අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

භෞතික විද්‍යාව
13 ශ්‍රේණිය
සම්පත් පොත

10 වන ඒකකය
පදාර්ථයේ යාන්ත්‍රික ගුණ

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

www.nie.lk

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

භෞතික විද්‍යාව
සම්පත් පොත

පදාර්ථයේ යාන්ත්‍රික ගුණ

13 ශ්‍රේණිය

පළමු මුද්‍රණය - 2021

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

මුද්‍රණය : මුද්‍රණාලය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

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

12 සහ 13 ශ්‍රේණිවල විෂය නිර්දේශය සහ ගුරු අත්පොත් මගින් යෝජිත ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීම් ක්‍රියාවලිය සාර්ථක ව ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා සහාය කරගනු පිණිස අතිරේක සම්පත් පොත ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් සකස් කර ඇත.

මේ ග්‍රන්ථය මගින් විෂය නිර්දේශයට අදාළ විෂය කරුණු සැපයීම ඔස්සේ විෂය සන්ධාරය ඉගෙනීමට ශිෂ්‍යයන්ට පහසුකම් සැපයෙනු ඇත.

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

ආචාර්ය සුනිල් ජයන්ත නවරත්න
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ. පො. ස. (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කිකරණයට ලක් කළ නව විෂය මාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවැති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි. මේ 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 සමගාමී ව ඉගෙනුම් ඉගැන්වීම් ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදී. විෂයමාලාවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම් - ඉගැන්වීමේ අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස් වීම් ද සිදු කරනු ලැබී ය. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වාදෙන ලදී.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත අන්තර් ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය කිරීම පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පර විරෝධී විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අභිබවා ගිය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා ශිෂ්‍යයන්ට එම ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ ඒ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මගින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත් ව සිය මවු භාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට ශිෂ්‍යයන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පත්ති වැනි මූලාශ්‍රවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු ලබාගැනීම වෙනුවට විෂයමාලාව මගින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා ශිෂ්‍යයන්ට නිවැරදි ව ලබා ගැනීමට මේ ග්‍රන්ථය උපකාරී වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් හා ගුරුභවතුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා කමිටුවෙන් ද, ශාස්ත්‍රීය කටයුතු 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
රංජිත් පද්මසිරි මයා
නියෝජ්‍ය අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්,
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම
ආචාර්ය ඒ. ඩී. අසෝක ද සිල්වා
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
ආර්. එන්. එන්. වීරසිංහ මිය - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය උපදේශනය
මහාචාර්ය එස්. ආර්. ඩී. රෝසා - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලය
මහාචාර්ය එල්. ආර්. ඒ. කේ. බණ්ඩාර - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය

රචනය
ඩබ්. ඒ. ඩී. රත්නසූරිය - විශ්‍රාමික ප්‍රධාන ව්‍යාපෘති නිලධාරී, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

භාෂා සංස්කරණය
ජයත් පියදසුන් - ප්‍රධාන උප කර්තෘ, සිළුමිණ, ලේක්හවුස්

පරිගණක යතුරුලියනය
බී. ටී. සී. පෙරේරා මිය - පරිගණක සහායක, අධ්‍යාපන ප්‍රකාශන දෙපාර්තමේන්තුව
ජයරුවන් විජයවර්ධන - පරිගණක චිත්‍රක නිර්මාණශිල්පී (නොබැඳි)

පරිගණක පිටු සැකසුම
ජයරුවන් විජයවර්ධන - පරිගණක චිත්‍රක නිර්මාණශිල්පී (නොබැඳි)
ඩී. එම්. ඉරේෂා රංගනා දිසානායක - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

රූප සටහන්
ජයරුවන් විජයවර්ධන - පරිගණක චිත්‍රක නිර්මාණශිල්පී (නොබැඳි)
ජේ. ආර්. ලංකාපුර - ගුරු සේවය I, වික්‍රමශීලා ජාතික පාසල, ගිරිඋල්ල
ඩබ්. ඒ. ඩී. රත්නසූරිය - විශ්‍රාමික ප්‍රධාන ව්‍යාපෘති නිලධාරී, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

පිටකවරය
ආර්. ආර්. කේ. පතිරණ මිය - කාර්මික සහකාර, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

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

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පටුන

පිටුව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

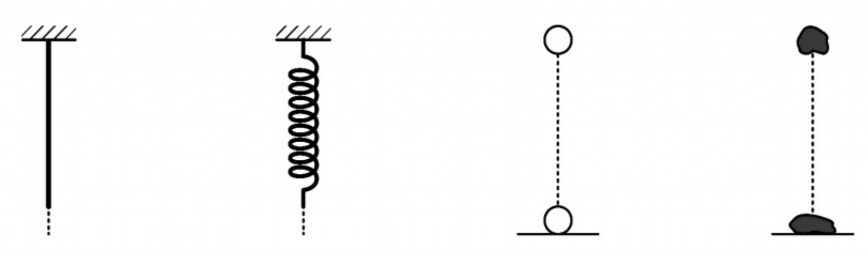
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමුවන පරිච්ඡේදය

ප්‍රත්‍යාස්ථතාව
(Elasticity)

1.1 හැඳින්වීම

ද්‍රව්‍යවල ප්‍රත්‍යාස්ථතාව පිළිබඳ අධ්‍යයනයේ දී පළමුව එදිනෙදා ජීවිතයේ දී අප බොහෝ විට දක ඇති, එමෙන් ම අපට අත්හදා බැලිය හැකි සංසිද්ධි කිහිපයක් සලකා බලමු (1.1 රූපය).



1.1 රූපය

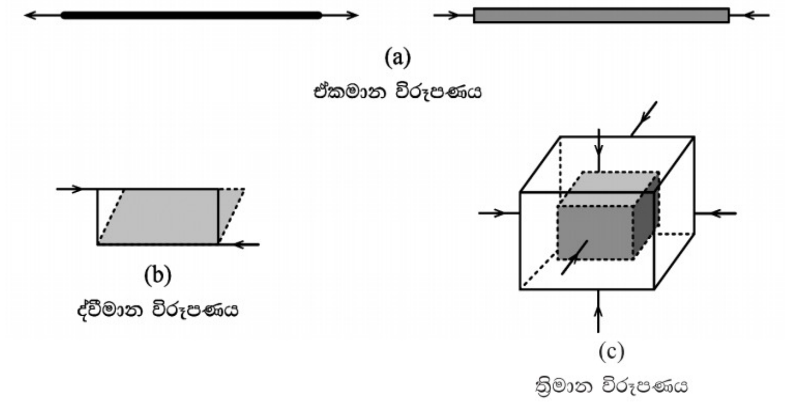
ආධාරකයකට සවි කර ඇති රබර් පටියක හෝ හෙලික්සීය දුන්නක පහළ කෙළවරින් ඇද මුදා හළ විට ඒවා පළමුව තිබූ පිහිටීමට නැවත පැමිණෙන බව ද, පිංපොං බෝලයක් ඉහළ සිට මුදා හැර පොළොව මත පතිත වීමට සැලැස්වූ විට එය පොළා පනින බව ද, මැටි ගුළියක් ඉහළ සිට පොළොව මත පතිත කළ විට එහි හැඩය වෙනස් වී පොළොවේ ඇලී පවතින බව ද අප හොඳින් දන්නා සිදුවීම් වේ. බාහිර බලපෑම් යටතේ විවිධ ද්‍රව්‍යවල මේ වෙනස් හැසිරීම්වලට හේතු සොයා බලමු.

මේ ඒකකයේ දී ද්‍රව්‍යවල යාන්ත්‍රික ගුණ, බාහිර බලවල ක්‍රියාව යටතේ ඒවායේ හැසිරීම අනුව සලකා බලනු ලැබේ. ශක්තිමත් බව (strength), දෘඩ බව (hardness), තන්‍යතාව (ductility) හා තද බව (stiffness) ඉතා වැදගත් යන්ත්‍රික ගුණ සතරක් වේ. කිසියම් කාර්යයක් සඳහා ද්‍රව්‍ය තෝරා ගැනීමේ දී මේ ගුණ ඉංජිනේරුවන්ට ඉතා වැදගත් වේ.

1.2 ප්‍රත්‍යාස්ථ හා අප්‍රත්‍යාස්ථ ද්‍රව්‍ය

ඝන ද්‍රව්‍යයක් මත එක්තරා සීමාවකට බාහිර බලයක් යෙදූ විට එහි හැඩය වෙනස් වේ. එවිට එය විරූපණය වී ඇතැයි කියනු ලැබේ. බලය ඉවත් කළ විට එය පළමුව තිබූ හැඩය ම අත් කර ගනී නම් එවැනි ද්‍රව්‍ය ප්‍රත්‍යාස්ථ ද්‍රව්‍ය ලෙස හැඳින්වේ. බලය ඉවත් කළ විට එය පළමුව තිබූ හැඩයම නොගනී නම් එවැනි ද්‍රව්‍ය අප්‍රත්‍යාස්ථ ද්‍රව්‍ය ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රත්‍යාස්ථ ද්‍රව්‍යවල විරූපණයට විරුද්ධව ද්‍රව්‍ය තුළ ප්‍රත්‍යාබල හට ගන්නා බැවින්, ඒ ප්‍රත්‍යාබල මඟින් ද්‍රව්‍ය මුල් පිහිටීමට පමුණුවාලයි.

ඝන ද්‍රව්‍යයක් විරූපණය කළ හැකි ක්‍රම තුනක් ඇත. ඒවා නම්, ඒකමාන විරූපණය, ද්විමාන විරූපණය හා ත්‍රිමාන විරූපණයයි (1.2 රූපය).



1.2 රූපය

1.2 (a) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට එක ම රේඛාවක් ඔස්සේ ආතන්‍ය හෝ සම්පීඩන බල යෙදීමෙන් කම්බියක හෝ දණ්ඩක ඒකමාන විරූපණයක් ඇති කළ හැකි ය. මෙහි දී දිගෙහි වැඩි වීමක් (විතතියක්) හෝ අඩු වීමක් (සංකෝචනයක්) සිදු වේ.

1.2 (b) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට ස්පර්ශීය බල යෙදීමෙන් වර්ගඵලයේ වැඩි වීමක් ඇති කළ හැකි ය. මෙය ද්විමාන විරූපණය ලෙස හැඳින්වේ.

1.2 (c) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට බල යෙදීමෙන් පරිමාවේ විරූපණයක් ඇති කළ හැකි ය. මෙය ත්‍රිමාණ විරූපණය ලෙස හැඳින්වේ.

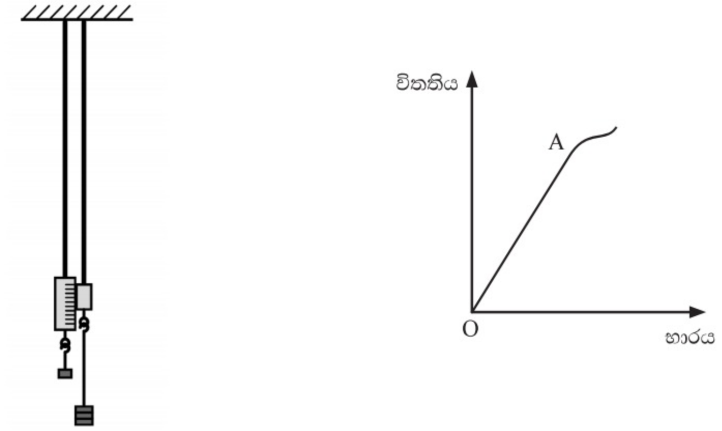
මේ ඒකකයේ දී මූලික වශයෙන් සලකා බලනුයේ ඒකමාන විරූපණය පිළිබඳවයි. උදාහරණයක් ලෙස සිහින් කම්බියක් හෝ තුනී පටියක් ඇදීමට භාජනය කර, එහි හැසිරීම නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් ද්‍රව්‍යයේ යාන්ත්‍රික ගුණ පිළිබඳ තොරතුරු ලබා ගත හැකි වේ.

1.3 කම්බියක් සඳහා භාරය සමඟ විතතිය විචලනය වීම ප්‍රස්තාරිකව නිරූපණය කිරීම

1.3 (a) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ ඇටවුමක් භාවිත කර සිහින් කම්බියක් (උදා. වානේ) අචල ආධාරකයකින් එල්ලා අනෙක් කෙළවරට ක්‍රමයෙන් වැඩි වන භාරයන් යෙදීමෙන් භාරය අනුව කම්බියේ දිගෙහි වැඩි වීම හෙවත් විතතිය වෙනස් වීම අධ්‍යයනය කළ හැකි ය.

මෙවිට ලැබෙන භාරය එදිරියෙන් විතතිය ප්‍රස්තාරය 1.3 (b) රූපයේ දැක්වෙන ආකාර වේ. ප්‍රස්තාරයේ OA කොටසට අනුරූප අවස්ථාවල දී භාරය ඉවත් කළ විට කම්බිය නැවත එහි මුල් දිග ගනියි. භාරය හා විතතිය අතර සම්බන්ධතාව මුල් වරට 1676 වර්ෂයේ දී ඉංග්‍රීසි ජාතික විද්‍යාඥයකු වූ රොබට් හුක් විසින් සොයා ගන්නා ලදි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



(a) (b)

1.3 රූපය

1.4 හූක් නියමය

සමානුපාතික සීමාව තුළ පමණක් ආතතියකට ලක් වූ කම්බියක ඇති වන විතතිය, ආතතිය හෙවත් භාරයට අනුලෝම ලෙස සමානුපාතික වේ.

එනම්, සමානුපාතික සීමාව තුළ F විශාලත්වයක් සහිත බලයක් හේතුවෙන් ආතතියකට ලක් කර ඇති කම්බියක විතතිය e විට,

$F \propto e, \quad F = ke$ වේ.

මෙහි k යනු සමානුපාතිකත්වයේ නියතය වන අතර, එයට කම්බියේ බල නියතය (force constant) යැයි කියනු ලැබේ.

එහි SI ඒකකය N m^{-1} වේ.

කම්බියක මෙලෙස ඇති වන විතතිය කරුණු කිහිපයක් මත රඳා පවතී. ඒවා නම්,

i. කම්බිය සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යය

ii. කම්බිය මත යෙදූ බලය

iii. කම්බියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය

iv. කම්බියේ මුල් දිග

පටියක් හෝ දණ්ඩක් හෝ තන්තුවක් හෝ එවැනි ආකාරයට පවතින ද්‍රව්‍ය කැබැල්ලක් ඇදෙන පරිදි නැතහොත් දිග වැඩිවන පරිදි එය මත බාහිර බලයක් යෙදූ විට එහි ක්‍රියාකරන ප්‍රත්‍යාබලය ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය ලෙසත්, විකියාව ආතන්‍ය විකියාව ලෙසත් හැඳින්වේ. දණ්ඩක් ආශ්‍රිතව සම්පීඩන බල යෙදිය හැකි බැවින් ඒ පද සම්පීඩක ප්‍රත්‍යාබලය සහ සම්පීඩක විකියාව ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.5 ප්‍රත්‍යාස්ථතා මාපාංකය (Modulus of Elasticity)

ඉහත පරීක්ෂණයේ දී භාරයේ එක්තරා සීමාවක් දක්වා, එය ඉවත් කළ විට කම්බිය එහි මුල් දිග ම නැවත ලබා ගනියි. මෙම සීමාව ප්‍රත්‍යාස්ථතා සීමාවයි.

ප්‍රත්‍යාස්ථතා සීමාව තුළ දී ප්‍රත්‍යාබලය වික්‍රියාවට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

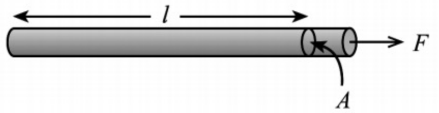
ප්‍රත්‍යාබලය $\propto$ වික්‍රියාව

ප්‍රත්‍යාබලය $=$ E.වික්‍රියාව

මෙහි E ප්‍රත්‍යාස්ථතා මාපාංකය ලෙස හැඳින්වේ.

ආතන්‍ය සහ සම්පීඩන බල යටතේ සිදු වන විරූපණවල දී E, යං මාපාංකය (Y) ලෙස ද, ව්‍යාවර්තන ප්‍රත්‍යාබල යටතේ සිදු වන විරූපණවල දී E දෘඪතා මාපාංකය (n) ලෙස ද, පරිමා විරූපණවල දී E නිකර මාපාංකය (k) ලෙස ද හැඳින්වේ. [දෘඪතා මාපාංකය *(n)* සහ නිකර මාපාංකය *(k)* පිළිබඳ මෙම පාඩමෙහි දී අප විසින් අධ්‍යයනය කරනු ලබන්නේ නැත.]

1.6 ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය, ආතන්‍ය වික්‍රියාව හා යං මාපාංකය



1.4 රූපය

එක් කෙළවරක් කලම්ප කර ඇති මුල් දිග l සහ හරස්කඩ වර්ගඵලය A වන කම්බියක අනෙක් කෙළවරට F ආතන්‍ය බලයක් යෙදූ විට එහි e විතතියක් ඇති වූයේ යැයි ගනිමු (1.4 රූපය).

ඒකක හරස්කඩ වර්ගඵලයක් මත ක්‍රියා කරන ආතන්‍ය බලය, ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය ලෙස හැඳින්වේ.

$$\text{ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය} = \frac{\text{ආතන්‍ය බලය}}{\text{හරස්කඩ වර්ගඵලය}} = \frac{F}{A}$$

$$\text{ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලයේ ඒකක} = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2} = \mathrm{N\,m^{-2}}\ (\mathrm{Pa})$$

ඒකක දිගක විතතිය, ආතන්‍ය වික්‍රියාව ලෙස හැඳින්වේ.

$$\text{ආතන්‍ය වික්‍රියාව} = \frac{\text{විතතිය}}{\text{මුල් දිග}} = \frac{e}{l}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විකිරියාව සමාන රාශි දෙකකින් යුත් අනුපාතයක් නිසා එයට ඒකක නැත.

ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාව තුළ දී ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලයත්, ආතන්‍ය විකිරියාවත් අතර අනුපාතය කම්බියේ ද්‍රව්‍යයෙහි යං මාපාංකය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

$$\text{යං මාපාංකය} = \frac{\text{ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය}}{\text{ආතන්‍ය විකිරියාව}}$$

යං මාපාංකයේ සංකේතය Y වේ.

$$Y = \frac{F/A}{e/l} \qquad \text{———} \quad (1.1)$$

$$\text{යං මාපාංකයේ ඒකක} = \mathrm{N\,m^{-2}}\ (\mathrm{Pa})$$

$$\text{යං මාපාංකයේ මාන} = \frac{\mathrm{M\,L\,T^{-2}}}{\mathrm{L^2}}$$

$$= \mathrm{M\,L^{-1}\,T^{-2}}$$

ද්‍රව්‍ය කිහිපයක යං මාපාංක 1.1 වගුවේ දැක්වේ.

