඟින් වස්තුව මත ඇති කරන්නා වූ උඩුකුරු තෙරපුම වස්තුව මඟින් විස්ථාපිත තරල පරිමාවේ බරට සමාන වන බව ආකිමිඩීස් මූලධර්මයෙන් කියැවේ.

යම් වස්තුවක V පරිමාවක් ඝනත්වය ρ වූ තරලයක ගිලී පැවතුණ හොත් ආකිමිඩීස්ගේ මූලධර්මයට අනුව උඩුකුරු තෙරපුම $U = V\rho g$ වේ. මේ නිසා ආකිමිඩීස් මූලධර්මය පහත සමීකරණය මඟින් දැක්විය හැකිය.

$$\boxed{U = V\rho g}$$

ආකිමිඩීස් මූලධර්මය සෛද්ධාන්තිකව සත්‍යාපනය කිරීමට ඝනත්වය ρ වන ද්‍රවයක අක්ෂය සිරස් වන සේ ගිල්වා ඇති h උස සිලින්ඩරාකාර ඝන වස්තුවක් සලකමු.

සිලින්ඩරයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A ද සිලින්ඩරයේ උස h ද ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ සිට සිලින්ඩරයේ ඉහළ මුහුණතට උස H ද නම්, සිලින්ඩරයේ ඉහළ මුහුණත වෙත ද්‍රවය මඟින් ඇති කරන පීඩනය $H\rho g$ වේ.



7.11 රූපය

ඒ නිසා $F_1 = AH\rho g$ වේ.

පහළ මුහුණත මත පීඩනය $(H + h)\rho g$ බැවින්

$$F_2 = A(H + h)\rho g \text{ වේ.}$$

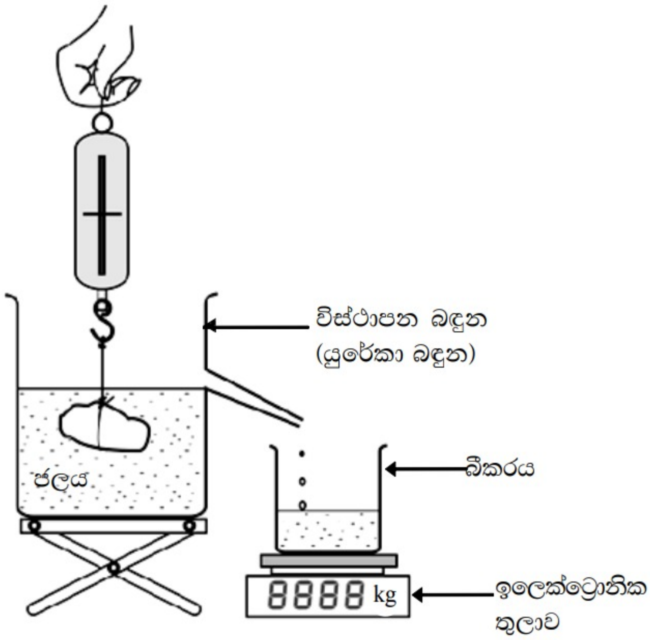
$$\begin{aligned} \text{උඩුකුරු තෙරපුම} &= F_2 - F_1 \\ &= A(H + h)\rho g - AH\rho g \\ &= Ah\rho g \\ &= V\rho g \end{aligned}$$

$$U = V\rho g$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මෙහි V යනු සිලින්ඩරයේ පරිමාවයි. විස්ථාපිත ද්‍රව පරිමාව ද එය ම බැවින් ආකිමිඩීස්ගේ මූලධර්මයේ සත්‍යතාව සෛද්ධාන්තිකව තහවුරු වේ.

ආකිමිඩීස්ගේ මූලධර්මයේ සත්‍යතාව ප්‍රායෝගිකව පරීක්ෂා කිරීමට යොදා ගත හැකි සරල ඇටවුමක් රූපයේ දැක්වේ.

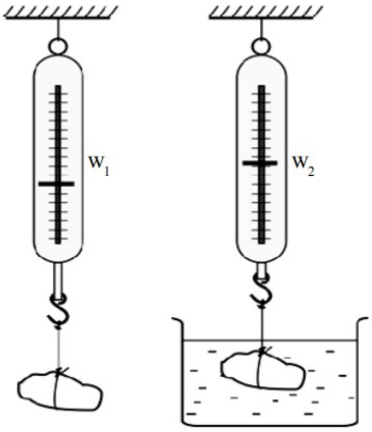


7.12 රූපය

ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවක් මත බීකරයක් තබා පාඨාංකය 0ට ගෙන ජලය පිරවූ විස්ථාපන බඳුනක පිටාර නළය බීකරයට යොමු කරන්න. සංවේදී දුනු තරාදියක ගල්කැටයක් එල්ලා පාඨාංකය w_1 සටහන් කර විස්ථාපන බඳුන තුළට ගල්කැටය ඇතුළු කරන්න. ගල්කැටය සම්පූර්ණයෙන් ජලයේ ගිලුණු පසු පාඨාංකය w_2 සටහන් කර ගන්න.

දුනු තරාදියේ පාඨාංක වෙනස $(w_1 - w_2)$ අගය සොයා එය ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවේ දැක්වෙන පාඨාංකය හා සමාන වීමෙන් ආකිමිඩීස් මූලධර්මය සත්‍ය බව සනාථ වේ.

ආකිමිඩීස්ගේ මූලධර්මය භාවිතයෙන් වස්තුවක මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය සෙවීම



7.13 රූපය

ඝන වස්තුවක මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය සෙවීමට ආකිමිඩීස් මූලධර්මය භාවිත කළ හැකිය.

රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ඝන වස්තුව නිව්ටන් දුනු තරාදියක එල්ලා පාඨාංකය w_1 සටහන් කර ගෙන, ඉන් පසු එය ජලය තුළට සම්පූර්ණයෙන් ගිල්ලා පාඨාංකය w_2 සටහන් කර ගැනීම.

එවිට වස්තුව මත උඩුකුරු තෙරපුම $(U) = (w_1 - w_2)$

$$\text{වස්තුවේ සාපේක්ෂ ඝනත්වය} = \frac{\text{වස්තුවේ බර}}{\text{වස්තුවේ පරිමාවට සමාන ජල පරිමාවක බර}}$$

ආකිමිඩීස් මූලධර්මයට අනුව වස්තුවේ පරිමාවට සමාන ජල පරිමාවේ බර උඩුකුරු තෙරපුමට සමාන නිසා

$$\text{සාපේක්ෂ ඝනත්වය} = \frac{w_1}{w_1 - w_2}$$

$$\therefore \text{ වස්තුවේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය} = \left(\frac{w_1}{w_1 - w_2}\right)\rho_w$$

ρ_w යනු ජලයේ ඝනත්වයයි.

උදාහරණ

ලෝහ කුට්ටියක් දුනු තරාදියකින් එල්ලා වාතයේ දී එහි බර කිරූ විට පාඨාංකය 12 N විය. කුට්ටිය සම්පූර්ණයෙන් ජලයේ ගිලී පවතින විට පාඨාංකය 8 N විය. ලෝහ කුට්ටියේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය සොයන්න.

$$\text{සාපේක්ෂ ඝනත්වය} = \frac{w_1}{w_1 - w_2}$$

$$= \frac{12}{12-8} = 3$$

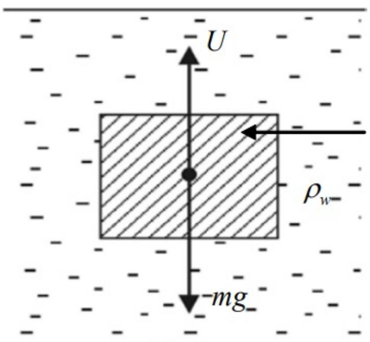
$$\therefore \quad \text{ඝනත්වය} = 3 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} = 3000 \text{ kg m}^{-3}$$

ඉපිලුම

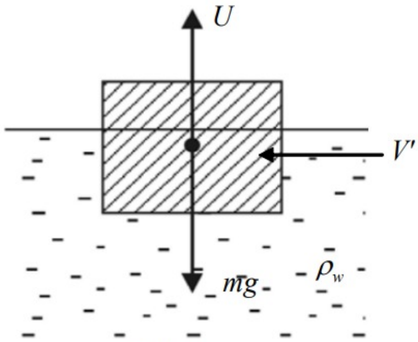
ද්‍රවයක් තුළ වස්තුවක් ඉපිලී පැවතීමට නම් එය මත යෙදෙන බල සමතුලිතව තිබිය යුතුයි. එනම් උඩුකුරු තෙරපුම වස්තුවේ බරට සමාන විය යුතුයි.

$$mg = U$$

ඉපිලුම් මූලධර්මය ලෙස හැඳින්වෙන්නේ මෙයයි. වස්තුවක් ද්‍රවයක් තුළ ඉපිලී පැවතිය හැකි ආකාර දෙකක් පහත දක්වේ.



7.14 රූපය



7.15 රූපය

රූපයේ දක්වෙන්නේ වස්තුව සම්පූර්ණයෙන් ගිලී ඉපිලෙන අවස්ථාවයි.

මෙහි බල සමතුලිතතාවට

$$mg = U$$

$$Vdg = V\rho_w g$$ (d යනු වස්තුවේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වයයි)

$$d = \rho_w$$

වස්තුවේ මධ්‍යනය ඝනත්වය ජලයේ ඝනත්වයට සමාන වේ.

රූපයේ දක්වෙන්නේ වස්තුව එහි කොටසක් ගිලී ඉපිලෙන අවස්ථාවයි.

මෙහි බල සමතුලිතතාව

$$mg = U$$

$$Vd\cancel{g} = V'\rho_w \cancel{g}$$

$V > V'$ බැවින් $d < \rho_w$

වස්තුවේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය ජලයේ ඝනත්වයට වඩා අඩු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

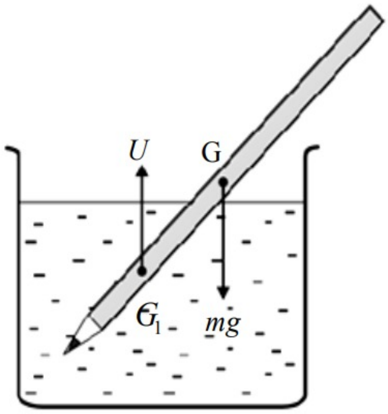
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉපිලෙන ප්‍රමාණය වැඩි කර ගැනීමට නම් වස්තුවේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය වඩාත් අඩු විය යුතු ය. මේ සඳහා පරිමාව වැඩි කර ගැනීමට කුහර සහිතව තැනිය හැකි ය. ජල යාත්‍රා තනා ඇත්තේ මෙසේ කුහර අවකාශයක් මගින් පරිමාව වැඩි කර ගැනීමෙනි.

උත්ප්ලාවකතා කේන්ද්‍රය

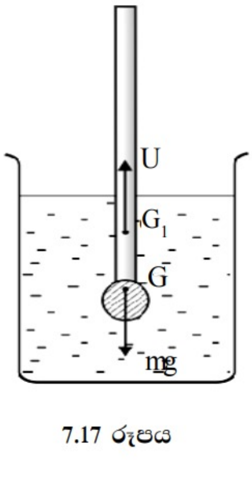
ද්‍රවයක ගිලී පවතින වස්තුවක් මත උඩුකුරු තෙරපුම ක්‍රියා කරන ලක්ෂ්‍යය උත්ප්ලාවකතා කේන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙය පිහිටන්නේ ගිලී ඇති කොටසේ ජ්‍යාමිතික කේන්ද්‍රය හෙවත් විස්ථාපිත තරල පරිමාවේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයෙහි වේ.