1.1 වගුව
ද්‍රව්‍ය කිහිපයක යං මාපාංක (20 ^{0}C වලදී)

ද්‍රව්‍යය	යං මාපාංකය ($\times 10^{11}$ N m^{-2})
වානේ	2.0
තඹ	1.2
පිත්තල	0.9
ඇලුමිනියම්	0.7
වීදුරු	0.5

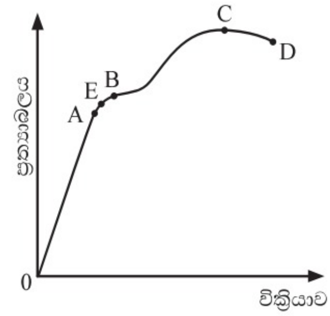
යං මාපංකයේ අර්ථ දැක්වීම මත පදනම් වූ ඉහත (1.1) සමීකරණය හුක් නියමය වෙනත් ආකාරයකට ප්‍රකාශ කිරීමක් ලෙස සැලකිය හැකි ය.

එය $F = \left(\dfrac{A\,y}{l}\right) e$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

එහි $F = k\,e$; මෙහි $k = \dfrac{A\,y}{l}$ වේ. k බල නියතය ලෙස හැඳින්වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.7 වික්‍රියාව සහ ප්‍රත්‍යාබලය අතර ප්‍රස්තාරය



1.5 රූපය

A = සමානුපාතික සීමාව
E = ප්‍රත්‍යාස්ථතා සීමාව
B = අවනති ලක්ෂ්‍යය
BC = සුවිකාර්ය විරූපණය
C = භේදක ප්‍රත්‍යාබලය
D = භේදක ලක්ෂ්‍යය
OE = ප්‍රත්‍යාස්ථ විරූපණය

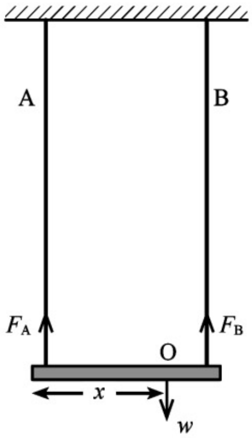
කම්බියක ආකාරයෙන් ඇති ද්‍රව්‍යයක වික්‍රියාව එදිරියෙන් ප්‍රත්‍යාබලය ප්‍රස්තාර ගැන්වූ විට 1.5 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ ප්‍රස්තාරයක් ලැබේ. ප්‍රස්තාරය OA සරල රේඛීය කොටසකින් ද, AEBCD වක්‍රයකින් ද යුක්ත ය. OA සරල රේඛාවෙන් ප්‍රත්‍යාබලය වික්‍රියාවට අනුලෝමව සමානුපාතික බව නිරූපණය වේ. A සමානුපාතික සීමාව ලෙස හැඳින්වේ. A සිට E දක්වා වික්‍රියාව ප්‍රත්‍යාබලයට සමානුපාතික නොවේ. එහෙත් මෙම වක්‍රයේ O සිට E දක්වා සීමාව තුළ දී ප්‍රත්‍යාබලය ක්‍රමයෙන් අඩු කළ විට වික්‍රියාව අඩු වන්නේ මේ වක්‍රය අනුගමනය කරමිනි. භාරය මුළුමනින් ම ඉවත් කළ විට කම්බිය යළිත් එහි මුල් දිග ම අත් කර ගනියි. ඒ OE සීමාව තුළ ද කම්බිය ප්‍රත්‍යාස්ථ ලෙස හැසිරේ. E ලක්ෂ්‍යය ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාව ලෙස හැඳින්වේ. OE ප්‍රදේශය තුළ දී භාරය යෙදීමෙන් කම්බියෙහි ප්‍රත්‍යාස්ථ විරූපණයක් ඇති වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ. ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාව (E) ට ඔබ්බෙන් අවනති ලක්ෂ්‍යය (B) පිහිටයි. මෙම ලක්ෂ්‍ය දෙක අතර ප්‍රදේශයෙහි කම්බියට යොදනු ලබන බලය අනුව විතතිය ඇතිවීමට තුඩු දෙන ක්‍රියාවලි දෙකකි. කම්බියෙහි පවතින ප්‍රත්‍යාස්ථ ගුණාංගය හේතු කොට ගෙන විතතිය ඇතිවීම එක් ක්‍රියාවලියකි. අනෙක් ක්‍රියාවලිය සිදු වන්නේ කම්බියෙහි පවතින සුවිකාර්ය හෙවත් ප්ලාස්ටික් ගුණාංගය හේතු කොට ගෙනයි. කම්බිය අභ්‍යන්තරයේ වූ අණු ස්තර එකිනෙක මත සර්පණය වීමෙන් මෙම සුවිකාර්ය ගුණාංගය ඇති වේ. අවනති ලක්ෂයට (B) ඔබ්බෙන් වූ ප්‍රදේශයෙහි කම්බියෙහි විතතිය ඇති වනුයේ වැඩි වශයෙන් මෙම සුවිකාර්ය ගුණාංගය හේතු කොට ගෙනයි. එබැවින් ප්‍රස්තාරයේ එම කොටසෙහි අඩු ආනතියක් නැතහොත් භාරයෙහි කුඩා වෙනසකට විතතියෙහි විශාල වෙනස් වීමක් පෙන්නුම් කරයි. මේ අනුව ප්‍රස්තාරයෙහි අවනති ලක්ෂ්‍යයට ඔබ්බෙන් වූ ප්‍රදේශය තුළ කම්බියෙහි සුවිකාර්ය විරූපණයක් ඇති වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ. අවනති ලක්ෂ්‍යය ඉක්මවා යන භාරයක් කම්බියට යොදා එම භාරය ඉවත් කළ විට කම්බියෙහි ස්ථිර කුඩා විතතියක් ඉතිරි වන අතර කම්බියට භාරය යොදන විට එහි දිග වැඩි වන පථය ඔස්සේම කම්බියෙන් භාරය ඉවත් කිරීමේ දී එහි දිග අඩුවීම මේ විට සිදු නොවේ. කම්බියට යොදනු ලබන භාරය වැඩි කර ගෙන යාමේදී ප්‍රස්තාරයේ C වැනි ලක්ෂ්‍යයක දී එයට දැරිය හැකි උපරිම භාරය පෙන්නුම් කෙරේ. එම ලක්ෂ්‍යය භේදක භාරය ලෙස නම් කරනු ලබන අතර ඉන් පසු කම්බිය සිහින් වී D වැනි ලක්ෂ්‍යයක දී එය කැඩී යයි. D ලක්ෂ්‍යය භේදක ලක්ෂ්‍යය ලෙස නම් කෙරේ.

විසඳූ උදාහරණ:

(1) 100 cmක් දිගැති සැහැල්ලු දණ්ඩක් සමාන දිගැති A සහ B කම්බි දෙකකින් එල්ලා ඇත. දණ්ඩ තිරස්ව ද කම්බි දෙක දෙකෙළවරට ගැටගසා ද ඇත. A හි හරස්කඩ වර්ගඵලය 1 mm^2 ද B හි හරස්කඩ වර්ගඵලය 2 mm^2 ද වේ. A සහ B හි සමාන වික්‍රියා ඇති කිරීමට w බරක් දණ්ඩෙහි කුමන ලක්ෂ්‍යයක එල්ලිය යුතු ද?

A කම්බියෙහි යං මාපාංකය $= 2.0 \times 10^{11}$ N m^{-2}

B කම්බියෙහි යං මාපාංකය $= 1.6 \times 10^{11}$ N m^{-2}



විසඳුම

A සහ B කම්බිවල ආතති පිළිවෙළින් F_A සහ F_B ද A කම්බිය එල්ලූ කෙළවර සිට භාරය එල්ලන ස්ථානයට ඇති දුර x ද යැයි ගනිමු.

කම්බිවල වික්‍රියාව s නම්,

A කම්බිය සඳහා, $$\frac{F_A}{1 \times 10^{-6}} = 2.0 \times 10^{11} \times s \quad \text{——— (1)}$$

B කම්බිය සඳහා $$\frac{F_B}{2 \times 10^{-6}} = 1.6 \times 10^{11} \times s \quad \text{——— (2)}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{2\,F_A}{F_B} = \frac{2.0}{1.6}$$

$$\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{5}{8}$$

O වටා ඝූර්ණ ගැනීමෙන්,

$$F_A \times x = F_B \times (100 - x)$$

$$\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{(100 - x)}{x} = \frac{5}{8}$$

$$\therefore x = \underline{\underline{61.5}}$$ x දිග 61.5 cm වේ.

(2) එක එකෙහි දිග 1.5 m සහ විෂ්කම්භය 2 mm වන සිලින්ඩරාකාර තඹ කම්බියක් සහ සිලින්ඩරාකාර වානේ කම්බියක් එක් කෙළවරක දී සම්බන්ධ කර ඇත්තේ 3 m දිග සංයුක්ත කම්බියක් සෑදෙන පරිදි ය. කම්බියේ දිග 3.003 m වන තුරු එයට භාරයන් යොදනු ලැබේ. තඹ සහ වානේ කම්බිවල වික්‍රියා සහ කම්බියට යෙදූ බලය ගණනය කරන්න.

(තඹ සඳහා යං මාපාංකය $= 1.2 \times 10^{11}$ N m^{-2}, වානේ සඳහා යං මාපාංකය $= 2.0 \times 10^{11}$ N m^{-2} ද වේ. $\pi = 3.14$ ලෙස සලකන්න.)

විසඳුම

විතතිය $e = \dfrac{l\,F}{E\,A}$, මෙහි l = මුල් දිග , F = යෙදූ බලය, E = යං මාපාංකය

A = හරස්කඩ වර්ගඵලය

තඹ කම්බියේ විතතිය $e_{Cu} = \dfrac{1.5\,F}{1.2 \times 10^{11} \times 3.14 \times (\,1 \times 10^{-3}\,)^2}$

$$= \frac{1.5\,F}{1.2 \times 3.14 \times 10^5}$$

වානේ කම්බියේ විතතිය $e_{Fe} = \dfrac{1.5\,F}{2 \times 10^{11} \times 3.14 \times (\,1 \times 10^{-3}\,)^2}$

$$= \frac{1.5\,F}{1.2 \times 3.14 \times 10^5}$$

සංයුක්ත කම්බියේ විතතිය $e = e_{Cu} + e_{Fe}$

$$0.003 = \frac{1.5\,F}{1.2 \times 3.14 \times 10^5} + \frac{1.5\,F}{2 \times 3.14 \times 10^5}$$

$$= \frac{1.5\,F}{3.14 \times 10^5}\left(\frac{1}{1.2} + \frac{1}{2}\right)$$

$$F = \frac{0.003 \times 3.14 \times 10^5 \times 1.2 \times 2}{1.5 \times 3.2}$$

$$= \underline{\underline{471\ \mathrm{N}}}$$

බලයේ විශාලත්වය 471 N වේ.

$e = \dfrac{l\,F}{E\,A}$; වික්‍රියාව, $\dfrac{e}{l} = \dfrac{F}{E\,A}$ බැවින්

තඹ කම්බියේ වික්‍රියාව $= \dfrac{471\ \mathrm{N}}{(1.2 \times 10^{11}\ \mathrm{N\,m^{-2}}) \times 3.14 \times [(1 \times 10^{-3})^2\ \mathrm{m^2}]}$

$$= \frac{471}{1.2 \times 3.14 \times 10^5} = \underline{\underline{1.25 \times 10^{-3}}}$$

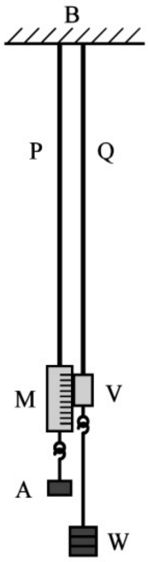
වානේ කම්බියේ වික්‍රියාව $= \dfrac{471\ \mathrm{N}}{(2.0 \times 10^{11}\ \mathrm{N\,m^{-2}}) \times (3.14 \times [1 \times 10^{-3})^2]\ \mathrm{m^2}}$

$$= \frac{471}{2 \times 3.14 \times 10^5} = \underline{\underline{0.75 \times 10^{-3}\ \mathrm{m}}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.8 ලෝහ කම්බියක යං මාපාංකය පරීක්ෂණාත්මකව සෙවීම

පරීක්ෂණය සඳහා වානේ කම්බියක් යොදා ගනු ලබන අතර, 1.6 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ පරීක්ෂණාත්මක ඇටවුමක් යොදා ගනු ලැබේ. පරීක්ෂණයේ ප්‍රතිඵල වඩා නිරවද්‍ය හා සාර්ථක ලෙස ලබා ගැනීම සඳහා පරීක්ෂණය සැලසුම් කිරීමේ දී හා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී පහත සඳහන් කරුණු ගැන සැලකිලිමත් විය යුතු ය.



1.6 රූපය

(1) කම්බිය සිහින්ව ඇති විට කුඩා භාරයකට (kg කිහිපයක) පවා විශාල ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලයක් ඇති කරයි. ඒ නිසා දිග කම්බියක් යොදා ගැනීමෙන් මැනිය හැකි විතතියක් අත් කර ගත හැකි ය.

(2) එක ම ද්‍රව්‍යයෙන් තැනූ එක ම දිගින් යුත් P හා Q කම්බි දෙකක් භාවිතයෙන් පහත සඳහන් දෝෂ ශෝධනය වේ.

- i. Q කම්බියට භාරයන් යොදන විට ආධාරකයේ පහත් වීමෙන් සිදු වන දෝෂය
- ii. උෂ්ණත්වයේ වෙනස් වීමෙන් ප්‍රසාරණය වීම නිසා සිදු වන දෝෂය

(3) කම්බිය නැමිවලින් තොරව සිටින සේ අගට භාරයක් යෙදිය යුතු ය. නැමි ඇති වූ විට විතතිය නිවැරදිව මැනිය නොහැකි ය.

(4) විතතිය ඉතා කුඩා නිසා එය නිවැරදිව මැනීමට ව'නියර පරිමාණයක් අවශ්‍ය වේ. කම්බියේ මුල් දිග මැනීමට මීටර කෝදුවක් ප්‍රමාණවත් වේ. මන්ද යත් මුල් දිග (4 m = 4000 mm) හා සසඳන විට 1 mmකින් සිදු වන භාගික දෝෂය නොගිණිය හැකි බැවිනි.

(5) කම්බිය සිහින් නිසා එහි අරය ලබා ගැනීම සඳහා කම්බියේ තැන් කිහිපයක මයික්‍රොමීටර ඉස්කුරුප්පු ආමානය භාවිත කර විෂ්කම්භය මැන, ඒ අගයන්ගේ මධ්‍යන්‍ය අගය සෙවිය යුතු ය.

(6) භාරයන් ඉවත් කරන අවස්ථාවල දී ද ව'නියර පරිමාණය භාවිත කර කම්බියේ විතතිය සඳහා පාඨාංක ලබා ගත යුතු ය.

සිවිලිමක ඇති B බාල්කයෙන් P හා Q කම්බි එල්ලා ඇත. 1.6 රූපයේ දැක්වෙන ඇටවුමේ P කම්බියට mm වලින් ක්‍රමාංකනය කර ඇති M පරිමාණයක් සම්බන්ධ කර ඇති අතර එය A භාරය මඟින් සිරස් ව තබා ඇත. Q කම්බියට M හා ස්පර්ශව සිටින පරිදි V ව'නියර පරිමාණයක් සම්බන්ධ කර ඇති අතර, එයට A භාරයට සමාන බරකින් යුත් තැටියක් සම්බන්ධ කර ඇත. ඒ තැටියට 0.5 kg බැගින් වන W භාරයන් එකතු කිරීමෙන් කම්බියේ ආතතිය වෙනස් කළ හැකි ය.

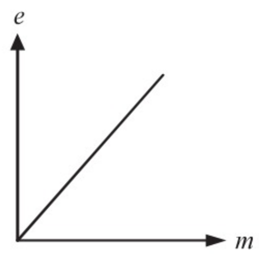
බර එකතු කරන විට දී භාරයට අනුරූප විතතිය සඳහා ව'නියර පරිමාණය භාවිත කර පාඨාංක ලබා ගන්න. බර ඉවත් කරන විට දී ද විතතිය සඳහා පාඨාංක ලබා ගෙන, පාඨාංක 1.2 වගුවේ සටහන් කර ගන්න.

මීටර කෝදුවක් භාවිත කර කම්බියේ මුල් දිග l මැන සටහන් කර ගන්න. මයික්‍රොමීටර ඉස්කුරුප්පු ආමානය භාවිත කර කම්බියේ වෙනස් ස්ථාන තුනක එකිනෙකට ලම්බක දිශා දෙකක් ඔස්සේ විෂ්කම්භය මැන සටහන් කර ගන්න. ඒ ඇසුරෙන් කම්බියේ විෂ්කම්භයේ මධ්‍යන්‍ය අගය d සොයා ගන්න. එමගින් කම්බියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A ගණනය කරන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.2 වගුව			
භාරය m (kg)	වර්නියර පාඨාංකය		විතතිය e (m)
	බර එකතු කරන විට	බර ඉවත් කරන විට	

කම්බියේ මුල් දිග l ද, හරස්කඩ වර්ගඵලය A ද, m ස්කන්ධයක් එල්ලූ විට කම්බියේ විතතිය e ද යැයි ගනිමු. කම්බිය තනා ඇති ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය Y නම්,



1.7 රූපය

$$Y = \frac{mg/A}{e/l}$$

$$\frac{Ye}{l} = \frac{mg}{A}$$

$$e = \left(\frac{lg}{YA}\right) m$$

m එදිරියෙන් e ප්‍රස්තාර ගැන්වූ විට 1.7 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ ප්‍රස්තාරයක් ලැබේ.

$$\text{ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය} = \frac{lg}{YA}$$

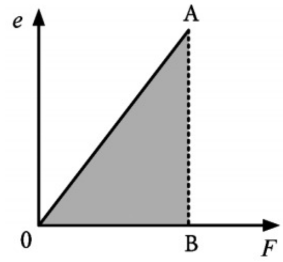
$$\therefore \; Y = \frac{lg}{A \times (\text{අනුක්‍රමණය})}$$

l, g, A සහ අනුක්‍රමණයේ අගයයන් ඉහත ප්‍රකාශනයේ ආදේශයෙන් Y නිර්ණය කළ හැකි ය.

[මේ පරීක්ෂණය පිළිබඳ විස්තර, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය මගින් සකස් කර ඇති, අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) ප්‍රායෝගික භෞතික විද්‍යාව අත්පොත ග්‍රන්ථයේ (2017 සිට ක්‍රියාත්මක විෂය නිර්දේශය සඳහා අදාළ) අඩංගු වේ.]