පැන්සලයක් ජලයට දමූ අවස්ථාවක් සලකමු. පැන්සල මත බර ක්‍රියා කරනුයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයෙහි (G). උඩුකුරු තෙරපුම උත්ප්ලාවකතා කේන්ද්‍රයෙන් (G_1) ක්‍රියා කරයි. mg හා U විශාලත්වයෙන් සමාන වුවත් ඒවා ඒක රේඛීය නොවන නිසා බල සූර්ණයක් ඇති වේ. මේ නිසා ජලය මත පැන්සල තිරස් වේ. පැන්සලේ කෙළවර මැටි ගුළියක් රඳවා ජලයට දමූ විට පැන්සල සිරස්ව ඉපිලේ.



7.16 රූපය

මෙයට හේතුව මැටි ගුළිය නිසා ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය උත්ප්ලාවකතා කේන්ද්‍රයට වඩා පහළින් පිහිටීමයි. එවිට ක්‍රියාත්මක බල යුග්මය මගින් පැන්සල සිරස් පිහිටුමකට ගෙන එයි. මෙවැනි සැකසුමක් ද්‍රවවල ඝනත්ව සැසඳීමට යොදා ගත හැකි ය. එය ගිලෙන ගැඹුර ද්‍රවයේ ඝනත්වය අනුව වෙනස් වේ. ඝනත්වය අඩු ද්‍රවයක වැඩි උසක් ද ඝනත්වය වැඩි ද්‍රවයක අඩු උසක් ද ගිලී පවතී.



7.17 රූපය

ද්‍රවමානය

ද්‍රවවල ඝනත්ව සැසඳීමට භාවිත කළ හැකි සරල උපකරණයක් ලෙස ද්‍රවමානය හැඳින්විය හැකිය. ද්‍රවමානයක් ද්‍රවයක ගිලී පවතින ආකාරය රූපයේ දැක්වේ. මෙය සිරස්ව ඉසිලීම සඳහා ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පහළට ගෙන ඇත්තේ ඊයම් භාරයක් යෙදූ හිස කොටසක් මඟිනි.

බොහෝ ද්‍රවවල ඉපිලීමට හැකි වීම සඳහා ප්‍රමාණයක් උඩුකුරු තෙරපුමක් ලබාදීමට බල්බය වැඩි පරිමාවකින් යුක්තව තනා ඇත. මේ නිසා ද්‍රවමානය ප්‍රමාණය ඉක්මවා ගිලී යෑම වළකී. සිහින් ඒකාකාර කඳ කොටස මඟින් උපකරණයේ සංවේදීතාව වැඩිකර ඇත.

ද්‍රවමානයේ පරිමාණයේ පාඨාංක (බෙදුම්) අතර පරතරය සමාන නැත. (පරිමාණය රේඛීය නො වේ) ඒ බව පහත දැක්වෙන ප්‍රකාශනයට අනුව පෙනේ.

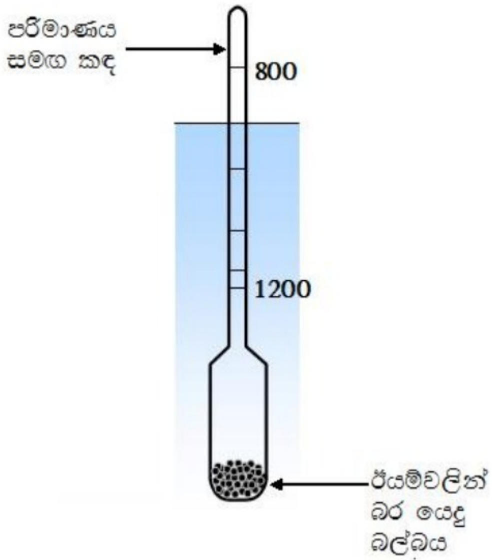
මෙම රූපයේ දැක්වෙන ද්‍රවමානයේ බල්බය හා හිස කොටසේ පරිමාව V ද A යනු කඳ කොටසේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A ද කඳ කොටසෙහි ගිලී ඇති උස h ද ලෙස ගනිමු.

ද්‍රවමානයේ ස්කන්ධය m නම් එය ඉපිලීම සඳහා,

$$m\cancel{g} = (V + Ah)\,\rho\,\cancel{g}$$

$$\frac{m}{\rho} = V + Ah$$

h හා ρ අතර රේඛීය සම්බන්ධතාවක් නැති බව මේ අනුව පෙනී යයි.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

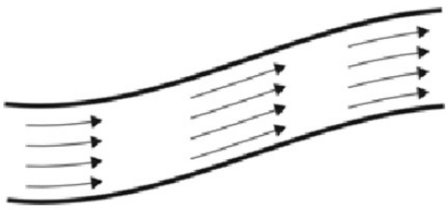
අටවන පරිච්ඡේදය

තරල ගති විද්‍යාව
Fluld Dynamics

තරල ගති විද්‍යාව යටතේ තරල ප්‍රවාහ පිළිබඳව අධ්‍යයනය කෙරේ.

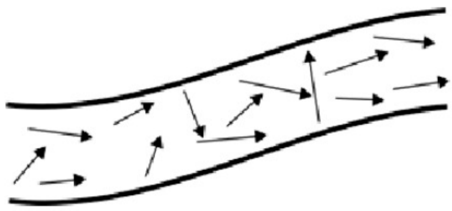
තරල ප්‍රවාහයක ගති ලක්ෂණ හඳුනා ගැනීමට ජල කරාමයකින් ජලය ගලා යන අවස්ථාවක් සැලකිය හැකියි.

කරාමයෙන් ජලය සෙමෙන් ගලා එන පරිදි කරාමය යන්තමින් විවෘත කර තැබූ විට ඉතා අඩු වේගයකින් ජලය ගලා යන අතර, ජල අංශුවල කැලඹිලි ස්වභාවයක් නොමැතිව එකම දිශාවට ගලයි. මෙවැනි ප්‍රවාහ අනාකූල ප්‍රවාහ ලෙස හැඳින්වෙයි.