1.9 ඇදි කම්බියක ගබඩා වී ඇති ශක්තිය

ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාව තුළ කම්බියක් ඇදීමේ දී කරන කාර්යය සලකා බලමු. එක් කෙළවරක් කලම්ප කර ඇති සිහින් කම්බියක අනෙක් කෙළවරට F බලයක් යෙදූ විට එහි e විතතියක් ඇති වූයේ යැයි සිතමු. ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාව නොඉක්මවූයේ නම් විතතිය යෙදූ භාරයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ (1.8 රූපය).



1.8 රූපය

කම්බිය මත යෙදූ බලය ශූන්‍ය අගයේ සිට F දක්වා වැඩි විය.

$$\text{කම්බිය මත ක්‍රියා කරන බලයේ මධ්‍යන්‍ය අගය} = \frac{0+F}{2} = \frac{F}{2}$$

මේ මධ්‍යන්‍ය බලය යටතේ කම්බිය e ප්‍රමාණයකට ඇදෙන බැවින්,

$$\text{ඇදීමේ දී කරනු ලබන කාර්යය} = \text{මධ්‍යන්‍ය බලය} \times \text{විතතිය}$$

$$= \frac{1}{2}F \times e = \frac{1}{2}F\,e$$

මේ කාර්යය කම්බියේ ශක්තිය වශයෙන් ගබඩා වේ.

$$\therefore \text{ ඇදි කම්බියේ ගබඩා වී ඇති ශක්තිය} = \frac{1}{2}F\,e$$

1.8 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි භාරය එදිරියෙන් විතතිය ප්‍රස්තාරයේ,

$$\text{ප්‍රස්තාරය යට වර්ගඵලය} = \text{OAB}\Delta$$

$$= \frac{1}{2}\,\text{OB} \times \text{AB} = \frac{1}{2}F\,e$$

∴ ඇදි කම්බියක ගබඩා වී ඇති ශක්තිය භාරය එදිරියෙන් විතතිය ප්‍රස්තාරය යට වර්ගඵලයට සමාන වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.10 උෂ්ණත්වයේ වෙනස්වීම් අනුව කලම්ප කර ඇති දඬුවල හා තන්තුවල ගොඩනැගෙන බල

1.9 රූපය

දෙකෙළවරින් කලම්ප කර ඇති දණ්ඩක් රත් කළ විට දණ්ඩ ප්‍රසාරණය වීමට යත්න දරයි. එහෙත් එය කලම්ප කර ඇති බැවින් ප්‍රසාරණය විය නොහැකි ය. ඒ නිසා දණ්ඩ මඟින් කලම්ප මත තෙරපුම් බලයක් ඇති කරයි. දණ්ඩේ උෂ්ණත්වය θ °C වලින් නැංවූ විට එය e ප්‍රමාණයකින් ප්‍රසාරණය වන්නේ යැයි සිතමු (දෙවැනි කලම්පය නැති නම්). ඒ නිසා දණ්ඩ මඟින් ඇති කරන තෙරපුම් බලය F දණ්ඩ e ප්‍රමාණයකින් තෙරපීමෙන් ගොඩනැගෙන බලයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය [1.9 (a) රූපය].

දෙකෙළවරින් කලම්ප කර ඇති කම්බියක් සිසිල් කළ විට කම්බිය සංකෝචනය වීමට යත්න දරයි. එහෙත් එය කලම්ප කර ඇති බැවින් සංකෝචනය විය නොහැකි ය. ඒ නිසා කම්බිය මඟින් කලම්ප මත ආතති බලයක් ඇති කරයි. කම්බියේ උෂ්ණත්වය θ °C වලින් සිසිල් කළ විට එය e ප්‍රමාණයකින් සංකෝචනය වන්නේ යැයි සිතමු (කලම්ප නැති නම්). ඒ නිසා කම්බිය මඟින් ඇති කරන ආතති බලය F කම්බිය e ප්‍රමාණයකින් ඇදීමෙන් ගොඩනැගෙන බලයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය [1.9 (b) රූපය]. දණ්ඩ/ කම්බිය තනා ඇති ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය Y ද, රේඛීය ප්‍රසාරණතාව α ද, දණ්ඩේ/ කම්බියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A ද මුල් දිග l ද නම්,

$$Y = \frac{F/A}{e/l}$$

$$F = \frac{YAe}{l}$$

නමුත්, $e = \alpha l\theta$

$$\therefore\ F = \frac{YA\,\alpha\, l\theta}{l}$$

$$F = YA\,\alpha\,\theta$$

ප්‍රසාරණය වැළැක්වුනු දණ්ඩ මත තෙරපුම් බලය සඳහා ද මෙම ප්‍රකාශනය ම ව්‍යුත්පන්න කිරීමෙන් ලැබේ.

(3) ආරම්භක දිග 500 mm ක් සහ විෂ්කම්භය 8.0 mm ක් වන ඒකාකාර යකඩ දණ්ඩක් 0.4 mm කින් ප්‍රසාරණය වන තුරු ඒකාකාරව රත් කරනු ලැබේ. ඉන් පසු ඒ දණ්ඩ එහි දෙකෙළවරින් දෘඪ ලෙස කලම්ප කර සිසිල් වීමට ඉඩ හරිනු ලැබේ. දණ්ඩ සංකෝචනය විය නොහැකි බැවින් එහි ආතතියක් ගොඩනැගේ. දණ්ඩ සිසිල් වූ පසු එහි ආතතිය සහ එහි ගබඩා වූ ශක්තිය ගණනය කරන්න. දණ්ඩ සඳහා යං මාපාංකය 1.8×10^{11} Pa බව උපකල්පනය කරන්න. $\pi = 3.14$ ලෙස සලකන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳුම

විතතිය e_0 $= 0.4\ \text{mm}$

$= 0.4 \times 10^{-3}\ \text{m}$

$= 4 \times 10^{-4}\ \text{m}$

ආරම්භක දිග l_0 $= 500\ \text{mm}$

$= 500 \times 10^{-3}\ \text{m}$

$= 0.5\ \text{m}$

හරස්කඩ වර්ගඵලය A $= \pi \times \left(\frac{8.0}{2} \times 10^{-3}\right)^2$

$= \pi \times (4 \times 10^{-3})^2\ \text{m}^2$

$= 3.14 \times 16 \times 10^{-6}\ \text{m}^2$

$= 50.24 \times 10^{-6}\ \text{m}^2$

$= 5.024 \times 10^{-5}\ \text{m}^2$

$\approx 5.02 \times 10^{-5}\ \text{m}^2$

දණ්ඩ සිසිල් වූ පසු ආතතිය T_0 ,

$$T_0 = \frac{A\,E}{l_0}\, e_0$$

$$= \frac{(5.02 \times 10^{-5}\ \text{m}^2) \times (1.8 \times 10^{11}\ \text{N m}^{-2}) \times (4 \times 10^{-4}\ \text{m})}{(0.5\ \text{m})}$$

$$= \underline{\underline{7.24 \times 10^{3}\ \text{N}}}$$

ගබඩා වූ ශක්තිය $= \frac{1}{2}\, T_0\, e_0$

$$= \frac{1}{2} \times (7.24 \times 10^{3}\ \text{N}) \times (4 \times 10^{-4}\ \text{m})$$

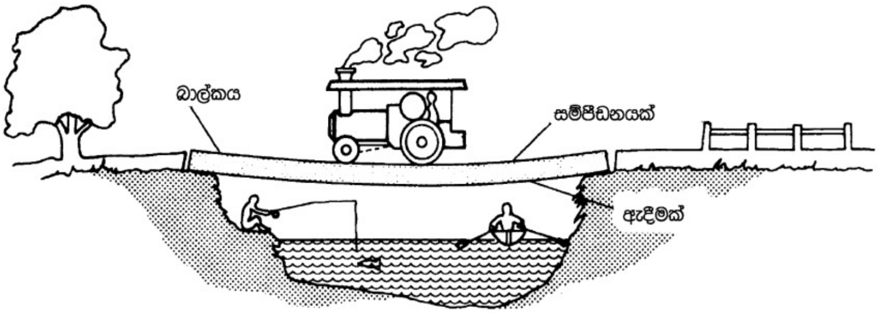
$$= \underline{\underline{1.45\ \text{J}}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.11 දෛනික ජීවිතයේ දී ප්‍රත්‍යාස්ථතාව යොදා ගන්නා අවස්ථා

යං මාපාංකයේ අගය සාම්පලයේ මාන මත නොව ද්‍රව්‍යයේ ස්වභාවය මත රඳා පවතී. ද්‍රව්‍යයක යං මාපාංකය විශාල අගයක් ගනී නම් එය ප්‍රත්‍යාස්ථ විරූපණයට ප්‍රබල ලෙස විරුද්ධත්වයක් දක්වන අතර කුඩා විකියාවක් ඇති කිරීමට විශාල ප්‍රත්‍යාබලයක් අවශ්‍ය වේ.

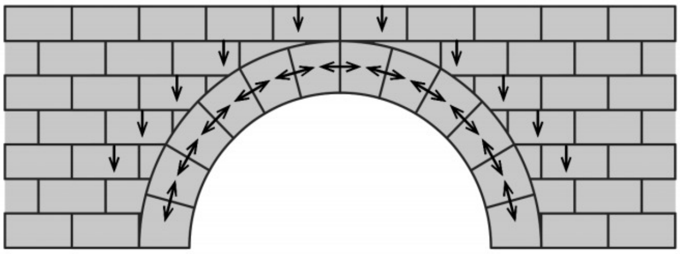
ඉංජිනේරු විද්‍යාවේ දී යං මාපාංකය ඉතා වැදගත් වේ. මුල් අවධියේදී දුම්රිය පාලම් තැනීම සඳහා යකඩ භාවිත කරන ලදි. එහෙත් කෙටි කාලයකින් ඒවායේ බිඳවැටීම් දක්නට ලැබිණි. ඒ නිසා නිර්මාණ කටයුතුවල දී ද්‍රව්‍ය සකසුරුවමින් හා ආරක්ෂාකාරීව පරිහරණය කිරීමට විශ්වාස කටයුතු ශක්ති ගණනය කිරීම්වල අත්‍යවශ්‍ය බව කෙරෙහි අවධානය යොමු විය. මේ නිවැරදි ගණනය කිරීම් සඳහා දැන ගත යුතු එක් අංගයක් වන්නේ යං මාපාංකයයි.



1.10 රූපය

1.10 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි බාල්කයක් නැමීමට භාජනය වූ විට එහි එක් පෘෂ්ඨයක් තෙරපීමට භාජනය වන අතර අනෙක් පෘෂ්ඨය ඇදීමට භාජනය වේ. මේ සඳහා යං මාපාංකය දායක වේ.

ගොඩනැගිලි ඉදිකිරීම් කටයුතුවල දී ද ප්‍රත්‍යාස්ථතාව ඉතා ප්‍රයෝජනවත් වේ. ගොඩනැගිල්ලේ ඉහළ මාලවල සහ වහලේ බරට ඔරොත්තු දෙන සේ පහළ මාලවල කණු සහ බිත්ති ශක්තිමත්ව සැකසිය යුතු වේ. ගඩොළුවල සම්පීඩන ප්‍රත්‍යාබලය ඉතා අධික වුවත් ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය කුඩා වේ. උළුවස්සකට ඉහළින් පිහිටි ස්ථානයකට හෝ ආරුක්කුවකට ඉහළින් පිහිටි ස්ථානයකට ගඩොළු සාමාන්‍ය ආකාරයට යොදුව හොත් ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබල යටතේ ආරුක්කුව බිඳී යා හැකි ය. මේ නිසා උළුවස්සට හෝ ආරුක්කුවට ඉහළින් ලින්ටලයක් (කොන්ක්‍රීට් බාල්කයක්) යොදා ඒ මත ගඩොළු යොදනු ලැබේ. මෙහි දී ගඩොළු මත ඇති වන්නේ සම්පීඩන ප්‍රත්‍යාබලයකි.

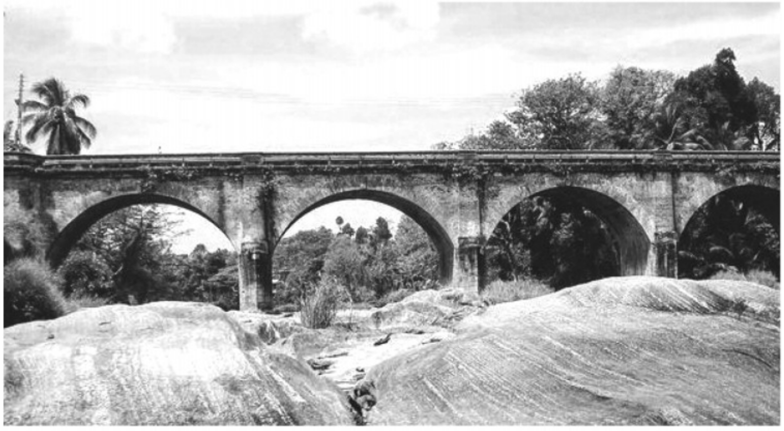


1.11 රූපය

එසේ ම ආරුක්කුවට ඉහළින් 1.11 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට ගඩොළු යෙදූ විට ගඩොළු මත සම්පීඩන බල ක්‍රියා කරන හෙයින් බිඳවැටීමක් සිදු නො වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අතීතයේ දී පාලම් බෝක්කු නිර්මාණය කිරීම සඳහා මෙවැනි ක්‍රම යොදා ගෙන ඇත. 1.12 රූපයේ දැක්වෙන්නේ මේ ආකාරයෙන් නිර්මාණය කර ඇති මාවනැල්ලේ A1 පාලම ය. මෙය තනිකර ගඩොළින් තනා ඇති අතර, කොන්ක්‍රීට් හෝ සිමෙන්ති භාවිත කර නැත.



1.12 රූපය

නිවෙස්වල වහල සැකසීමේ දී යං මාපාංකය පිළිබඳ දැනුම සහ භාවිතය ඉතා වැදගත් වේ. වහලට යොදන සමහර බාල්ක මත තෙරපීම් බල ද, සමහර බාල්ක මත ආතන්‍ය බල ද ක්‍රියා කරයි. ඒ අනුව ද යොදා ගන්නා දැව වර්ගයේ (උදා. කොස්, තේක්ක) ප්‍රත්‍යාස්ථතාව අනුව ද, ඒවායේ දිග හා හරස්කඩ වර්ගඵලය තීරණය කෙරේ.

අභ්‍යාස

(1) (a) විෂ්කම්භය 0.30 mm සහ දිග 15 m වන කම්බියකින් 0.50 kg ක ස්කන්ධයක් එල්ලා ඇත. කම්බි ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය 1.0×10^{11} Pa නම් කම්බියේ ඇති වන විතතිය ගණනය කරන්න.

($g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ලෙස සලකන්න)

(b) එක එකෙහි දිග 1.5 m ක් සහ විෂ්කම්භය 0.20 cm ක් වන වානේ සහ පොස්ෆර් බ්‍රොන්ස් කම්බි දෙකක්, 3.0 m ක් දිග සංයුක්ත කම්බියක් සෑදෙන සේ කෙළවරින් කෙළවරට සම්බන්ධ කර ඇත. කවර ආතතියකින් කම්බියේ මුළු විතතිය 0.064 m ක් ඇති කරයි ද?

(වානේවල යං මාපාංකය $= 2.0 \times 10^{11}$ Pa)

(පොස්ෆර් බ්‍රොන්ස්වල යං මාපාකංය $= 1.2 \times 10^{11}$ Pa)

(2) ප්‍රත්‍යාබලය, විකියාව සහ යං මාපාංකය පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කරන ආකාරය විස්තර කරන්න.

විෂ්කම්භය 0.100 cm සහ දිග 350 cm වන සිරස් වානේ කම්බියක පහළ කෙළවරට 20 kgක භාරයක් යොදා ඇත.

(a) කම්බියේ විතතිය

(b) කම්බියේ ගබඩා වී ඇති ශක්තිය සොයන්න.

(වානේ සඳහා යං මාපාංකය 2.00×10^{11} Pa සහ $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ ලෙස සලකන්න).

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

(3) X සහ Y සිරස් කම්බි දෙකක් එකම තිරස් මට්ටමකින් එල්ලා තිබේ. ඒවායේ පහළ කෙළවරවල් සැහැල්ලු PQ දණ්ඩකින් සම්බන්ධ කර ඇත. කම්බි එක ම A හරස්කඩ වර්ගඵලයක් සහ l දිගකින් ද යුක්ත වේ. දණ්ඩ මත O ලක්ෂ්‍යයක 30 N භාරයක් තබා ඇත. මෙහි $PO : OQ = 1 : 2$ වේ. කම්බි දෙක ම ඇදී පවතින අතර, PQ දණ්ඩ තිරස්ව ඇත. X කම්බිය තනා ඇති ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය 1.0×10^{11} Pa වේ. කම්බි දෙක ම ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාව නොඉක්මවා ඇතැයි සලකමින් Y කම්බියේ යං මාපාංකය ගණනය කරන්න.

(4) නොගිණිය හැකි ස්කන්ධයෙන් යුත් 10^{-6} m^2 ඒකාකාර හරස්කඩ වර්ගඵලයක් සහිත කම්බියක කෙළවරවල් එක ම තිරස් තලයේ 1 m ක පරතරයකින් පිහිටි A සහ B අචල ලක්ෂ්‍ය දෙකකට සම්බන්ධ කර ඇත. ආරම්භයේ දී කම්බිය නොඇදී ඍජුව පවතී. කම්බියේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයට 0.5 kg ක ස්කන්ධයක් සම්බන්ධ කළ විට කම්බියේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය 10 cm ක් පහළින් පිහිටන පරිදි සමතුලිතව එල්ලී ඇත. කම්බිය සඳහා යං මාපාංකය ගණනය කරන්න.

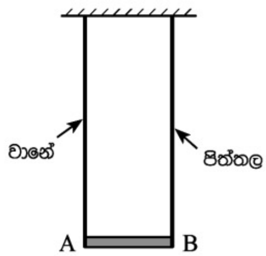
(5) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි සැහැල්ලු දෘඪ දණ්ඩක් වානේ සහ පිත්තල සිරස් කම්බි දෙකකින් තිරස්ව එල්ලා ඇත. එක් එක් කම්බිය 2.00 m ක දිගකින් යුක්ත ය. වානේ කම්බියේ විෂ්කම්භය 0.60 mm වන අතර, AB දණ්ඩේ දිග 0.20 m වේ. 10.0 kg ක ස්කන්ධයක් AB හි මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයෙන් එල්ලූ විට දණ්ඩ තිරස්ව පවතී.

i. එක් එක් කම්බියේ ආතතිය කොපමණ ද?

ii. වානේ කම්බියේ විතතිය සහ එහි ගබඩා වී ඇති ශක්තිය ගණනය කරන්න.

iii. පිත්තල කම්බියේ විෂ්කම්භය ගණනය කරන්න.

iv. මෙහි දී ඇති පිත්තල කම්බිය වෙනුවට විෂ්කම්භය 1.00 mmක් වන වෙනත් පිත්තල කම්බියක් යෙදූ විට AB තව දුරටත් තිරස්ව පිහිටීමට ස්කන්ධය කොතැනින් එල්ලිය යුතු ද?