අනාකූල ප්‍රවාහය

8.1 රූපය



ආකූල ප්‍රවාහය

8.2 රූපය

ජල කරාමය හොඳින් විවෘත කර ජලය වේගයෙන් ගලා යන්නට ඉඩ හළ විට ජලය කැලඹිලි සහිතව ගමන් කරයි. ජල අංශු නිශ්චිත දිශාවකට ගමන් නොකරයි. මෙවැනි ප්‍රවාහ ආකූල ප්‍රවාහ ලෙස හැඳින්වෙයි.

මෙම ඒකකය තුළ දී වඩාත් වැදගත් වන්නේ අනාකූල ප්‍රවාහ වේ.

තරල ප්‍රවාහයක ඕනෑ ම ලක්ෂ්‍යයක් පසු කරන තරල අංශුවක ප්‍රවේගය කාලයත් සමග වෙනස් නොවේ නම් එම ප්‍රවාහය අනාකූල හෙවත් නොසැලෙන ප්‍රවාහයක් හෝ අනවරත ප්‍රවාහයක් ලෙස හැඳින්වෙයි.

අනාකූල ප්‍රවාහයක තරල ස්තර ලෙස ගමන් කරන බැවින් එවැනි ප්‍රවාහ ආස්තරීය ප්‍රවාහ ලෙස ද හැඳින්වෙයි. තරල ස්තර අතර සිදු වන සාපේක්ෂ චලිතය නිසා ස්තර අතර ඝර්ෂණ බල හට ගනී. මෙම බල දුස්ස්‍රාවී බල ලෙස හැඳින්වෙයි. අධ්‍යයනයේ පහසුව සඳහා මෙම ඒකකයේ දී දුස්ස්‍රාවී බලවල බලපෑම නොසැලකිය හැකි තරම් අඩු බව උපකල්පනය කෙරේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

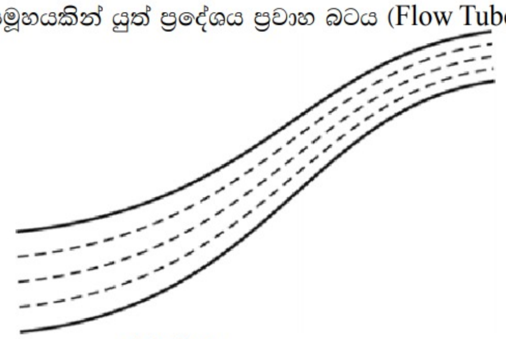
අනාකුල රේඛාව

අනාකුල ප්‍රවාහයක යම් තරල අංශුවක ගමන්මඟ දක්වෙන රේඛාව අනාකුල රේඛාවක් ලෙස හැඳින්වෙයි.

අනාකුල රේඛාවකට යම් ලක්ෂ්‍යයක දී අඳිනු ලබන ස්පර්ශකය මඟින් එම ලක්ෂ්‍යයේ දී ප්‍රවාහ ප්‍රවේගයේ දිශාව ලැබේ. අනාකුල රේඛා කිසි විටෙකත් එකිනෙක ඡේදනය නොවේ.

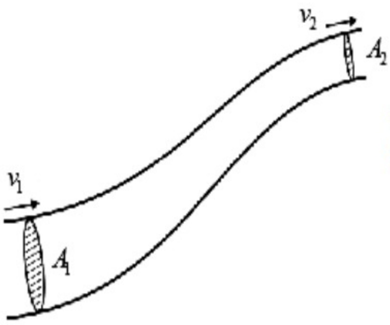
ප්‍රවාහ බටය

අනාකුල රේඛා සමූහයකින් යුත් ප්‍රදේශය ප්‍රවාහ බටය (Flow Tube) ලෙස හැඳින්වෙයි.



8.3 රූපය

සාන්තකය ප්‍රවාහ සමීකරණය (සන්තතිකතා සමීකරණය)



8.4 රූපය

අනවරත ප්‍රවාහයේ අනාකුල රේඛා එකිනෙකට ළං වීම නිසා ප්‍රවාහ බටය පටු වන අවස්ථාවක් සලකමු.

A_1 හරස්කඩ තුළින් තරලය ඇතුළුවන වේගය v_1 වේ නම්,

ඒකක කාලයක දී A_1 හරහා ඇතුළුවන තරල පරිමාව A_1v_1 වේ. ප්‍රවාහය සන්තතික බැවින් A_2 හරස්කඩ හරහා ඒකක කාලයක දී පිට වන තරල පරිමාව ද එය ම විය යුතු වේ.

A_2 හරහා තරලය පිට වන වේගය v_2 නම්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

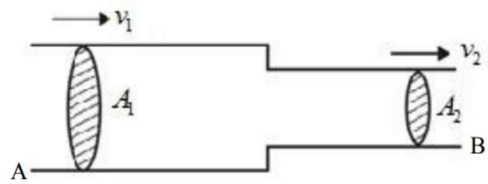
ඒකක කාලයක දී පිට වන තරල පරිමාව = A_2v_2

$\therefore A_1v_1 = A_2v_2$

ප්‍රවාහ බටයක හරස්කඩ වෙනස් වන විට ප්‍රවාහ වේගය වෙනස් වන ආකාරය දැක්වෙන මෙම සමීකරණය සන්තතික ප්‍රවාහ සමීකරණය හෙවත් සාන්තත්‍යතා සමීකරණය ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙය තාක්ෂණික වශයෙන් යොදා ගන්නා අවස්ථා රැසක් පවතී. ජල කරාමයකට සවි කළ වතුර බටයක කෙළවර මිරිකා හරස්කඩ කුඩා කළ විට ජලය ගලන වේගය වැඩි වීම මෙයට සරල නිදසුනකි.

නාන කාමරවල වතුර මල, කෘමි නාශක ඉසින නැසින්න යනාදියෙහි තරල ගලන වේගය වැඩි කර ගැනීමට හරස්කඩ කුඩා කිරීම සිදු කරනු ලැබේ.

නිවෙසක ඉහළ ස්ථානයක සවි කර ඇති ජල ටැංකියක පතුලේ සිට ජල කරාම කරා ජලය ගෙන එන නළය ද විෂ්කම්භය ක්‍රමයෙන් කුඩා කරමින් ගෙන එන්නේ ප්‍රවාහ වේගය වැඩි කර ගැනීම සඳහා ය.



8.5 රූපය

8.5 රූපයේ දැක්වෙන ජල නළ සැකසුම හරස්කඩ වෙනස් නළ දෙකක් (A සහ B) සහිත සන්ධියකි. Aහි හරස්කඩ විෂ්කම්භය 60 mm වන අතර, B හි හරස්කඩ විෂ්කම්භය 20 mm වේ. A තුළින් 0.2 m s^{-1} වේගයෙන් ජලය ඇතුළු වී සන්තතික ලෙස ගලා යයි නම් B කෙළවරින් ජලය පිට වන වේගය සොයන්න.

සාන්තත්‍ය ප්‍රවාහ සමීකරණයට අනුව,

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

$$\pi\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 v_1 = \pi\left(\frac{d_2}{2}\right)^2 v_2$$

$$d_1^{\,2}v_1 = d_2^{\,2}v_2$$

$$v_2 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 v_1 = \left(\frac{60}{20}\right)^2 \times 0.2$$

$$= \underline{\underline{1.8\ \mathrm{m\ s^{-1}}}}$$

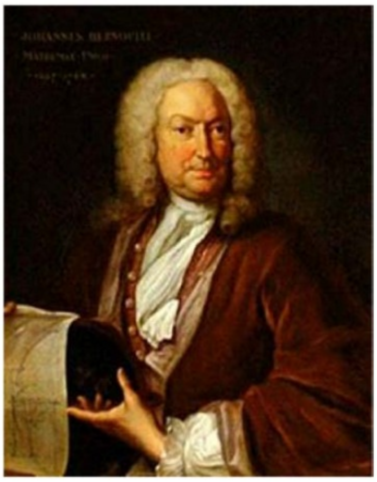
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අසම්පීඩ්‍ය තරල

තරල ප්‍රවාහයක පීඩනයේ ඇති කළ වෙනසක් නිසා තරලයේ ඝනත්වයේ වෙනසක් සිදු නො වේ නම්, එවැනි තරල අසම්පීඩ්‍ය තරල ලෙස හැඳින්වෙයි.

නිසල වායු සම්පීඩ්‍ය තරල ලෙස හැඳින්වුව ද වායු ප්‍රවාහ අසම්පීඩ්‍ය ලෙස සැලකිය හැකි වේ. මේ නිසා තරල ගති විද්‍යාවේ දී ප්‍රවාහ වන ද්‍රව සහ වායුවල හැසිරීම් පිළිබඳ විස්තර කෙරේ.

බ'නූලි මූලධර්මය



8.6 රූපය

ස්විට්සර්ලන්තයේ විසූ සුප්‍රකට විද්‍යාඥයකු වූ ජොහැන් බ'නූලි (Johann Bernoulli) විසින් තරල ප්‍රවාහවල ශක්ති සංස්ථිතිය පිළිබඳ ඉදිරිපත් කර ඇති මූලධර්මය බ'නූලි මූලධර්මය ලෙස හැඳින්වෙයි.

ඔහු විසින් පෙන්වා දී ඇත්තේ අනවරත තරල ප්‍රවාහයක ඒකක තරල පරිමාවක් මත පීඩනය මඟින් කෙරෙන සඵල කාර්යය එහි විභව ශක්තියේ වැඩි වීමේත්, චාලක ශක්තියේ වැඩි වීමේත් එකතුවට සමාන වන බවයි.

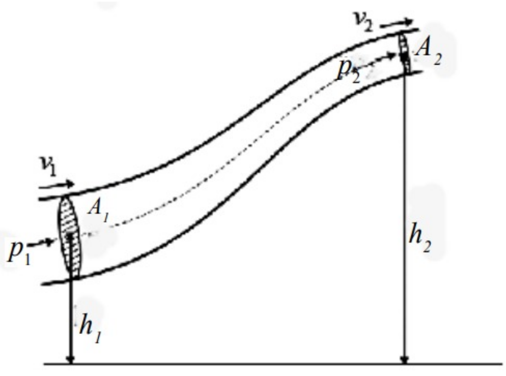
මේ අනුව පහත දැක්වෙන පරිදි බ'නූලි සමීකරණය ලබා ගත හැකි වේ.

කාර්යය = බලය $\times$ විස්ථාපනය

= පීඩනය $\times$ හරස්කඩ වර්ගඵලය $\times$ විස්ථාපනය

= පීඩනය $\times$ පරිමාව

ඒකක පරිමාවක් සඳහා කාර්යය = පීඩනය



8.7 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

8.7 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි අනාකුල ප්‍රවාහයක ඇති ප්‍රවාහ බටයක් සලකමු. A_1 හා A_2 හරස්කඩ සහිත ස්ථාන දෙකෙහි පීඩන පිළිවෙළින් p_1 හා p_2 නම්

ඒකක තරල පරිමාවක් A_1 හරස්කඩින් ඇතුළු වීමේ දී පීඩනය මඟින් කෙරෙන කාර්යය $= \quad p_1$

ඒකක තරල පරිමාවක් A_2 හරස්කඩින් පිට වීමේ දී පීඩනය මඟින් කෙරෙන කාර්යය $= \quad p_2$

එම නිසා පීඩනය මඟින් ඒකක තරල පරිමාවක් මත කෙරෙන සඵල කාර්යය $= \quad p_1 - p_2$

විභව ශක්තිය $= mgh$ වේ. තව ද ඒකක පරිමාවක ස්කන්ධය යනු තරලයේ ඝනත්වය වන ρ නිසා

ඒකක පරිමාවක විභව ශක්තියේ වැඩි වීම $= \rho g h_2 - \rho g h_1$

චාලක ශක්තිය යනු $\frac{1}{2}mv^2$ වේ. තව ද ඒකක පරිමාවක් සඳහා එය $\frac{1}{2}\rho v^2$ වන බැවින්

චාලක ශක්තියේ වැඩි වීම $= \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 - \frac{1}{2}\rho {v_1}^2$

පීඩනය මගින් කෙරෙන කාර්යය = විභව ශක්ති වැඩි වීම + චාලක ශක්ති වැඩි වීම

$$\therefore p_1 - p_2 = \left(\rho g h_2 - \rho g h_1\right) + \left(\frac{1}{2}\rho {v_2}^2 - \frac{1}{2}\rho {v_1}^2\right)$$

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 + \rho g h_2$$

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = K \qquad (K \text{ යනු නියතයකි})$$

බ'නූලි මූලධර්මය ඉහත සමීකරණයට අනුව මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැකි යි.