(වානේවල යං මාපාංකය = 2.0×10^{11} Pa, පිත්තලවල යං මාපාංකය = 1.0×10^{11} Pa වන අතර කම්බි දෙකම ප්‍රත්‍යාස්ථ සීමාවේ පිහිටන බව සලකන්න.)

(6) යං මාපාංකය අර්ථ දක්වන්න.

වානේ කම්බියක යං මාපාංකය නිර්ණය කිරීම සඳහා පරීක්ෂණාගාරයේ දී කළ හැකි පරීක්ෂණයක් පැහැදිලිව නම් කරන ලද රූපසටහනක් උපයෝගී කර ගෙන විස්තර කරන්න.

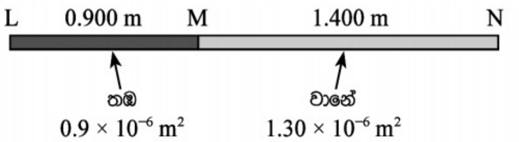
දිග 1 m සහ විෂ්කම්භය 2 mm වූ සිරස් තඹ කම්බියකට ආසන්නව සහ සමාන්තරව සෑම අතින් ම සමාන වානේ කම්බියක් තබා, ඒවායේ ඉහළ කෙළවර දෙක සම්බන්ධ කර ඇත. මේ සංයුක්ත කම්බිය ඉහළ සම්බන්ධිත කෙළවරින් සවි කර, එහි පහළ සම්බන්ධිත කෙළවරින් 20 kg ක භාරයක් එල්ලා තිබේ. සංයුක්ත කම්බියේ විතතිය ගණනය කරන්න.

තඹවල යං මාපාකය = 1.2×10^{11} Pa, වානේවල යං මාපාංකය = 2.0×10^{11} Pa

(7) LM තඹ කම්බිය MN වානේ කම්බියේ M කෙළවරට විලීන (fused) කර ඇත. තඹ කම්බිය දිග 0.900 m සහ හරස්කඩ වර්ගඵලය $0.90\ \ 10^{-6}$ m^{2}කින් යුක්ත ය. වානේ කම්බිය දිග

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.400 m සහ හරස්කඩ වර්ගඵලය 1.30×10^{-6} m^2කින් යුක්ත ය. සංයුක්ත කම්බිය අදිනු ලැබේ. එහි මුළු දිග 0.0100 m කින් වැඩි වේ.



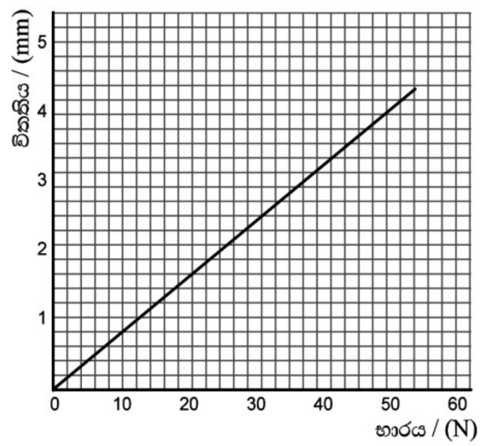
(a) කම්බි දෙකෙහි විතතිවල අනුපාතය

(b) එක් එක් කම්බියේ විතතිය

(c) සංයුක්ත කම්බියට යෙදූ ආතතිය සොයන්න.

(තඹවල යං මාපාංකය = 1.30×10^{11} Pa, වානේවල යං මාපාංකය = 2.10×10^{11} Pa)

(8) ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය සහ යං මාපාංකය අර්ථ දක්වන්න. යොදන භාරය සමඟ කම්බියක විතතිය විචලනය වන ආකාරය ප්‍රස්තාරයේ දැක්වේ. භාවිත කළ කම්බියේ දිග 3.00 m සහ විෂ්කම්භය $5.0 \times 10^{+}$ m වේ.



i. 50 Nක භාරයකින් ඇති වන ආතන්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය ගණනය කරන්න.

ii. භාරය ක්‍රියාත්මක වන විට කම්බියේ ගබඩා වී ඇති ශක්තිය සොයන්න.

iii. භාරය සැපයීමට යෙදූ 5.0 kg ස්කන්ධයේ ගුරුත්වජ විභව ශක්තියේ අඩු වීම ගණනය කරන්න.

iv. ඉහත i. සහ ii. සඳහා පිළිතුරු එකිනෙකට වෙනස් වන්නේ ඇයි දැයි සඳහන් කරන්න.

v. කම්බි ලෝහය සඳහා යං මාපාංකය ගණනය කරන්න.

09. විෂ්කම්භය 240 mm වන වෘත්තාකාර හරස්කඩකින් යුත් යකඩ දණ්ඩක් 600 K ක උෂ්ණත්වයකට රත් කරනු ලැබේ. ඉන් පසු දණ්ඩ වානේ රාමුවක් භාවිත කර දණ්ඩේ දෙකෙළවරට 0.40 m පරතරයකින් සිටින සේ කලම්ප කරනු ලැබේ. දණ්ඩේ උෂ්ණත්වය 300 K ක් දක්වා අඩු කරනු ලැබේ. දණ්ඩ 300 K දක්වා සිසිල් වූ පසු දණ්ඩේ ආතතිය ගණනය කරන්න. යකඩවල යං මාපාංකය 2.0×10^{11} Pa සහ එහි තාප ප්‍රසාරණය එක් එක් 1 Kක උෂ්ණත්ව නැගුමක් සඳහා මීටරයක දිගකට 0.012 mm බව උපකල්පනය කරන්න.

10. ප්‍රත්‍යාබලය, වික්‍රියාව සහ ප්‍රත්‍යාස්ථතා මාපාංකය පැහැදිලි කරන්න.

හූක් නියමය පිළිපදින ඇදි රබර් තන්තුවක ගබඩා වී ඇති ශක්තිය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ආතන්‍ය බලය සහ විතතිය යන පද ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

කැටපෝලයක රබර් පටියක හරස්කඩ වර්ගඵලය 1.0 mm^2 සහ සම්පූර්ණ නොඇදුණු දිග 10.0 cmක් වේ. 5.0 gක ස්කන්ධයෙන් යුත් ගල් කැටයක් ප්‍රක්ෂේපණය කිරීම සඳහා එය 12.0 cmකට අදිනු ලැබේ. ශක්තිය සලකා බැලීමෙන් හෝ අන් ක්‍රමයකින් ප්‍රක්ෂිප්තයේ ප්‍රවේගය ගණනය කරන්න. රබර්වල යං මාපාංකය 5.0×10^{8} Pa වේ. ගණනය කිරීමේ දී ඔබ යොදා ගත් උපකල්පන ප්‍රකාශ කරන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

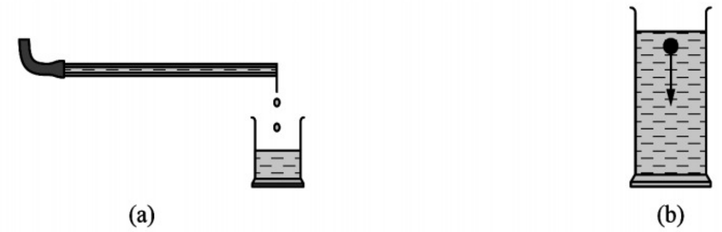
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දෙවන පරිච්ඡේදය

දුස්ස්‍රාවීතාව
(Viscosity)

2.1 හැඳින්වීම

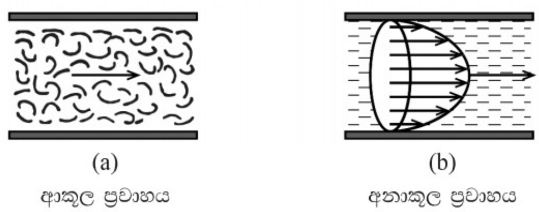
දුස්ස්‍රාවීතාව පිළිබඳ අධ්‍යයනය කිරීමේ දී පළමුව එදිනෙදා ජීවිතයේ දී අප දැක ඇති සංසිද්ධි කිහිපයක් විමසා බලමු. (2.1 රූපය)



2.1 රූපය

පටු නළයක් තුළින් පොල්තෙල්, ග්ලිසරින් වැනි ද්‍රව ගලා යෑම ජලය ගලා යෑමට වඩා අපහසු වේ. උකු ද්‍රවයක් තුළින් කුඩා ගෝලාකාර වස්තුවක් (බයිසිකල් බෙයාරින් බෝලයක් වැනි) පහතට වැටීමට සැලැස්වූ විට එහි ත්වරණය අඩු වන බව පෙනේ. ද්‍රවයක් ප්‍රවාහ වීමේදීත් ද්‍රව තුළින් වස්තුවක් චලනය වීමේදීත් ද්‍රව ස්තර මඟින් චලිතයට එරෙහිව ඝර්ෂණ බලයක් ඇති කරන බව මෙයින් පැහැදිලි වේ. ද්‍රව මඟින් ඇති කරනු ලබන ඝර්ෂණය දුස්ස්‍රාවීතාව ලෙස හැඳින්වේ.

2.2 ආකුල සහ අනාකුල ප්‍රවාහය

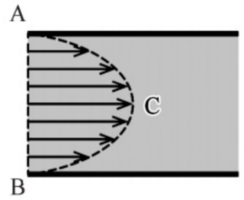


2.2 රූපය

නළයක දෙකෙළවර හරහා යොදන පීඩන අන්තරය වැඩි වූ විට නළය තුළින් ද්‍රවයක් කැලඹී ගමන් කරයි. මෙය ආකුල (turbulent) චලිතයක් [2.2 (a) රූපය] ලෙස හැඳින්වේ. නළයේ දෙකෙළවර හරහා පීඩන අන්තරය විශාල නොවන විට නළය තුළින් ද්‍රවය ඒකාකාරව ගමන් කරයි. මෙය අනාකුල (streamline) (ඒකාකාර, ක්‍රමවත්, ආස්තරීය) චලිතය [2.2 (b) රූපය] ලෙස හැඳින්වේ.

ඒකාකාර හෙවත් ආස්තරීය ප්‍රවාහයේ දී දෙන ලද ඕනෑ ම ලක්ෂ්‍යයක් හරහා ප්‍රවාහ වන සියලු ද්‍රව අංශු එක ම මාර්ගයක එක ම වේගයෙන් ගමන් කරයි. එවැනි ප්‍රවාහයක් ප්‍රවාහ රේඛා මඟින් නිරූපණය කළ හැකි වේ. නළයක් තුළින් ප්‍රවාහ වන ද්‍රවයක ද්‍රව ස්තර අතර සාපේක්ෂ චලිතය

සලකමු. අර්ධ වෘත්තාකාර හරස්කඩකින් යුත් පීල්ලක් තුළින් ඒකාකාරව ප්‍රවාහ වන ජලයේ පෘෂ්ඨය මත AB රේඛාව ඔස්සේ (2.3 රූපය) එක්තරා මොහොතක කුඩා රිජිෆෝම් කැබැලි කිහිපයක් හෙළනු ලැබුව හොත් ඊට ස්වල්ප මොහොතකට පසු ඒ අංශු ACB වක්‍රය ඔස්සේ පිහිටන බව නිරීක්ෂණය කළ හැකි වේ.



2.3 රූපය

මැද ඇති ද්‍රව ස්තරයට උපරිම වේගයක් ඇති අතර, නළයේ මධ්‍යයේ සිට බිත්තිය දෙසට ගමන් කරන විට ස්තරවල වේගය ක්‍රමයෙන් අඩු වී නළයේ බිත්තිය හා ස්පර්ශව ඇති ද්‍රව ස්තරයේ වේගය ශූන්‍ය වන බව මෙයින් පැහැදිලි වේ.

මේ ප්‍රවාහයේ දී එක් ද්‍රව ස්තරයක් මත තව ද්‍රව ස්තරයක් සර්පණය වන පරිදි ද්‍රව ස්තර චලනය වේ. ඒ නිසා ද්‍රව ස්තර අතර සාපේක්ෂ චලිතයට එරෙහිව ඝර්ෂණ බලයක් ක්‍රියා කරයි. මේ ඝර්ෂණ බලය කෙරෙහි බලපාන සාධක සලකා බලමු.

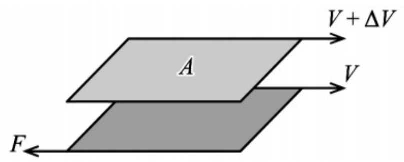
ඝන පෘෂ්ඨ දෙකක් අතර ඝර්ෂණ බලය පෘෂ්ඨවල පොදු වර්ගඵලය මතත්, පෘෂ්ඨ අතර සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය මතත් රඳා නො පවතී. එහෙත් ද්‍රව ස්තර දෙකක් අතර ඝර්ෂණ බලය ස්තර අතර පොදු වර්ගඵලය A මත ද, ස්තර අතර සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය මත ද රඳා පවතී.

ද්‍රව පෘෂ්ඨ අතර පරතරය අනුව ප්‍රවේගයේ වෙනස් වීම, ප්‍රවේග අනුක්‍රමණය ලෙස හැඳින්වේ.

2.4 රූපයේ දක්වා ඇති ස්තර දෙකෙහි ප්‍රවේග පිළිවෙළින් v_1 හා v_2 ($v_1 > v_2$) ද ඒවා අතර පරතරය d ද නම්,

$$\text{ප්‍රවේග අනුක්‍රමණය} = \frac{v_1 - v_2}{d}$$

$$= \frac{\Delta v}{d}$$



2.4 රූපය

ද්‍රව පෘෂ්ඨ අතර ඝර්ෂණ බලය F නම්,

$$F \propto \frac{\Delta v}{d}$$

$$F \propto A\frac{\Delta v}{d}$$

$$F = \eta A\frac{\Delta v}{d}$$

මෙහි η යනු නියත රාශියකි. η අදාළ ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය ලෙස හඳුන්වනු ලබන අතර ඉහත සමීකරණය නිව්ටන් සමීකරණය ලෙස හැඳින්වේ. මේ සමීකරණයට අනුව හැසිරෙන ද්‍රව නිව්ටෝනියානු ද්‍රව ලෙසත්, ඊට අනුකූල නොවන ද්‍රව නිව්ටෝනියානු නොවන ද්‍රව ලෙසත් හැඳින්වේ. බොහෝ ද්‍රව නිව්ටෝනියානු ද්‍රව වේ. තෙල්සායම් වර්ග, මැලියම් වැනි දෑ නිව්ටෝනියානු නොවන ද්‍රව වේ.

2.3 දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය අර්ථ දැක්වීම

ඒකාකාර ප්‍රවාහයේ යෙදෙන තරලයක ප්‍රවේග අනුක්‍රමණය ඒකකයක් වන ස්තර දෙකක ඒකක වර්ගඵලයක් මත ක්‍රියා කරන ස්පර්ශීය බලය, තරලයේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

η හි ඒකක හා මාන

$$\eta = \frac{F}{A.\dfrac{\Delta v}{d}}$$

η හි ඒකක $= \dfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2\,\dfrac{\mathrm{m\,s^{-1}}}{\mathrm{m}}}$

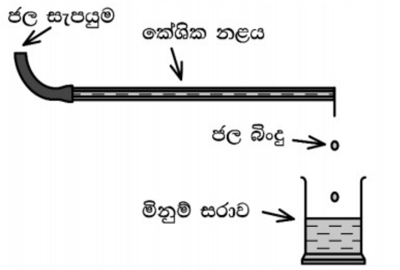
$= \mathrm{N\,s\,m^{-2}}$

η හි මාන $= \dfrac{\mathrm{M\,L\,T^{-2}}}{\mathrm{L^2\,T^{-1}}}$

$= \mathrm{M\,L^{-1}\,T^{-1}}$

2.4 පොයිසෙල්ගේ සමීකරණය

කේශික නළයක් තුළින් ඒකාකාර ප්‍රවාහයේ යෙදෙන ද්‍රවයක ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව සඳහා ප්‍රකාශනයක් පොයිසෙල් සමීකරණය මඟින් ලැබේ.



2.5 රූපය

t කාලයක දී නළය තුළින් ප්‍රවාහ වන ද්‍රව පරිමාව V ද, නළයේ අරය a ද දිග l ද, නළයේ දෙකෙළවර හරහා පීඩන අන්තරය $\Delta p = p_1 - p_2$ ද නම්,

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi a^4}{8\eta}\left(\frac{\Delta p}{l}\right)$$

මෙය පිළිබඳ මුල් වරට වර්ෂ 1944 දී අධ්‍යයනය කළ ප්‍රංශ ජාතික විද්‍යාඥ ලෙනාඩ් පොයිසෙල්ගේ නමින් ඉහත සඳහන් සමීකරණය 'පොයිසෙල් සමීකරණය' ලෙස හැඳින්වේ.

පොයිසෙල් සමීකරණය මාන වශයෙන් නිවැරදි බව පෙන්වීම

1. $\dfrac{V}{t}$ හි මාන $= \dfrac{\mathrm{L^3}}{\mathrm{T}} = \mathrm{L^3\,T^{-1}}$

$\left(\dfrac{\Delta p}{l}\right)$ හි මාන $= \left(\dfrac{\mathrm{M\,L\,T^{-2}}}{\mathrm{L^2}}\right)\dfrac{1}{\mathrm{L}} = \mathrm{M\,L^{-2}\,T^{-2}}$

η හි මාන $= \mathrm{M\,L^{-1}\,T^{-1}}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$\frac{\pi a^4}{8\eta}\left(\frac{\Delta p}{l}\right) \text{ හි මාන} = \frac{M\,L^{-1}\,T^{-2} \times L^4}{M\,L^{-1}\,T^{-1} \times L}$$

$$\frac{L^4}{M\,L^{-1}\,T^{-1}}\,M\,L^{-2}\,T^{-2} = L^3\,T^{-1}$$

$$= L^3\,T^{-1}$$

වම් පැත්තේ මාන = දකුණු පැත්තේ මාන

$\therefore$ පොයිසෙල් සමීකරණය මාන වශයෙන් නිවැරදි වේ.

පොයිසෙල් සමීකරණය වලංගු වන තත්ත්ව:

(a) ද්‍රව ප්‍රවාහය ආස්තරීය (අනාකුල) විය යුතු ය. මේ සඳහා ද්‍රවය කුඩා පීඩන අන්තරයක් යටතේ ගලා යා යුතු ය.

(b) ද්‍රවය අනවරත තත්ත්ව යටතේ ප්‍රවාහ විය යුතු ය.