බ'නූලි මූලධර්මය

''දුස්ස්‍රාවී බල නොසැලකිය හැකි තරම් වූ අසම්පීඩ්‍ය තරලයක්, අනාකුල ප්‍රවාහයක යෙදෙන විට, එක ම අනාකුල රේඛාව මත ඕනෑ ම ලක්ෂ්‍යයක පීඩනයේත්, ඒකක පරිමාවක විභව ශක්තියේත්, ඒකක පරිමාවක චාලක ශක්තියේත් එකතුව නියතයක් වේ.''

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

8.8 රූපය

අනාකුල ප්‍රවාහයක එක ම විභව මට්ටමේ පිහිටි, හරස්කඩ වෙනස් ස්ථාන දෙකක් සඳහා බ'නූලි සමීකරණය යොදමු.

එකම අනාකුල රේඛාවේ පිහිටි X හා Y ලක්ෂ්‍ය සඳහා බ'නූලී මූලධර්මයට අනුව,

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

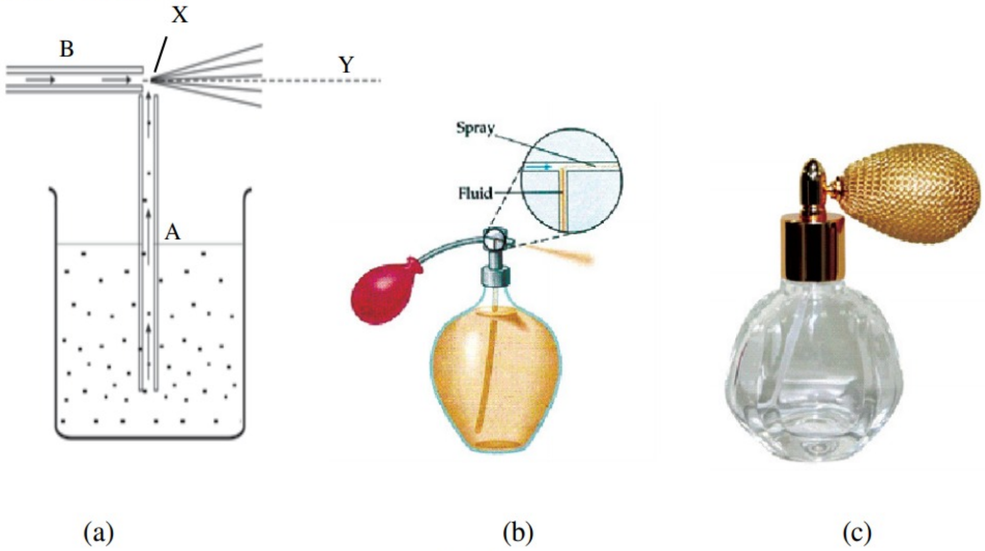
විභව ශක්ති සමාන නිසා

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\ (v_2^2 - v_1^2)$$

හරස්කඩ පටු විට ප්‍රවාහ වේගය වැඩි වන බව සාන්තතය ප්‍රවාහ සමීකරණයට අනුව අපි දනිමු. ඉහත සමීකරණයට අනුව ප්‍රවාහ වේගය වැඩි වන විට පීඩනය අඩු වන බව පෙනේ. මෙම වැදගත් ප්‍රතිඵලය තාක්ෂණිකව යොදා ගන්නා අවස්ථා රාශියක් ඇත. උදාහරණ ලෙස විසිරි පොම්පය, ගුවන්යානා තටුවල හැඩය නිර්මාණය, පන්දුවක් භ්‍රමණය කර එහි ගමන් දිශාව වෙනස් කිරීම, වෙන්චුරි මීටරයේ නිර්මාණය යනාදිය සැලකිය හැකි යි.

විසිරි පොම්පය



(a) (b) (c)

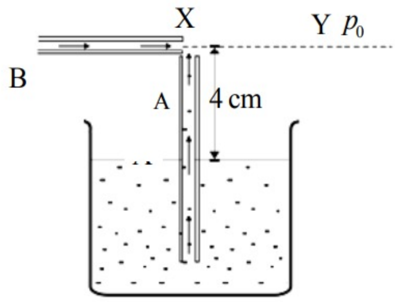
8.9 රූපය

ඉහත 8.9 (a) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ජලය අඩංගු බඳුනක් තුළ A නම් සිහින් බටයක් සිරස්ව රඳවා එයට B නම් නළයකින් වාතය පිඹින විට A බටය තුළින් ජලය ඉහළට නැඟ වාතය සමඟ මුසු වී විසිරී යනු පෙනේ. විසිරි පොම්පයක ක්‍රියාව මෙයයි. විවිධ කාර්යයන් සඳහා යොදා ගැනෙන විසිරි පොම්ප 8.9 (b) හා (c) රූපවලින් දැක්වේ.

8.9 (a) රූපයේ දැක්වෙන ඇටවුමේ A නළය දිගේ ජලය ඉහළට ගමන් කිරීමට හේතුව නළයේ ඉහළ කෙළවර පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනයට වඩා අඩු වීමයි. එසේ වන්නේ නලයේ ඉහළ කෙළවර x හරහා ගමන් කරන වාත ප්‍රවාහයේ වේගය වැඩි අගයක පැවතීමයි. X හා Y ලක්ෂ්‍යවලට (එකම අනාකුල රේඛාවේ පිහිටි) බ'නූලී මූලධර්මය යෙදීමෙන් ජලය ඉහළ නඟින උස සහ වාතය පිඹිය යුතු වේගය අතර සම්බන්ධතාවක් ලබා ගත හැකි ය.

කෘෂි රසායනික ඉසිනයන්හි, තීන්ත ස්ප්‍රේ කරන උපකරණවල හා වාහන සේවා ආයතනවල විසිරි පොම්පයේ ක්‍රියාව භාවිතයට ගැනේ.

විසඳූ ගැටලු



රූපයේ දැක්වෙන බඳුනේ ඝනත්වය 1000 kg m^{-3} වූ ද්‍රවයක් ඇත. බඳුනේ ජල මට්ටමේ සිට A නළයේ ඉහළ කෙළවරට උස 4 cm වන විට නළයේ ඉහළ කෙළවරින් ජලය විසිරී යෑමට B නළයෙන් වාතය එවිය යුතු වේගය සොයන්න (වාතයේ ඝනත්වය 1 kg m^{-3} ලෙස ගන්න).

විසඳුම

එක ම තිරස් මට්ටමේ ඇති අනාකුල රේඛාවේ පිහිටි X හා Y ලක්ෂ්‍ය දෙකක් සලකමු. Xහි දී පීඩනය p ද, Yහි දී පීඩනය p_0 ද ලෙස සලකමු. X හි දී වාතයේ වේගය v ද Yහි දී එම අගය 0 ද වන නිසා

$$p+\frac{1}{2}\rho v^2 = p_0 + 0$$

$$p_0 - p = \frac{1}{2}\rho v^2$$

මෙහි ρ යනු වාතයේ ඝනත්වයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

A නළයේ ද්‍රවය ඉහළ නගිනුයේ p_0 හා p පීඩන වෙනස නිසා බැවින්,

$$p_0 - p = hdg$$

d ද්‍රවයේ ඝනත්වයයි.

$$\therefore hdg = \frac{1}{2}\rho v^2$$

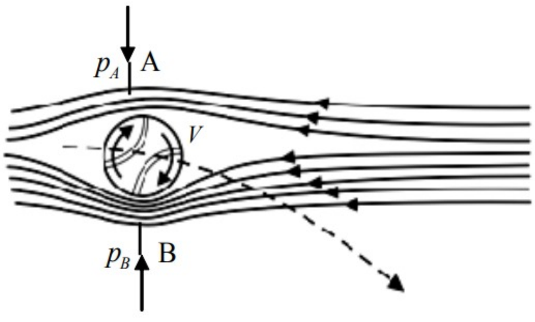
$$v^2 = \frac{2hdg}{\rho} = \frac{2 \times 4 \times 10^{-2} \times 10^3 \times 10}{1}$$

$$v^2 = 800$$

$$\therefore v = \underline{\underline{20\sqrt{2}\ \text{m s}^{-1}}}$$

පන්දුවක භ්‍රමණය මගින් ගමන් දිශාව වෙනස් කිරීම

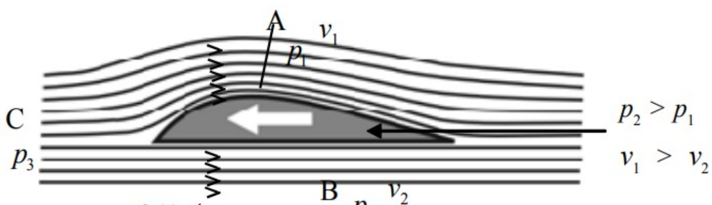
ක්‍රිකට් ක්‍රීඩාවේ දී භ්‍රමණය කර එවන ලද පන්දුවක ගමන් මග වෙනස් වන ආකාරය පහත රූපයට අනුව විස්තර කළ හැකි ය.



8.10 රූපය

දක්ෂිණාවර්තව යැවෙන සේ දකුණු දිශාවට v ප්‍රවේගයෙන් එවන ලද පන්දුවක් සලකමු. පන්දුවට සාපේක්ෂව වාතය වම් දිශාවට v ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරයි. පන්දුව රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දක්ෂිණාවර්තව භ්‍රමණය වන විට ඇති වන ස්පර්ශ ප්‍රවේගය A ලක්ෂ්‍යයේ වාතයේ ප්‍රවේගය අඩු කිරීමට උපකාරී වන නිසාත්, B ලක්ෂ්‍යයේ වාතයේ ප්‍රවේගය වැඩි කිරීමට උපකාර වන නිසාත් $v_A < v_B$ වේ. මේ නිසා බ'නුලි මූලධර්මයට අනුව $p_A > p_B$ බව පෙන්විය හැකිය. එබැවින් පන්දුව ඉදිරියට ගමන් කරන අතරතුර පීඩනය අඩු දෙසට විස්ථාපනයක් ද සිදු වෙමින් ගමන් කරයි. මේ නිසා පන්දුවේ ගමන් මග රූපයේ දැක්වෙන පරිදි වක්‍රාකාර වේ.

උඩුකුරු බල ඇති වන සේ ගුවන්යානා තටුවල හැඩය නිර්මාණය



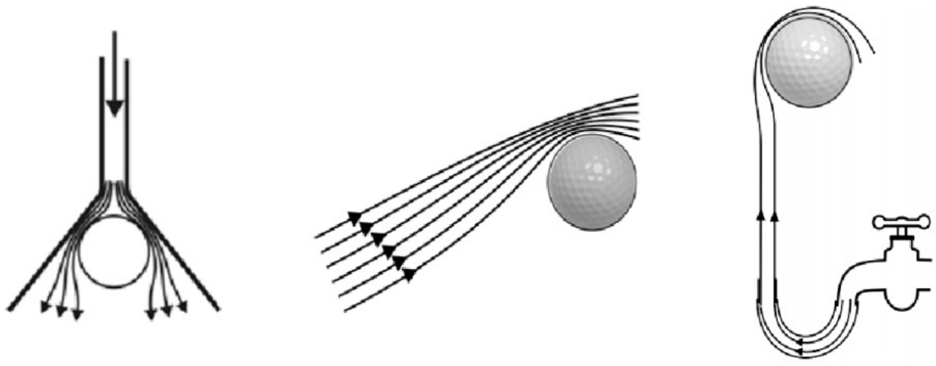
8.11 රූපය

ගුවන්යානා තටුවල හරස්කඩ නිර්මාණය වී ඇති හැඩය නිසා යානය ගමන් කරන විට යානයේ තටු පසු කරන වාත ප්‍රවාහය තටුවට ඉහළින් ප්‍රවාහ රේඛා ළංවී ගමන් කරන අතර, තටුවල පහළ පෘෂ්ඨය පසු කරන වාත ප්‍රවාහය එසේ නොවේ.