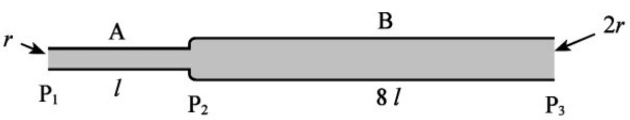
(c) ද්‍රවය අසම්පීඩ්‍ය විය යුතු ය.

(d) නළය තිරස් සහ සිහින් විය යුතු ය.

විසඳූ උදාහරණය:

අභ්‍යන්තර අරයයන් පිළිවෙළින් r සහ $2r$ වන A සහ B නළ දෙකක් කෙළවරින් කෙළවරට සම්බන්ධ කර ඇති අතර, ඒවා තුළින් ද්‍රවයක් ඒකාකාරව ප්‍රවාහ වේ. B නළය, A නළය මෙන් අට ගුණයක් දිගින් යුක්ත වන අතර, සංයුක්ත නළයේ කෙළවර අතර පීඩන අන්තරය $9000\ \mathrm{N\,m^{-2}}$ නම්, A හරහා පීඩන අන්තරය කොපමණ ද?

විසඳුම



A නළයේ කෙළවරේත්, නළවල සන්ධියේත්, B නළයේ කෙළවරත් පීඩන පිළිවෙළින් p_1, p_2 සහ p_3 යැයි ගනිමු.

නළ තුළින් ද්‍රවය ඒකාකාරව ප්‍රවාහ වන බැවින් පොයිසෙල් සමීකරණයට අනුව,

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi\,(p_1 - p_2)\,r^4}{8\,\eta\,l} \qquad \text{——— ①}$$

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi\,(p_2 - p_3)\,(2r)^4}{8\,\eta \times 8\,l} \qquad \text{——— ②}$$

මෙහි η යනු දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

② - ①,

$$(p_1 - p_2) = 2(p_2 - p_3)$$

$$\therefore \quad \frac{p_2 - p_3}{p_1 - p_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{p_2 - p_3}{p_1 - p_2} + 1 = \frac{1}{2} + 1$$

$$\frac{p_2 - p_3 + p_1 - p_2}{p_1 - p_2} = \frac{1+2}{2}$$

$$\frac{p_1 - p_3}{p_1 - p_2} = \frac{3}{2}$$

නමුත් $\quad p_1 - p_3 = 9000 \text{ N m}^{-2}$

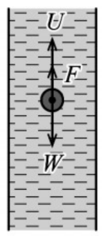
$$\therefore \quad \frac{9000}{p_1 - p_2} = \frac{3}{2}$$

$$\therefore \quad p_1 - p_2 = 6000 \text{ N m}^{-2}$$

$\therefore$ A නළය හරහා පීඩන අන්තරය $= 6000 \text{ N m}^{-2}$

2.5 දුස්ස්‍රාවී මාධ්‍යයක් තුළින් නිදහසේ පහළට චලනය වන කුඩා ගෝලාකාර වස්තුවක චලිතය

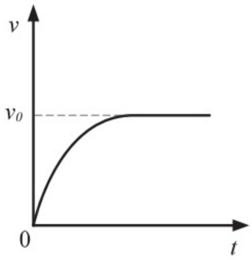
ආරම්භයේ දී ගෝලය මත ක්‍රියා කරන බල වනුයේ ගෝලයේ බර W සහ ද්‍රවය මඟින් ගෝලය මත ඇති කරන උඩුකුරු තෙරපුම U වේ (2.9 රූපය).



2.8 රූපය

$W > U$ නම්, ගෝලය මත අසංතුලිත බලයක් ක්‍රියා කරන බැවින් එය ත්වරණයකින් ගමන් කරයි. වස්තුවක් ද්‍රවයක් තුළ මෙලෙස චලිත වීමේ දී ඒ වස්තුවට ආසන්නයේ ඇති ද්‍රව ස්තර වස්තුවේ වේගයෙන් චලිත වන අතර, වස්තුවෙන් ඔබ්බට ඇති ද්‍රව ස්තරවල වේගය ක්‍රමයෙන් අඩු වී නිශ්චල වේ. මෙලෙස වස්තුවේ චලිතය හේතු කොට ගෙන ද්‍රව ස්තර අතර සාපේක්ෂ චලිතයක් ඇති වේ. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස අනුයාත ද්‍රව ස්තර දෙකක් අතර දුස්ස්‍රාවී ඝර්ෂණ බල ඇති වේ. මේ ඝර්ෂණ බලවල සම්ප්‍රයුක්තය වස්තුව මත වස්තුව චලිත වන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට ඇති වේ. ඒ නිසා එහි ත්වරණය ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. ගෝලයේ ප්‍රවේගය ක්‍රමයෙන් වැඩි වත් ම මේ දුස්ස්‍රාවී ඝර්ෂණ බලය F වැඩි වේ. මෙසේ F වැඩි වී $F + U$හි අගය W ට සමාන වූ විට ගෝලය මත ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශූන්‍ය වන නිසා ගෝලය ඒකාකාර ප්‍රවේගයකට එළැඹේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



2.9 රූපය

ගෝලය මෙලෙස ලබා ගන්නා නියත ප්‍රවේගය v ආන්ත ප්‍රවේගය (terminal velocity) ලෙස හැඳින්වේ. උකු ද්‍රවයක් තුළින් නිදහසේ චලනය වන කුඩා ගෝලයක් මත ක්‍රියා කරන F ඝර්ෂණ බලයත් ගෝලය ලබා ගන්නා ආන්ත ප්‍රවේගය v ත් අතර සම්බන්ධය ස්ටෝක්ස් නියමයෙන් ලැබේ.

කාලය අනුව ගෝලයේ ප්‍රවේගයේ විචලනය 2.9 රූපයෙන් ද දැක්වේ.

2.5.1 ස්ටෝක්ස්ගේ නියමය (Stokes' law)

ද්‍රවයක් තුළ චලනය වන ගෝලාකාර වස්තුවක් සලකමින් බ්‍රිතාන්‍ය ජාතික ජෝර්ජ් ස්ටෝක්ස් (ක්‍රි. ව. 1819 – 1903) නම් විද්‍යාඥයා ඉහත සඳහන් කළ දුස්ස්‍රාවී ඝර්ෂණ බලයේ විශාලත්වය (F), ඒ වස්තුව ලබා ගන්නා ආන්ත ප්‍රවේගය (v) අතර සම්බන්ධය පහත සමීකරණය මඟින් පෙන්වා දුනි.

$$F = 6\pi\eta a v$$

මෙහි η යනු ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය ද, a යනු ගෝලාකාර වස්තුවේ අරය ද v යනු එහි ආන්ත ප්‍රවේගය ද වේ. මෙය ස්ටෝක්ස්ගේ නියමය (Stokes' law) ලෙස හැඳින්වේ.

ස්ටෝක්ස්ගේ නියමය මාන වශයෙන් නිවැරදි බව පෙන්වීම

$$F = 6\pi\eta a v$$

ηහි මාන = $M L^{-1} T^{-1}$

aහි මාන = L

vහි මාන = $L T^{-1}$

වම් පැත්තේ F හි මාන = $M L T^{-2}$

දකුණු පැත්තේ $6\pi\eta a v$ හි මාන = $M L^{-1} T^{-1} \times L \times LT^{-1}$

= $M L T^{-2}$

ව. පැ. මාන = ද. පැ. මාන

$\therefore$ ස්ටෝක්ස්ගේ නියමය මාන වශයෙන් නිවැරදි ය.

බඳුනක් තුළ මුදා හළ වස්තුවකට ස්ටෝක්ස් නියමය යෙදීමේ දී පහත සඳහන් තත්ත්ව සපිරිය යුතු ය.

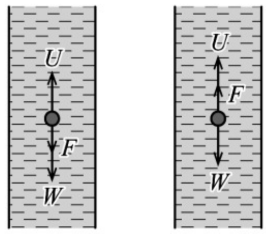
1. තරලය නිශ්චල විය යුතු ය.
2. තරලය අපරිමිත විය යුතු ය (වස්තුවට සාපේක්ෂව තරලය විශාල පරිමාවක පැතිරී තිබිය යුතු ය).

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3. ගෝලයේ අරය a ද, බඳුනේ අරය R ද, නම්, R ට සාපේක්ෂව a ඉතා කුඩා විය යුතු ය.
4. ගෝලය නිශ්චලත්වයෙන් මුදා හළ යුතු ය.
5. ගෝලය බඳුනේ අක්ෂය ඔස්සේ මුදා හළ යුතු ය.
6. ආන්ත ප්‍රවේගය මැනීම සඳහා යොදා ගන්නා පෙදෙස බඳුනේ පතුලෙන් ඈත් විය යුතු ය.

2.5.2 දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක් තුළින් චලනය වන කුඩා ගෝලාකාර වස්තුවක ආන්ත ප්‍රවේගය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගැනීම

දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක් තුළට කුඩා ගෝලාකාර සැහැල්ලු වස්තුවක් (උදා: ඉටි බෝලයක්) දැමූ විට ගෝලය සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය ρ_1 ද්‍රවයේ ඝනත්වයට σ ට වඩා කුඩා හෙයින් ($\rho_1 < \sigma$) ගෝලය ඉහළට ගමන් කරයි [2.11 (a) රූපය].



2.10 රූපය

ද්‍රවය තුළට කුඩා ගෝලාකාර බර වස්තුවක් (උදා: බයිසිකල් බෙයාරින් බෝලයක්) දැමූ විට ගෝලය සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය ρ_2 ද්‍රවයේ ඝනත්වය σ ට වඩා විශාල හෙයින් ($\rho_2 > \sigma$) ගෝලය පහළට ගමන් කරයි [2.11 (b) රූපය].

ගෝලයේ බර W ද, ගෝලය මත උඩුකුරු තෙරපුම U ද, දුස්ස්‍රාවී බලය F ද යැයි ගනිමු.

(a) ඉහළට චලනය වන ගෝලය සඳහා $W = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho_1 g$

$$U = \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$$

ගෝලයේ අරය a ද, ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය η ද මෙම චලිතයේ දී ගෝලයේ ආන්ත ප්‍රවේගය v_1 ද නම්,

$$F = 6\pi\eta a v_1$$

$$U = F + W$$

$$F = U - W$$

$$6\pi\eta a v_1 = \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g - \frac{4}{3}\pi a^3 \rho_1 g$$

$$= \frac{4}{3}\pi a^3 (\sigma - \rho_1) g$$

$$v_1 = \frac{2}{9}\frac{a^2}{\eta}(\sigma - \rho_1) g$$

(b) පහළට චලනය වන ගෝලය සඳහා $W = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho_2 g$

$$U = \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ගෝලයේ අරය a ද, ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය η ද මෙම අවස්ථාවේ දී ගෝලයේ ආන්ත ප්‍රවේගය v_2 ද නම්,

$$F = 6\pi\eta a v_2$$

$$U + F = W$$

$$F = W - U$$

$$6\pi\eta a v_2 = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho_2 g - \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$$

$$= \frac{4}{3}\pi a^3 (\rho_2 - \sigma) g$$

$$v_2 = \frac{2}{9}\frac{a^2}{\eta}(\rho_2 - \sigma) g$$

විසඳූ උදාහරණය:

තෙල් තුළින් ඒකාකාර වේගයෙන් පහළට වැටෙන විෂ්කම්භය 8.0 mm ක් වන බෙයාරින් බෝලයක කාලය මනිනු ලැබේ. එය 0.2 m සිරස් දුරක් ගමන් කිරීම සඳහා 0.56 s ක කාලයක් ගනියි. බෝලය සාදා ඇති වානේවල ඝනත්වය $= 7800 \text{ kg m}^{-3}$ ද තෙල්වල ඝනත්වය $= 900 \text{ kg m}^{-3}$ ද ගුරුත්වජත්වරණය 10 m s^{-2} ද බව උපකල්පනය කර,

(a) බෝලයේ බර

(b) බෝලය මත උඩුකුරු තෙරපුම

(c) තෙල්වල දුස්ස්‍රාවීතාව

ගණනය කරන්න.

($\pi = 3.14$ ලෙස සලකන්න.)

විසඳුම

(a) බෝලයේ බර $W = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g$

මෙහි a යනු බෝලයේ අරය ද, ρ යනු වානේවල ඝනත්වය ද වේ.

$$= \frac{4}{3} \times 3.14 \times [(4 \times 10^{-3})^3 \text{ m}^3] \times (7800 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2})$$

$$= \frac{4}{3} \times 3.14 \times 64 \times 78 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$= \underline{\underline{0.02 \text{ N}}}$$

(b) බෝලය මත උඩුකුරු තෙරපුම $U = \frac{4}{3}\pi a^3 \sigma g$

මෙහි σ යනු තෙල්වල ඝනත්වයයි.

$$= \frac{4}{3} \times 3.14 \times [(4 \times 10^{-3})^3 \text{ m}^3] \times (900 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2})]$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$= \frac{4}{3} \times 3.14 \times 64 \times 9 \times 10^{-6}\ \text{N}$$

$$= \underline{\underline{2.41 \times 10^{-3}\ \text{N}}}$$

(c) බෝලය මත දුස්ස්‍රාවී බලය $F = 6\pi\eta a v$

මෙහි η යනු තෙල්වල දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය ද v යනු බෝලයේ ආන්ත ප්‍රවේගය ද වේ.

$$F = 6 \times 3.14 \times \eta \times 4 \times 10^{-3} \times \frac{0.20}{0.56}$$

$$= 2.691\,\eta \times 10^{-2}$$

බෝලය ඒකාකාර ප්‍රවේගයකට එළැඹ ඇති බැවින්,

$$F = W - U$$

$$2.691\,\eta \times 10^{-2} = 0.02 - 2.41 \times 10^{-3}$$

$$\eta = \frac{0.01759}{2.691 \times 10^{-2}}$$

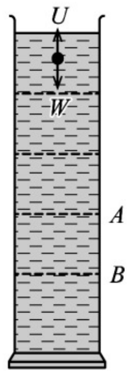
$$= \underline{\underline{0.65\ \text{Ns m}^{-2}}}$$

තෙල්වල දුස්ස්‍රාවීතාව $0.65\ \text{N s m}^{-2}$ වේ.

2.6 විවිධ ද්‍රවවල දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණක සැසඳීම

ස්ටෝක්ස් ගේ නියමය භාවිතයෙන්

මේ සඳහා පහත උදාහරණය සලකමු.



2.11 රූපය

රූපයේ දැක්වෙන පරිදි උස් බඳුනක් තුළ තබා දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක් තුළින් කුඩා බෝලයක් වැටෙන්නට සලස්වනු ලැබේ. එවිට බඳුනේ මධ්‍ය කොටසට පිවිසෙන විට බෝලය ආන්ත ප්‍රවේගය අත්කර ගන්නේ යැයි සැලකිය හැක. බඳුනේ මධ්‍යයට ආසන්න A සහ B මට්ටම් දෙකක් අතර පරාසය තුළින් එය වැටීමට ගත වන කාලය විරාම ඝටිකාවකින් මැන ගනිමු. එමඟින් එම පරාසය තුළ ගෝලය ආන්ත ප්‍රවේගයෙන් වැටුනේ යයි සලකා එම ප්‍රවේගය v_1 ගණනය කරමු. ගෝලයේ ඝනත්වය ρ ද ද්‍රවයේ ඝනත්වය σ_1 ද එහි දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය η_1 ද නම්, ඉහත ලබා ගත් ප්‍රකාශනය අනුව,

$$v_1 = \frac{2}{9}\frac{a^2}{\eta_1}(\rho - \sigma_1)\,g \qquad \text{--------- (1)}$$

වෙනත් දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක සම පරිමාවක් බඳුන තුළ තබා, එම ගෝලය ම වැටෙන්නට සලස්වා, එම ද්‍රවය තුළින් ද ගෝලයේ ආන්ත ප්‍රවේගය v_2 සොයා ගනිමු. එම ද්‍රවයේ ඝනත්වය σ_2 ද, දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය η_2 ද නම්,

$$v_2 = \frac{2}{9}\frac{a^2}{\eta_2}(\rho - \sigma_2)g \qquad --------- (2)$$

(1) ÷ (2) ;

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\rho - \sigma_1)}{(\rho - \sigma_2)} \times \frac{v_2}{v_1}$$

මෙසේ ද්‍රව දෙකේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණක සැසඳිය හැක. එමෙන්ම ද්‍රවයක දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය දන්නේ නම්, අනෙකේ එය සෙවීම ද කළ හැකි ය.

2.7 දුස්ස්‍රාවීතාව භාවිත කිරීම්

උෂ්ණත්වයේ වැඩි වීම අනුව ද්‍රවවල දුස්ස්‍රාවීතාව ශීඝ්‍ර ලෙස අඩු වේ. පැණි වැනි උකු ද්‍රව රත් කළ විට පහසුවෙන් වත් කළ හැකි වේ.

යන්ත්‍රවල චලනය වන ලෝහ කොටස් අතර ඝර්ෂණය අඩු කර ගැනීම සඳහා දුස්ස්‍රාවී ද්‍රව යොදා ගනු ලැබේ. මේවා ස්නේහක තෙල් ලෙස හැඳින්වේ. යන්ත්‍ර සඳහා භාවිතයට ස්නේහක තෙල් සුදුසු ද යන්න නිර්ණය කරන එක් සාධකයක් දුස්ස්‍රාවීතාව වේ.

විවිධ දුස්ස්‍රාවීතාවලින් යුත් තෙල් වර්ගවල සම්මත නාමකරණය සඳහා ඔටෝමෝටිව් ඉංජිනේරු සංගමය (Society of Automotive Engineers - SAE) මඟින් දුස්ස්‍රාවීතා පරාස සඳහා විවිධ SAE අංකන ක්‍රමයක් හඳුන්වා දී ඇත.

SAE අංකනය වැඩි වත්ම දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩි වේ.

අභ්‍යාසඃ

(1)(a) ආස්තරීය ප්‍රවාහයෙන් අදහස් කරන්නේ කුමක් දැයි පැහැදිලි කර, දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය අර්ථ දක්වන්න.

(b) සමතල පෘෂ්ඨයක් මත වර්ගඵලය $0.1\ m^2$ වන සමතල තලයක් තබා ඇත්තේ ඒවා දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය $1.5\ N\ s\ m^{-2}$ වන ඝනකම $10^{-5}\ m$ තෙල් ස්තරයකින් වෙන් වී පවතින සේ ය. තලය පෘෂ්ඨය මත $1\ mm\ s^{-1}$ ක වේගයෙන් සර්පණය කිරීමට එය මත යෙදිය යුතු බල ගණනය කරන්න.