මේ නිසා තටුවට ඉහළින් වන A ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවාහ ප්‍රවේගය තටුවට පහළින් වන B ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවාහ ප්‍රවේගයට වඩා වැඩි වේ. එබැවින් A ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය B ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනයට වඩා අඩු වේ. මේ නිසා $p_1 - p_2$ පීඩන අන්තරය මගින් උඩුකුරු බලයක් ලැබේ. තටුවල මුළු පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය A නම් උඩුකුරු බලය = $A(p_2 - p_1)$ වේ. මෙම අගය යානයේ බරට වඩා වැඩි වුව හොත් යානය ගුවනේ ඉහළට එසවේ. එක ම අනාකුල රේඛාවේ ලක්ෂ්‍ය දෙකක් සඳහා (A හා C) බ'නුලි මූලධර්මය යෙදීමෙන් මේ සඳහා වන අවශ්‍යතා පෙන්විය හැකි ය.

බ'නුලි මූලධර්මයට අනුව සිදු වන අනපේක්ෂිත සිදුවීම් ද රැසක් ඇත. ඒ සඳහා පහත සඳහන් නිදසුන් දැක්විය හැකියි.

සුළිසුළං පවත්නා අවස්ථාවල දී ඇතැම් නිවාසවල වහලය ගැලවී ඉහළට විසි වී යෑම. අධිවේගී දුම්රියක් නිසා දුම්රිය වේදිකාවක සිටින මිනිසකුඳ මත දුම්රිය මාර්ගය දෙසට වූ අසංතුලිත බලයක් ඇති වීම. ජල යාත්‍රාවක් වේගයෙන් ගමන් කරන විට ඒ දෙපස සිටින මත්ස්‍යයන්ට යාත්‍රාව දෙසට වූ අසංතුලිත බලයක් ඇති වී ඇදී යෑම. සුළං හමන අවස්ථාවක දී අඩවන් කර ඇති දොරක් වේගයෙන් වැසී යෑම. මෙම සිදුවීම් බ'නුලි මූලධර්මයට අනුව විස්තර කළ හැකියි.



(a) (b) (c)

8.12 රූපය

වායු සම්පීඩනයකින් එවන ලද වාත ප්‍රවාහයක් මඟින් බැලූන රඳවා තැබීම, ජල ප්‍රවාහයක් තුළ පිංපොං බෝල රඳවා තුලනය කර තැබීම යනාදිය ප්‍රදර්ශන භූමිවල දක්නට ලැබෙන සිත් ඇද ගන්නා දසුන් වේ. මේවා ද බ'නූලි මූලධර්මය මගින් විස්තර කළ හැකියි.

8.12 (a) රූපයේ දැක්වෙන්නේ ජල කරාමයකට සවි කල රබර් නළයක කෙළවරට පුනීලයක් සවිකර ඇති අවස්ථාවයි. යටිකුරු පුනීලය තුළින් ජලය ගලන විට පිංපොං බෝලයක් ඒ අසලට ළං කළ විට එය පුනීලයේ කට තුළින් ඇතුළු වී භ්‍රමණය වෙමින් පවතී.

8.12 (b) රූපයේ දැක්වෙන්නේ සම්පීඩකයකින් පැමිණෙන වාත ප්‍රවාහයක් අසලට එම ප්‍රවාහය ඉහළින් වන සේ බැලූනයක් ළං කර ඇති අවස්ථාවයි. මේ නිසා ප්‍රවාහය පටු වී ඇති වන උඩුකුරු බලය මඟින් බැලූනයේ බර දරා ගනී. මේ නිසා බැලූනය ගුවනේ රැඳී පවතී.

8.12 (c) රූපයේ දැක්වෙන්නේ සිහින් නළයක් තුළින් සිරස් ජල පහරක් ඇති කර, එහි හැරුම් ස්ථානයේ පිංපොං බෝලයක් භ්‍රමණය වෙමින් පවතින අවස්ථාවයි. තුඹසක් තුළට අවශ්‍ය වාතාශ්‍රය ලැබෙන ආකාරය ද බ'නුලි මූලධර්මයට අනුව විස්තර කළ හැකියි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මූලාශ්‍ර

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය, (2015). *භෞතික රාශි හා මාන, සංශෝධිත දෙවන මුද්‍රණය,* විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය, මහරගම, ශ්‍රී ලංකාව.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය, (2015) *යාන්ත්‍ර විද්‍යාව, සංශෝධිත දෙවන මුද්‍රණය,* විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය, මහරගම, ශ්‍රී ලංකාව.

Breithaupt, J. (2003) *Understanding Physics For Advanced Level - Fourth Edition.* Nelson Throne, Cheltenham, UK.

Edmonds Jr., D. S. (1993). *Cioffari's Experiments in College Physics - Ninth Edition.* D. C. Heath and Company, Massachusetts, USA.

Muncaster, R. (1993). *A-level Physics - Fourth Edition.* Stanley Thornes (Publishers) Ltd, Cheltenham, UK.

Nelkon, M. & Ogborn, J. M. (1987). *Advanced Level Practical Physics - Fourth Edition.* Heinemann Educational Books, London, UK.

Tyler, F. (1961). *A Laboratory Manual of Physics - Second Edition.* Edward Arnold Publishers Limited, London, UK

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.