(2) මුදුන විවෘතව ඇති හිස් භාජනයක එක් පැති බිත්තියක පතුලට ඉහළින් ඊට ආසන්නව දිග 20 cm ක් සහ අභ්‍යන්තර අරය 1.0 mm වන කේශික නළයක් බඳුනෙන් පිටතට නෙරා සිටින සේ ඊට තිරස්ව සම්බන්ධ වී ඇත. $1.6\ cm^3\ s^{-1}$ක නියත ශීඝ්‍රතාවකින් බඳුන තුළට ජලය ගලා ඒමට සැලැස්වූ විට කුමන ගැඹුරක දී ජල මට්ටම ඉහළ යෑම නතර වේ ද?

(ප්‍රවාහය ඒකාකාර බව උපකල්පනය කරන්න. ජලයේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය $1.0 \times 10^{-3}\ N\ s\ m^{-2}$ ද, ජලයේ ඝනත්වය $1.0 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$ ද, ගුරුත්වජත්වරණය $10\ m\ s^{-2}$ ද බව සලකන්න.)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(3)(a) දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක් කේශික බටයක් තුළින් අනාකුලව ගලන ශීඝ්‍රතාව දක්වන පොයිසෙල් සමීකරණය මාන වශයෙන් නිවැරදි බව පෙන්වන්න.

(b) දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක් 4×10^{4} N m^{-2} පීඩන අනුක්‍රමයක් යටතේ අරය 4×10^{-4} m වූ කේශික නළයක් තුළින් අනාකුලව ගලයි. මිනිත්තු 20 ක දී කේශික නළය තුළින් ද්‍රවය 60 cm^{3} ගලයි නම්, ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය ගණනය කරන්න.

(4) නිශ්චල තිරස් තහඩුවක් මත දුස්ස්‍රාවී ද්‍රවයක ආස්තරීය ප්‍රවාහයක් පවත්වා ගනු ලබයි. ද්‍රවයේ ඉහළ ස්තරය නියත v ප්‍රවේගයෙන් චලනය වන අතර, නිශ්චල පහළ ස්තරය d ගැඹුරකින් පවතී.

i. ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය η නම් ද්‍රවයේ ඉහළ ස්තරයේ A පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලයක් මත යෙදිය යුතු F බලය සඳහා ප්‍රකාශයක් ලියා දක්වන්න.

ii. අතරමැදි ස්තරවල ප්‍රවේගයන්හි වෙනස් වීම ඊතල භාවිතයෙන් රූපසටහනක පෙන්වන්න.

iii. පුද්ගලයකු විසින් ස්නක්ධය 0.5 kg වූ කුට්ටියක් තිරස් බිමක් මත තල්ලු කරයි. 0.25 N තිරස් බලයක් කුට්ටිය මත යෙදූ විට එය නියත 0.01 m s^{-1} ප්‍රවේගයක් ලබා ගනී. තුනී තෙල් ස්තරයක් තිරස් බිම මත යෙදූ විට කුට්ටිය ඒ 0.01 m s^{-1} ප්‍රවේගයෙන් ම තල්ලු කිරීම සඳහා යෙදිය යුතු තිරස් බලය 0.05 N දක්වා අඩු වේ. කුට්ටියේ ස්පර්ශක පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය 100 m^{2} වන අතර, තෙල් ස්තරයේ ඝනකම 1 mm වේ.

(a) තෙල්වල දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය ගණනය කරන්න.

(b) තෙල් ස්තරය යෙදූ පසු බිම සහ කුට්ටිය අතර සඵල සර්පණ ඝර්ෂණ සංගුණකය සොයන්න.

(c) තෙල් ස්තරය යෙදූ නිසා තත්පරයක් තුළ දී ඉතිරි කර ගත හැකි ශක්තිය කොපමණ ද?

(d) තෙල් ස්තරය සහිත බිම මතින් කුට්ටිය ඉහළට එසවීම සඳහා කුට්ටියේ බරට වඩා බලයක් තිරස්ව ඉහළට කුට්ටිය මත යෙදීම අවශ්‍ය වේ. මෙයට හේතුව පැහැදිලි කරන්න.

(5) 20 °C උෂ්ණත්වයේ ඇති එඬරු තෙල්වල ඝනත්වය 940 kg m^{-3} සහ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය 2.42 N s m^{-2} වේ. වානේවල ඝනත්වය 7800 kg m^{-3} ලෙස සලකා අරය 2 mm වන වානේ ගෝලයක් ගුරුත්වය යටතේ ද්‍රවය තුළින් පහළට වැටෙන ආන්ත ප්‍රවේගය ගණනය කරන්න.

(6) (a) දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය η වන විශාල පරිමාවක් ඇති තරලයක් තුළින් v ප්‍රවේග යන් පහළට වැටෙන a අරයෙන් යුත් ගෝලයක් මත ක්‍රියා කරන F බලය සඳහා ස්ටෝක්ස්ගේ නියමය $F = 6\pi\eta a v$ සමීකරණයෙන් ප්‍රකාශ වේ. මේ සමීකරණය මාන වශයෙන් නිවැරදි බව පෙන්වා, එය අඩු වේග සඳහා පමණක් සත්‍ය වන්නේ ඇයි දැයි ප්‍රකාශ කරන්න.

(b) තරලයක් තුළ නිදහස් මුදා හළ ගෝලයක් එහි ආන්ත ප්‍රවේගය ලබා ගන්නා තුරු අඩු වන ත්වරණයකින් පහළට වැටෙන්නේ ඇයි දැයි පැහැදිලි කරන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(c) දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය 1.8×10^{-5} Pa s වන වාතය තුළින් පහළට වැටෙන අරය 3.0×10^{-6} m වන තෙල් බින්දුවක ආන්ත ප්‍රවේගය ගණනය කරන්න. තෙල්වල ඝනත්වය 8.0×10^{2} kg m^{-3} බව දී ඇති අතර වාතයේ ඝනත්වය නොගිණිය හැකි සේ සලකන්න.

(7) වාතය තුළින් සිරස්ව පහළට වැටෙන එක ම ප්‍රමාණයෙන් යුත් වැහි බිඳු දෙකක් 0.150 m s^{-1} ආන්ත ප්‍රවේගයෙන් ලබා ගනියි. මේ වැහි බිඳු දෙක එකතු වීමෙන් තරමක් විශාල වැහි බිඳුවක් සෑදේ නම් එහි ආන්ත ප්‍රවේගය කොපමණ ද?

(වැහි බිංදු සඳහා ස්ටෝක්ස් නියමය යෙදිය හැකි බව උපකල්පනය කරන්න)

(8)(a) දුස්ස්‍රාවී මාධ්‍යයක් තුළින් සිරස්ව පහළට වැටෙන කුඩා ගෝලයක් මත ක්‍රියා කරන බල සැලකීමෙන් එය අවසානයේ දී ආන්ත ප්‍රවේගයකට එළැඹෙන්නේ ඇයි දැයි පැහැදිලි කරන්න. මේ බලවලට ඒ ගෝලය නිශ්චලත්වයට පැමිණවීමට නොහැකි ඇයි දැයි පැහැදිලි කරන්න.

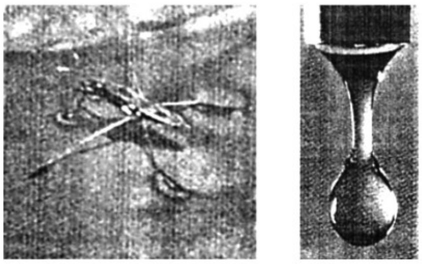
(b) ස්කන්ධය 2.5×10^{-3} kg සහ බාහිර අරය 1 cm වූ ඇලුමිනියම් බෝලයක ඇතුළත කුහරයක් ඇත. එය ගැඹුරු ග්ලිසරින් ටැංකියක පතුලේ තබා නිශ්චලතාවේ සිට මුදා හළ විට ද්‍රවය තුළින් ඉහළට ගමන් කරයි. ග්ලිසරීන්වල ඝනත්වය සහ දුස්ස්‍රාවීතා සංගුණකය පිළිවෙළින් 1.26×10^{3} kg m^{-3} සහ 0.03 kg m^{-1} s^{-1} වේ. බෝලයේ ප්‍රවේගය 0.1 m s^{-1} වන විට එය මත ක්‍රියා කරන දුස්ස්‍රාවී බලයත්, එහි ත්වරණයත් සොයන්න. බෝලයේ ආන්ත ප්‍රවේගය සොයන්න.

තුන්වන පරිච්ඡේදය

පෘෂ්ඨික ආතතිය
Surface Tension

3.1 හැඳින්වීම

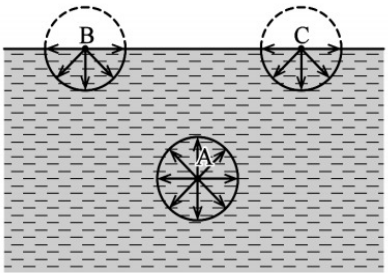
සමහර කෘමීන්ට ජල පෘෂ්ඨය මත ඇවිදීමට පුළුවන් බව ද [3.1 (a) රූපය], ජල බින්දුවක් එහි අඩංගු ජල අංශු කුඩා මල්ලක දරා සිටින්නා සේ කරාමයකින් පහතට වැටීමට පෙර ටික වේලාවක් කරාමයේ එල්ලී පවතින බව ද [3.1 (b) රූපය], වියළි වානේ ඉඳිකටුවක් ජල පෘෂ්ඨයක් මත තැබිය හැකි බව ද, රසදිය පිරිසිදු වීදුරු පෘෂ්ඨයක් මත විසිර ගිය විට කුඩා බිඳු වශයෙන් රැස් වන බව ද එදිනෙදා ජීවිතයේ දී අප අත් දැක ඇති අවස්ථා වේ. මේ නිරීක්ෂණවලින් ද්‍රවයක පෘෂ්ඨය ද්‍රවය ආවරණය කරන ඇදුණු ප්‍රත්‍යාස්ථ පටලයක ආකාරයෙන් ක්‍රියා කරන බව පැහැදිලි වේ.



(a) (b)

3.1 රූපය

3.2 අණුකවාදය මඟින් පෘෂ්ඨික ආතතිය පැහැදිලි කිරීම



3.2 රූපය

ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ ආතතිය අන්තර් අණුක ආකර්ෂණය මඟින් පැහැදිලි කළ හැකි වේ. ද්‍රවයේ ඇති අණු ඒ අසල ඇති අණු මඟින් ආකර්ෂණය කරයි. අණුවක් ආකර්ෂණය කරන අනෙකුත් අණු අඩංගු වන සේ එම අණුව කේන්ද්‍රය වශයෙන් පිහිටන ගෝලයක් නිර්මාණය කළ හැකි ය. ඒ ගෝලය අන්තර් අණුක ආකර්ෂණ ගෝලය (බලඉම් ගෝලය) ලෙස හැඳින්වේ.

ද්‍රවය තුළ පිහිටි A අණුවක (3.2 රූපය) අණුක ආකර්ෂණ ගෝලය ද්‍රවය තුළ ම පිහිටයි. ගෝලය තුළ පිහිටි අණු මඟින් ඒ අණුව සියලු දිශාවලින් ආකර්ෂණය කරයි. ඒ නිසා A මත සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශුන්‍ය වේ. එහෙත් පෘෂ්ඨය මත පිහිටි B හෝ C අණුවක් සැලකූ විට ඒවායේ අණුක ආකර්ෂණ ගෝලවලින් අඩක් ද්‍රවය තුළ පිහිටන අතර, ඉතිරි අඩ වාතය තුළ පිහිටයි. ද්‍රවය තුළ පිහිටි අඩෙහි ඇති ද්‍රව අණු සංඛ්‍යාව වාතය තුළ පිහිටි අඩෙහි ඇති ද්‍රව වාෂ්පයේ ඇති අණු සංඛ්‍යාවට වඩා වැඩි හෙයින් B හා C මත ද්‍රවයේ අභ්‍යන්තරය දෙසට සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ක්‍රියා කරයි. මේ නිසා ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ ඇති අණු ද්‍රවය තුළට යෑමට යත්න දරන බැවින් ද්‍රව පෘෂ්ඨය ඇදුණු පටලයක් සේ ක්‍රියා කරයි. මෙය පෘෂ්ඨය ඔස්සේ ආතති බල ඇති වීමට හේතුවයි. ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ අණු ඇතුළට යෑමට යත්න දරන නිසා දෙන ලද කුඩා ද්‍රව පරිමාවක හැඩය ගෝලයක් වේ. ද්‍රව බිඳුවක හැඩය ගෝලාකාර වීමට හේතුව මෙයින් පැහැදිලි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3.3 සංසක්ත බල හා ආසක්ත බල

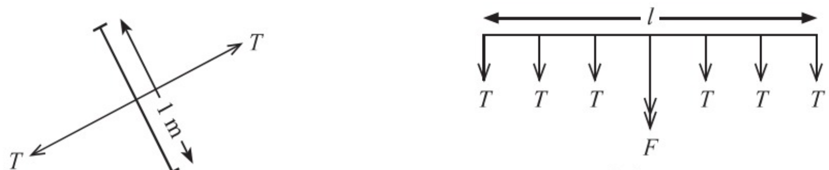
3.3 රූපය

පිරිසිදු වීදුරු පෘෂ්ඨයක් මත ජලය ස්වල්පයක් දැමූ විට ජලය වීදුරු පෘෂ්ඨය ඔස්සේ විසිර යයි. [3.3 (a) රූපය] වීදුරු පෘෂ්ඨය මත රසදිය ස්වල්පයක් දැමූ විට රසදිය බිඳු වශයෙන් රැස් වන අතර වීදුරු පෘෂ්ඨය තෙත් නො කරයි [3.3 (b) රූපය]. ජලයේත්, රසදියේත් මේ වෙනස් හැසිරීම්වලට හේතුව සොයා බලමු.

සජාතීය අණු අතර ආකර්ෂණ බල සංසක්ත බල (cohesive forces) ලෙස ද, විජාතීය අණු අතර ආකර්ෂණ බල ආසක්ත බල (adhesive forces) ලෙස ද හැඳින්වේ. ජල අණුවකුත් වීදුරු අණුවකුත් අතර ඇති ආසක්ත බලය, ජල අණු දෙකක් අතර සංසක්ත බලයට වඩා වැඩි වේ. ඒ නිසා ජලය වීදුරු පෘෂ්ඨය ඔස්සේ ගලා යයි. එවිට වීදුරු ජලයෙන් තෙත් වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ. රසදිය අණු දෙකක් අතර සංසක්ත බලය රසදිය අණුවකුත් වීදුරු අණුවකුත් අතර ආසක්ත බලයට වඩා වැඩි වේ. ඒ නිසා රසදිය බුබුළු වශයෙන් රැස් වේ.

3.4 පෘෂ්ඨික ආතතිය අර්ථ දැක්වීම

පෘෂ්ඨය මත ඇඳි කල්පිත රේඛාවක ඒකක දිගක් මත ඊට ලම්බකව එහි එක් පැත්තක් මත පෘෂ්ඨය ඔස්සේ ක්‍රියා කරන බලය පෘෂ්ඨික ආතතිය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.



3.4 රූපය

කල්පිත l දිගැති රේඛාවක් මත ඊට ලම්බකව එක් දිශාවකට පවතින මුළු බලය F නම්,

පෘෂ්ඨික ආතතිය, $T = \dfrac{F}{l}$ වේ.

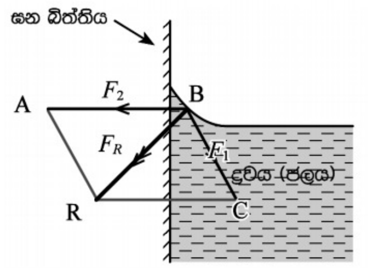
පෘෂ්ඨික ආතතියෙහි ඒකක $= \dfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} = \mathrm{N\,m^{-1}}$

පෘෂ්ඨික ආතතියෙහි මාන $= \dfrac{\mathrm{M\,L\,T^{-2}}}{\mathrm{L}} = \mathrm{M\,T^{-2}}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

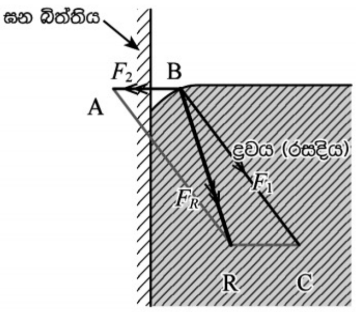
3.5 ද්‍රව පෘෂ්ඨවල හැඩය සහ ස්පර්ශ කෝණය

ද්‍රව පෘෂ්ඨයක හැඩය එය මත ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලයට ලම්බක වන සේ සකස් විය යුතු ය. නැත හොත් ඒ බලයේ සංරචකයක් ද්‍රව පෘෂ්ඨයට සමාන්තරව ක්‍රියා කළ හැකි අතර, එමගින් චලිතයක් ඇති කරයි. සාමාන්‍යයෙන් ද්‍රව පෘෂ්ඨයක් තිරස් වේ. එනම් ගුරුත්වජ බලයට ලම්බක වේ. එහෙත් එය ඝනයක් හා ස්පර්ශව ඇති විට සාමාන්‍යයෙන් වක්‍ර වේ.



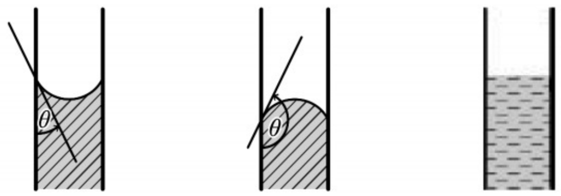
3.5 රූපය

ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ හැඩය ද්‍රව අණු අතර සංසක්ත බල සහ ද්‍රව අණු හා ඝනයේ අණු අතර ආසක්ත බල අනුව රඳා පවතී. 3.5 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ඝන බිත්තියට යාව පවතින B හි ඇති ද්‍රවය සලකා බලමු. අසල ඇති ද්‍රව අණු මගින් ඇති කරන සංසක්ත බල නිසා එය මත F_1 ආකර්ෂණ බලයක් ක්‍රියා කරයි. අසල ඇති ඝනයේ අණු මගින් ඇති කරන ආසක්ත බල නිසා එය මත F_2 ආකර්ෂණ බලයක් ක්‍රියා කරයි. ආසක්ත බලය සංසක්ත බලයට වඩා විශාල වූ විට B හි දී ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය F_R, 3.5 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි BR දිශාවට ක්‍රියා කරයි. B හි දී ඇති ද්‍රව පෘෂ්ඨය F_R බලයට ලම්බක විය යුතු බැවින් එය යටි අතට වක්‍ර වේ.



3.6 රූපය

ද්‍රවයේ අණු අතර සංසක්ත බලය ද්‍රව අණු සහ ඝනයේ අණු අතර ආසක්ත බලයට වඩා වැඩි වූ විට F_R සම්ප්‍රයුක්ත බලය 3.6 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි වේ. ද්‍රව පෘෂ්ඨය F_Rට ලම්බක විය යුතු බැවින් එය උඩු අතට වක්‍ර වේ. මෙය රසදිය සහ වීදුරු අතර සිදු වේ.



$\theta < 90°$ $\theta > 90°$ $\theta = 0$

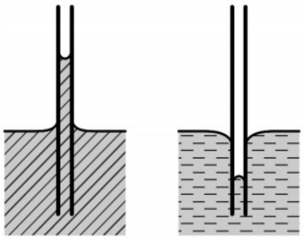
(a) (b) (c)

3.7 රූපය

ඝන පෘෂ්ඨයත්, ස්පර්ශ ලක්ෂ්‍යයේ දී ද්‍රව පෘෂ්ඨයට ඇඳි ස්පර්ශක තලයත් අතර ද්‍රවය තුළින් මනිනු ලබන කෝණය θ ස්පර්ශ කෝණය ලෙස හැඳින්වේ.

3.7 (a) රූපයේ දැක්වෙන ද්‍රවයේ ඝනයත් සමඟ ස්පර්ශ කෝණය සුළු කෝණයක් ($\theta < 90°$) වේ. 3.7 (b) රූපයේ දැක්වෙන ද්‍රවයේ ස්පර්ශ කෝණය මහා කෝණයක් ($\theta > 90°$) වේ. 3.7 (c) රූපයේ දැක්වෙන ජලය පිරිසිදු වීදුරු පෘෂ්ඨයක් හා හමු වන ස්ථානයේ ජල පෘෂ්ඨය වීදුරු පෘෂ්ඨයට සමාන්තර වේ. ඒ නිසා ස්පර්ශ කෝණය ශූන්‍ය ($\theta = 0°$) වේ.

3.5.1 කේශික උද්ගමනය හා කේශික පාතනය



3.8 රූපය

ස්පර්ශ කෝණය සුළු කෝණයක් වන ද්‍රවයක් තුළ පිරිසිදු සිහින් වීදුරු කේශික බටයක් බහාලූ විට වීදුරු බටය දිගේ ද්‍රව කඳක් පිටත ඇති ද්‍රව මට්ටමට වඩා ඉහළට ගමන් කරයි [3.8 (a) රූපය]. මෙය කේශික උද්ගමනය ලෙස හැඳින්වේ. බටය සිහින් වූ විට කේශික උද්ගමනය වැඩි වේ. මේ ආචරණය කේශාකර්ෂණය ලෙස හැඳින්වේ. ස්පර්ශ කෝණය මහා කෝණයක් වන ද්‍රවයක කේශික බටයක් බහාලූ විට බටය තුළ ද්‍රව මට්ටම පිටත ඇති ද්‍රව මට්ටමට වඩා පහළින් පිහිටයි. මෙය කේශික පාතනය ලෙස හැඳින්වේ [3.8 (b) රූපය].

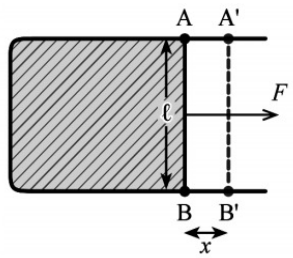
3.6 ද්‍රව පටලයක පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය සමෝෂ්ණ ලෙස වැඩි කිරීමේ දී කරනු ලබන කාර්යය

3.9 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි තුන්පැති කම්බි රාමුවක කම්බිය AB මඟින් සබන් පටලයක් සාදා ඇතැයි සිතමු. ABට සම්බන්ධ සැහැල්ලු තන්තුවක් මඟින් එය දකුණු පසට චලනය කිරීමෙන් පටලයේ පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය වැඩි කළ හැකි ය.

AB ඒකාකාරව චලනය කිරීම සඳහා යෙදිය යුතු බලය F ද, AB කම්බියේ දිග l ද, පටල ද්‍රාවණයේ පෘෂ්ඨික ආතතිය T ද නම්,

$$F = T \times 2l = 2Tl$$

$2l$ ගනු ලබන්නේ පෘෂ්ඨයේ දෙපැත්තේ ම පෘෂ්ඨික ආතතියක් පවතින බැවිනි.



3.9 රූපය

AB කම්බිය x දුරක් චලනය කළේ නම් පටලයේ වර්ගඵලය සමෝෂ්ණ ලෙස වැඩි කිරීමේ දී,

කරනු ලබන කාර්යය $W = F \times x$

$= 2Tl \times x$

$= T \times 2lx$

$= T \times$ වැඩි වූ වර්ගඵලය

පටලයේ වර්ගඵලය ඒකකයකින් වැඩි කිරීමේ දී පෘෂ්ඨික ආතති බලවලට විරුද්ධව කරන කාර්යය නිදහස් පෘෂ්ඨික ශක්තිය ලෙස හැඳින්වේ.

නිදහස් පෘෂ්ඨික ශක්තිය E නම්, වර්ගඵලය වැඩි කිරීමේ දී ගබඩා වූ අමතර ශක්තිය $= 2Elx$

ශක්ති හානියක් සිදු නොවූයේ නම්,

ගබඩා වූ අමතර ශක්තිය = බාහිරින් කරන ලද කාර්යය

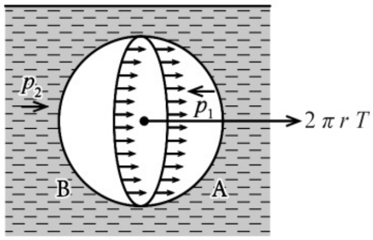
$\therefore\ 2Elx = T \times 2lx$

$E = T$

නිදහස් පෘෂ්ඨික ශක්තිය = පෘෂ්ඨික ආතතිය

3.7 ගෝලීය මාවකක් හරහා පීඩන අන්තරය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගැනීම

ද්‍රවයක් තුළ ඇති වායු බුබුළක් සලකා බලමු. බුබුලේ එක් අර්ධයක සමතුලිතතාව සොයා බලමු. බුබුලේ අරය r ද, ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ද, බුබුළ තුළ පීඩනය p_1 ද, බුබුළෙන් පිටත පීඩනය p_2 ද යැයි ගනිමු.



3.10 රූපය

3.10 රූපය සැලකීමෙන්

බුබුලේ B අර්ධය මත පෘෂ්ඨීක ආතතිය මඟින් ඇති කරන බලය $= 2\pi r T \rightarrow$

බුබුලේ B අර්ධයෙහි වක්‍ර පෘෂ්ඨය මත බාහිර පීඩනය p_2 මඟින් ක්‍රියා කරන බලය $= \pi r^2 p_2 \rightarrow$

බුබුලේ B අර්ධයෙහි වක්‍ර පෘෂ්ඨය මත අභ්‍යන්තර පීඩනය p_1 මඟින් ක්‍රියා කරන බලය $= \pi r^2 p_1 \leftarrow$

3.11 රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි
බුබුලේ B අර්ධයෙහි සමතුලිතතාව සැලකූ විට,

$$\pi r^2 p_1 = \pi r^2 p_2 + 2\pi r T$$
$$(p_1 - p_2)\pi r^2 = 2\pi r T$$
$$\therefore \quad p_1 - p_2 = \frac{2T}{r}$$

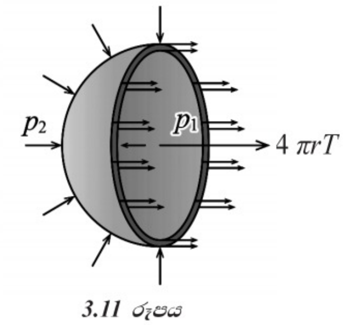
සබන් බුබුළක් තුළ අතිරික්ත පීඩනය සොයා බලමු.

බුබුලේ අර්ධයක සමතුලිතතාව සලකමු. බුබුලේ අරය r ද, සබන් ද්‍රාවණයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ද, බුබුළ තුළ පීඩනය p_1 ද, බුබුළෙන් පිටත ඇති වාතයේ පීඩනය p_2 ද යැයි ගනිමු.

බුබුලේ අර්ධය මත පෘෂ්ඨීක ආතතිය මඟින් ඇති කරන බලය $= 4\pi r T \rightarrow$

බුබුලේ අර්ධයෙහි වක්‍ර පෘෂ්ඨය මත බාහිර වායු පීඩනය p_2 මඟින් ක්‍රියා කරන බලය $= \pi r^2 p_2 \rightarrow$

බුබුලේ අර්ධයෙහි වක්‍ර පෘෂ්ඨය මත අභ්‍යන්තර පීඩනය p_1 මඟින් ක්‍රියා කරන බලය $= \pi r^2 p_1 \leftarrow$



3.11 රූපය

බුබුලේ අර්ධයෙහි සමතුලිතාව සැලකූ විට,

$$\pi r^2 p_1 = \pi r^2 p_2 + 4\pi r T$$
$$(p_1 - p_2)\pi r^2 = 4\pi r T$$
$$p_1 - p_2 = \frac{4T}{r}$$

3.8 ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ස්පර්ශ කෝණය θ සහ නළයේ අරය r ඇසුරෙන් කේශික උද්ගමනය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කිරීම

3.8.1 පීඩන අන්තරය ඇසුරෙන්

ද්‍රව මාවකයට ඉහළින් පිහිටි A ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය p_A ද ද්‍රව මාවකයට පහළින් පිහිටි B ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය p_B ද, පිටත ද්‍රව මට්ටමේ ම පිහිටි නළය තුළ C ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය p_C ද යැයි ගනිමු.

ද්‍රව මාවකයේ වක්‍රතා අරය R ද, කේශික නළයේ අරය r ද, ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ද, ද්‍රවයේ ඝනත්වය ρ ද, ස්පර්ශ කෝණය θ ද, කේශික උද්ගමනය h ද ලෙස සලකමු (3.12 රූපය).

$$p_A - p_B = \frac{2T}{R} \quad \text{--------- (1)}$$

$$p_C = p_B + h\rho g \quad \text{--------- (2)}$$

(2) වැනි සමීකරණයෙන් $\quad p_C - p_B = h\rho g$

නමුත් $\quad p_A = p_C \quad$ බැවින්,

$$\frac{2T}{R} = h\rho g$$

ද්‍රව මාවකයේ වක්‍රතා අරය (R) හා නළයේ අරය (r) අතර සම්බන්ධය

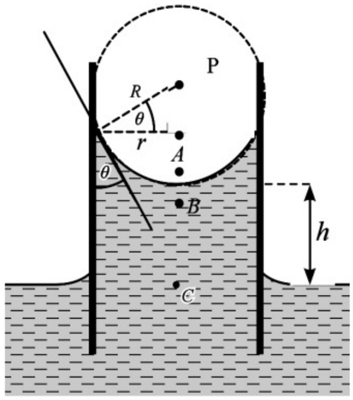
3.12 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි $\quad \frac{r}{R} = \cos\theta$

$$\therefore \quad R = \frac{r}{\cos\theta}$$

R සඳහා ඉහත ප්‍රකාශයේ ආදේශයෙන්

$$\frac{2T}{r/\cos\theta} = h\rho g$$

$$\frac{2T\cos\theta}{r} = h\rho g$$



3.12 රූපය

3.8.2 බල සමතුලිතතාව ඇසුරෙන්

පෘෂ්ඨීක ආතතිය මඟින් නළයේ බිත්ති ඔස්සේ පරිධියේ ඒකක දිගක් මත ක්‍රියා කරන බලය $T\cos\theta$ වේ (3.13 රූපය). පෘෂ්ඨීක ආතතිය මඟින් ද්‍රව කඳ මත උඩු අතට ක්‍රියා කරන බලය

$$= 2\pi r \times T\cos\theta$$

$$= 2\pi r T\cos\theta$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ බලයෙන් h උසැති ද්‍රව කඳක් දරා සිටියි.

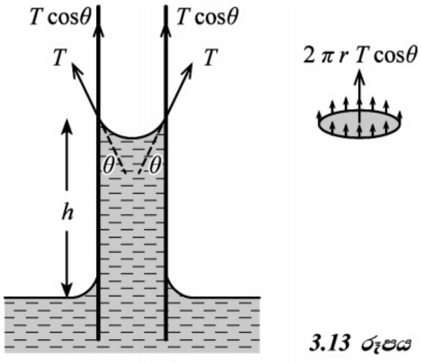
ද්‍රවයේ ඝනත්වය ρ නම්,

ද්‍රව කඳේ බර $= \pi r^2 h \rho g$

බලවල සමතුලිතතාව සැලකීමෙන්

$$2 \pi r T \cos \theta = \pi r^2 h \rho g$$

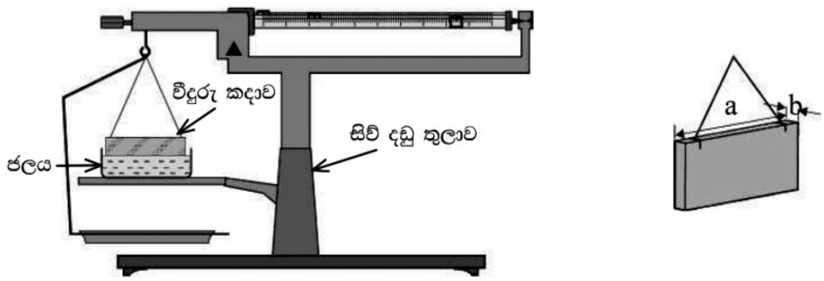
$$\therefore \frac{2 T \cos \theta}{r} = h \rho g$$



3.13 රූපය

3.9 පෘෂ්ඨීක ආතතිය නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රම

3.9.1 අණ්වීක්ෂ කදා ක්‍රමය



3.14 රූපය

අණ්වීක්ෂ කදාව පළමුව සබන් ද්‍රාවණයකින් ද, ඉන් පසු තනුක අම්ලයකින් ද, අවසානයේ ජලයෙන් ද හොඳින් සෝදා පිරිසිදු කර ගන්න.

ඉන් පසු කදාව සිව්දඬු තුලාවේ තැටිය එල්ලා ඇති කොක්කෙන් එල්ලන්න. තුලාව සංතුලනය වන තුරු දඬු මත ඇති දර්ශක සකස් කරන්න. තුලාවට සවි කර ඇති භාජන තැබීම සඳහා භාවිත කරන ආධාරක තැටිය තුලා තැටියට මඳක් ඉහළින් සිටින සේ සකස් කරන්න.

ආධාරක තැටිය මත කුඩා ජල බඳුනක් තබා, කදාව ජල පෘෂ්ඨය යන්තම් ස්පර්ශ වන සේ සකස් කරන්න (3.14 රූපය). කදාවේ මුළු වට ප්‍රමාණය වටා පහළට සිරස්ව ක්‍රියා කරන පෘෂ්ඨීක ආතති බල මඟින් කදාව මත යටි අතට බලයක් ක්‍රියා කරයි. ඒ නිසා තුලාවේ සංතුලනය නැති වේ. තුලාව නැවත සංතුලනය වන තුරු දඬු මත ඇති දර්ශක සකස් කරන්න.

තුලාව සංතුලනය කිරීමට යෙදූ අතිරේක බර mg ද, අණ්වීක්ෂ කදාවේ දිග a ද ඝනකම b ද, ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ද නම්,

යටිකුරු පෘෂ්ඨීක ආතති බලය $= 2(a+b)T$

පෘෂ්ඨීක ආතති බලය සංතුලනය කිරීමට අවශ්‍ය බලය $= mg$

$$2(a+b)T = mg$$

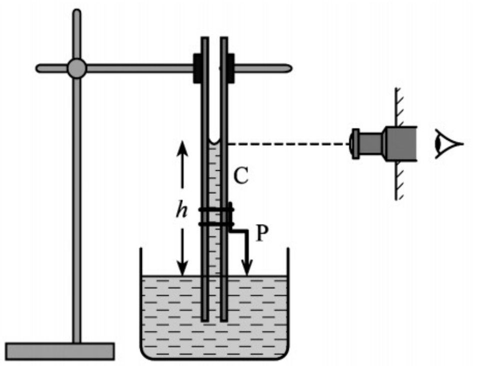
$$T = \frac{mg}{2(a+b)}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

3.9.2 කේශික උද්ගමනය ක්‍රමය

C කේශික නළය පළමුව සබන් ද්‍රාවණයකින් ද, ඉන් පසු තනුක අම්ලයකින් ද, අවසානයේ ජලයෙන් ද හොඳින් සෝදා පිරිසිදු කර ගන්න.

3.15 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි කේශික නළය සිරස්ව සිටින සේ ආධාරකයක රඳවා, එහි පහළ කෙළවර බීකරයක ඇති ජලය තුළ ගිල්ලන්න. ඍජුකෝණිකව නැමූ P අල්පෙනෙත්ත නළයට සම්බන්ධ කර, P හි තුඩ බීකරයේ ඇති ජල පෘෂ්ඨය යන්තම් ස්පර්ශ වන සේ සකස් කරන්න.



3.15 රූපය

චල අණ්වීක්ෂය 3.15 රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයෙන් අටවා, අණ්වීක්ෂය සිරස් පරිමාණය ඔස්සේ චලනය කර, ජල මාවකයේ පහළ මට්ටම තිරස් හරස් කම්බිය ස්පර්ශ වන සේ නාභිගත කර ප්‍රධාන පරිමාණයේ හා අදාළ ව'නියර පරිමාණයේ පාඨාංකය ලබා ගන්න. ඉන් පසු බීකරය ඉවත් කර, P අල්පෙනෙත්තේ තුඩ අණ්වීක්ෂයෙන් නාභිගත කර, ප්‍රධාන පරිමාණයේ හා අදාළ ව'නියර පරිමාණයේ පාඨාංකය ලබා ගන්න. ලබා ගත් පාඨාංකවල අන්තරයෙන් කේශික උද්ගමනය h හි අගය ලැබේ.

කේශික නළයේ අරය r සෙවීම සඳහා නළය වෙනම ගෙන එහි එකිනෙකට ලම්බ වූ විෂ්කම්භ දෙකක් සෙවීම පිණිස චල අණ්වීක්ෂය එවැනි විෂ්කම්භ දෙකක දෙකෙළවරට නාභිගත කර පරිමාණයේ පාඨාංක යුගල දෙකක් ලබා ගන්න. මේ එක් එක් පාඨාංක යුගලෙහි අන්තර මඟින් එම විෂ්කම්භ දෙක ගණනය කර ඒවායේ මධ්‍යන්‍ය අගයෙන් අරය ගණනය කරගන්න.

ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ද ඝනත්වය ρ ද නම්,

$$\frac{2\,T\cos\theta}{r} = h\,\rho\,g$$

ජලය හා වීදුරු අතර ස්පර්ශ කෝණය $\theta = 0^\circ$ බැවින් $(\cos 0^\circ = 1)$

විසඳූ උදාහරණය :

අභ්‍යන්තර අරය 12 mm සහ බිත්තියේ ඝනකම 0.4 mm වූ දෙකෙළවර ම විවෘතව පවතින ඒකාකාර වීදුරු නළයක් සංවේදී දුනු තරාදියක සිරස්ව එල්ලෙමින් පවතියි. දැන් ඒ එල්ලා ඇති නළයේ පහළ කෙළවර ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ යන්තමින් ගැවෙන තෙක් ද්‍රවයක් සහිත බීකරයක් සෙමෙන් ගෙන එන ලදී.

(i) එවිට තරාදියේ පාඨාංකයට කුමක් වන්නේ ද? ඔබගේ පිළිතුර පැහැදිලි කරන්න.

(ii) ඉන් පසු තරාදියේ මුල් පාඨාංකය ම නැවත දිස් වන තෙක් ද්‍රව බීකරය ඔසවනු ලැබී ය. නළය ගිල්ලන ගැඹුර 3.67 cm වේ. වීදුරු සමඟ ද්‍රවයේ ස්පර්ශ කෝණය ශුන්‍ය යැයි උපකල්පනය කරමින්, ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය ගණනය කරන්න.

(ද්‍රවයේ ඝනත්වය = 1000 kg m^{-3})

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳුම:

පහළට ක්‍රියා කරන පෘෂ්ඨික ආතති බල නිසා තුලාවේ පාඨාංකය වැඩි වේ.

නළයේ පතුල මත ක්‍රියා කරන පෘෂ්ඨික ආතති බලය

$$\downarrow F_1 = 2\pi r T + 2\pi (r + d) T$$

මෙහි r යනු නළයේ අරය ද, d යනු නළයේ බිත්තියේ ඝනකම ද, T යනු ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨික ආතතිය ද වේ.

නළය මත ක්‍රියා කරන උඩුකුරු තෙරපුම

$$\uparrow F_2 = \pi [(r + d)^2 - r^2] h \rho g$$

$$= \pi (d^2 + 2rd) h \rho g$$

මෙහි h යනු නළයේ ගිලී ඇති කොටසේ උස ද, ρ යනු ද්‍රවයේ ඝනත්වය ද වේ.

තුලාවේ පාඨාංකය මුල් පාඨාංකයට සමාන වූ විට,

$$F_1 = F_2$$

$$2\pi T (r + r + d) = \pi d (d + 2r) h \rho g$$

$$T = \frac{d h \rho g}{2}$$

$$= \frac{(0.4 \times 10^{-3}\ \text{m}) \times (3.67 \times 10^{-2}\ \text{m}) \times (1000\ \text{kg m}^{-3}) \times (10\ \text{m s}^{-2})}{2}$$

$$= 2 \times 3.67 \times 10^{-2}\ \text{N m}^{-1}$$

පෘෂ්ඨික ආතතිය $= \underline{\underline{7.34 \times 10^{-2}\ \text{N m}^{-1}}}$

$$\frac{2T}{r} = h \rho g$$

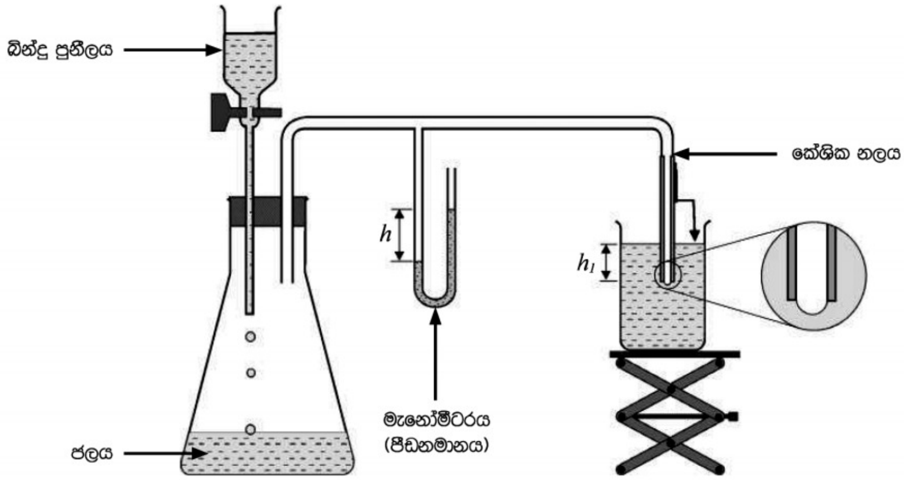
$T = r h \rho g$ එමඟින් T නිර්ණය කළ හැකි ය.

3.9.3 ජේගර් ක්‍රමය

මේ ක්‍රමයේ දී ද්‍රවයක් තුළ වායු බුබුළක් නිකුත් කිරීමට අවශ්‍ය අමතර පීඩනය මැනීමෙන් පෘෂ්ඨික ආතතිය සොයනු ලැබේ.

බින්දු පුනීලය (dropping funnel) මඟින් ප්ලාස්කුව තුළට ජලය ඇතුළු වීමට සැලැස්වීමෙන් 3.16 රූපයේ දැක්වෙන උපකරණය තුළ පීඩනය ක්‍රමයෙන් වැඩි කරනු ලබන අතර, පීඩනයේ වැඩි වීම මැනෝමීටරයේ සටහන් වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.16 රූපය

පරීක්ෂණයට භාජනය කරන ද්‍රවය තුළ බහා ඇති කේශික නළයේ කෙළවර වායු බුබුළක් ක්‍රමයෙන් වර්ධනය වන අතර, පීඩනයේ වැඩි වීම උපරිම වූ විට බුබුළ නළයෙන් ගිලිහී යයි. එවිට මැනෝමීටරයේ ද්‍රව මට්ටම් අතර අන්තරය පහළට වැටේ. උපරිම පීඩනය හට ගන්නේ බුබුළේ අරය අවම වූ විට ය. ඒ අවස්ථාවේ බුබුළේ අරය කේශික නළයේ අරයට සමාන වේ.

වායුගෝලීය පීඩනය p ද, මැනෝමීටරයේ ද්‍රව මට්ටම් අතර අන්තරයේ උපරිම අගය h ද, මැනෝමීටර ද්‍රවයේ ඝනත්වය ρ ද නම්,

බුබුළ තුළ පීඩනය $= p + h\rho g$,

පරීක්ෂණයට භාජනය කරන ද්‍රවයේ ඝනත්වය ρ_1 ද, ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨික ආතතිය T ද, ද්‍රව මට්ටමේ සිට කේශික නළයේ කෙළවරට ඇති ගැඹුර h_1 ද නම්

බුබුළෙන් පිටත ද්‍රවය තුළ පීඩනය $= p + h_1\rho_1 g$

බුබුළ තුළ අතිරික්ත පීඩනය $= (p + h\rho g) - (p + h_1\rho_1 g)$

$= h\rho g - h_1\rho_1 g$

නමුත් අතිරික්ත පීඩනය $= \dfrac{2T}{r}$

$$\frac{2T}{r} = (h\rho - h_1\rho_1)g$$

$$\therefore \quad T = \frac{gr}{2}(h\rho - h_1\rho_1)$$

එමගින් T නිර්ණය කළ හැකි ය.

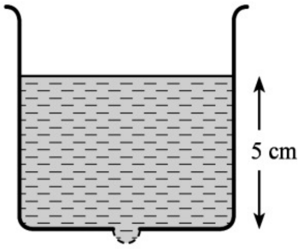
මේ ක්‍රමයෙන් පරීක්ෂණයට භාජනය කරන ද්‍රවය විවිධ උෂ්ණත්වවලට රත් කර, උෂ්ණත්වය සමඟ පෘෂ්ඨික ආතතියේ විචලනය සෙවිය හැකි ය.

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

විසඳූ උදාහරණ:

(1) සමතල පතුලක් සහිත පනිට්ටුවක පතුලේ 0.1 mm අරයෙන් යුත් කුඩා වෘත්තාකාර සිදුරක් ඇති අතර, එහි ඝනත්වය $800\ kg\ m^{-3}$ සහ පෘෂ්ඨීක ආතතිය $0.03\ N\ m^{-1}$ වන තෙල් 5 cm ක් අඩංගුව ඇත. සිදුරෙන් තෙල් පිටතට ගලා නොයන බව පෙන්වන්න.

මේ පනිට්ටුව තෙල් කිසිවක් නැතිව ජලය තුළට සිරස්ව පහළට තෙරපනු ලැබුවේ නම් කුමන ගැඹුරක දී පනිට්ටුව තුළට සිදුරෙන් ජලය ගලා එයි ද? ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය $0.075\ N\ m^{-1}$ සහ ඝනත්වය $10^3\ kg\ m^{-3}$ වේ.



විසඳුම:

ද්‍රවයේ උස වැඩි වත් ම විවරයේ ද්‍රව බිඳුවක ආරම්භය පෙනේ. බිඳුව ඉවතට ගැලවී යන්නේ එහි අරය ≤ සිදුරේ අරය වූ විට පමණි.

බුබුළ තුළ තිබිය හැකි උපරිම අතිරික්ත පීඩනය $\}$ $= \dfrac{2T}{r_0}$; මෙහි r_0 යනු සිදුරේ අරයයි.

$$= \frac{(2 \times 0.03\ N\ m^{-1})}{(0.1 \times 10^{-3}\ m)}$$

$$= 600\ N\ m^{-2}$$

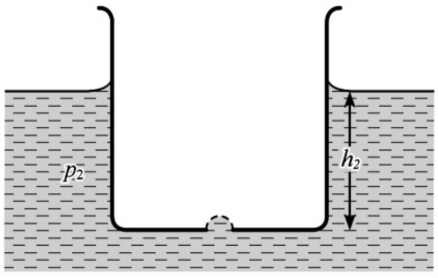
ද්‍රවය මඟින් ඇති කරනු ලබන අතිරික්ත පීඩනය $\}$ $= h_l\, \rho_l\, g$

$$= (5 \times 10^{-2}\ m) \times (800\ kg\ m^{-3}) \times (10\ m\ s^{-2})$$

$$= 400\ N\ m^{-2}$$

$$\therefore\ h_l\, \rho_l\, g < \frac{2T}{r_0}$$

∴ ද්‍රවය සිදුරෙන් පිටතට ගලා නො යයි.



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

උස h_2 විට,

$$h_2 \rho_2 g = \frac{2T_2}{r_0}$$

තත්ත්වය සපුරාලයි නම්, ජලය පනිට්ටුව තුළට ගලා එයි.

$$h_2 = \frac{(2 \times 0.075 \text{ N m}^{-1})}{(10^3 \text{ kg m}^{-3}) \times (10 \text{ m s}^{-2}) \times (0.1 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= \underline{\underline{0.15 \text{ m}}}$$

(2) අරය 2×10^{-4} m වූ කේශික නළයක් බීකරයක ඇති ද්‍රවයක ගිල්ලා සිරස් ලෙස කලම්ප කළ විට එහි ද්‍රව මට්ටම 3.26×10^{-2} m ප්‍රමාණයකින් ඉහළ යන බව නිරීක්ෂණය කරන ලදී. ඉන් පසුව කේශික නළය තුළ ඇති වාතයේ පීඩනය වැඩි කරන ලද අතර, එය මැනෝමීටරයක් (පීඩන මානයක්) භාවිත කර මනින ලදී. මෙසේ පීඩනය වැඩි කළ විට නළයේ පහළ කෙළවර වායු බුබුළක් ඇති වූ අතර, එය කැඩී යෑමට ආසන්න විට මැනෝමීටරයේ ද්‍රව මට්ටම් අතර වෙනස 5.6×10^{-2} m බව සොයා ගන්නා ලදී. කේශික නළයේ පහළ කෙළවර බීකරයේ ද්‍රව මට්ටමෙන් 2.5×10^{-2} m දුරකින් පහළින් පිහිටියේ නම් ද, බීකරයේ ඇති ද්‍රවයේ සහ මැනෝමීටරයේ ඇති ද්‍රවයේ ඝනත්ව පිළිවෙළින් 800 kg m^{-3} සහ 1000 kg m^{-3} නම් ද, බීකරයේ ඇති ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය සහ ඒ ද්‍රවය හා වීදුරු අතර ස්පර්ශ කෝණය ගණනය කරන්න.

විසඳුම:

T සහ θ යනු ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය සහ වීදුරු සහ ද්‍රවය අතර ස්පර්ශ කෝණය ද, p යනු වායුගෝලීය පීඩනය යැයි ද ගනිමු.

නළයේ කේශික උද්ගමනය සඳහා,

$$\frac{2T\cos\theta}{r} = h \rho g$$

$$\frac{2T\cos\theta}{2 \times 10^{-4}} = 3.26 \times 10^{-2} \times 800 \times 10$$

$$\therefore \quad T\cos\theta = 26.08 \times 10^{-3} \qquad \text{——— (1)}$$

ගිලිහී යෑමට ආසන්න වූ විට බුබුළ තුළ පීඩනය $= p + (5.6 \times 10^{-2} \times 1000 \times 10)$
$= (p + 5.6 \times 10^2)$ N m^{-2}

ඒ අවස්ථාවේ බුබුළෙන් පිටත පීඩනය $= p + 2.5 \times 10^{-2} \times 800 \times 10$
$= p + 2 \times 10^2$ N m^{-2}

ගැලවී යෑමට මොහොතකට පෙර බුබුළ හරහා පීඩන අන්තරය $\}$ $= (5.6 - 2) \times 10^2$ N m^{-2}

$= 3.6 \times 10^2$ N m^{-2}

බුබුළ ගැලවී යෑමට මොහොතකට පෙර එහි අරය කේශික නළයේ අරයට සමාන වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$\text{පීඩන අන්තරය} = \frac{2T}{r}$$

$$= \frac{2T}{2 \times 10^{-4}\,\mathrm{m}}$$

$$= T \times 10^4$$

නමුත්, $T \times 10^4 = 3.6 \times 10^2$

$$\therefore\ T = \underline{\underline{3.6 \times 10^{-2}\,\mathrm{N\,m^{-2}}}}$$

$\therefore$ ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය T ; $3.6 \times 10^{-2}\ \mathrm{N\,m^{-1}}$ වේ.

(1) වන සමීකරණයෙන්

$$\cos\theta = \frac{26.08 \times 10^{-3}}{3.6 \times 10^{-2}}$$

$$= 0.7244$$

$$\therefore\ \theta = 43^\circ\ 35'$$

$$\approx \underline{\underline{44^\circ}}$$

3.10 පෘෂ්ඨීක ආතතියෙහි යෙදීම්

තීන්ත පොවන කඩදාසිවල (blotting papers) වියළීමේ ක්‍රියාවට හේතුව වන්නේ කේශාකර්ෂණය නිසා කඩදාසියේ සිදුරු තුළින් තීන්ත ඉහළට ගමන් කිරීමයි. උණු වූ ඊයම් පිපුරුම් තුළට විනිවිද යන නිසා පෑස්සීමේ කටයුතුවල දී පෘෂ්ඨීක ආතතිය උපකාර වේ. රෙදිපිළි ඩයි කිරීමේ දී ඩයි වර්ගය කේශාකර්ෂණය මඟින් රෙදිපිළි තුළට විනිවිද යෑම මත සඵලත්වය රඳා පවතී.

ඝනයක් හා ස්පර්ශව පවත්නා ද්‍රවයක හැසිරීම ප්‍රායෝගික වශයෙන් වැදගත් වේ. පෑස්සුම් කටයුතුවලදී උණු වූ පෑස්සුම් ද්‍රව්‍ය (ටින් හා ඊයම් මිශ්‍ර ලෝහය) යොදා ගන්නා ලෝහය මත විසිර ගොස් එය තෙත් කරයි නම් හොඳ සන්ධියක් ලබා ගත හැකි වේ. ද්‍රව පෑස්සුම් ද්‍රව්‍යයට කුඩා පෘෂ්ඨීක ආතතියක් ඇති නම් විසිර යෑම ඉක්මනින් සිදු වේ. පෑස්සීමේ දී දුම්මල වැනි ද්‍රව්‍යයක් යෙදීමෙන් ලෝහ පෘෂ්ඨය පිරිසිදු කරන අතර, එය තෙත් කාරකයක් ලෙස විසිර යෑමට උපකාර වේ. සාමාන්‍ය ආලේප කිරීමෙන් හෝ ඉසිනයක් මඟින් තීන්ත ආලේප කිරීමේ දී විසිර ගිය පසු බින්දු වශයෙන් නැතිව ස්තරයක් වශයෙන් පැවතීමට තෙත් කාරක ප්‍රධාන භූමිකාවක් සිදු කරයි.

ලිහිස්සි තෙල් ඇක්සලයට හෝ බෙයාරිමයට ඇලී පැවතීමට විසිර යෑමේ කාරකයන් (ස්ටියරික් අම්ලය) උපකාරී වේ.

රෙදිපිළිවල කුණු ඉවත් කරන ද්‍රව්‍ය (detergent) මඟින් තෙල් වැනි දෑ නිසා තැවරී ඇති කුණු ඉවත් කෙරේ. ඒවා කුණු ඉවත් කිරීමට පෙර රෙදිපිළි මත විසිර යා යුතු ය. ඒනිසා එවැනි ද්‍රව්‍යවලට අඩු පෘෂ්ඨීක ආතතියක් සහ අඩු ස්පර්ශ කෝණයක් තිබිය යුතු ය. සිලිකෝන් යොදා සැකසීමෙන් රෙදිපිළි වැහි සුළං ආදියෙන් පීඩා නොවන සේ (weatherproof) සැකසිය හැකි ය. එමඟින් ජලය විසිරී නොයන අතර, බින්දු වශයෙන් රැස් වේ.

අභ්‍යාස

(1) පෘෂ්ඨික ආතතිය අර්ථ දක්වන්න.

දිග, පළල පිළිවෙළින් 6 cm සහ 4 cm, සහ 2 mm ඝනකම මානවලින් යුත් ඍජුකෝණාස්‍රාකාර තහඩුවක් එහි විශාල පෘෂ්ඨය ජල පෘෂ්ඨයක් මත තිරස්ව සිටින සේ තබනු ලැබේ. තහඩුව මත පෘෂ්ඨික ආතතිය නිසා ඇති වන බලය ගණනය කරන්න. තහඩුව එහි දිග පැත්ත ජල පෘෂ්ඨය යන්තම් ස්පර්ශ වන සේ සිරස්ව තැබුව හොත් පෘෂ්ඨික ආතතිය නිසා එය මත පහළට ක්‍රියා කරන බලය කොපමණ ද? (ජලයේ පෘෂ්ඨික ආතතිය = 7.0×10^{-2} N m^{-2} වේ).

(2) පෘෂ්ඨික ආතතියේ මාන කුමක් ද?

0.4 mm විෂ්කම්භයෙන් යුත් කේශික නළයක් සිරස්ව තබා ඇත්තේ

i. පෘෂ්ඨික ආතතිය 6.5×10^{-2} N m^{-1} සහ ස්පර්ශ කෝණය ශුන්‍ය වන ජල පෘෂ්ඨයක් තුළ ය.

ii. ඝනත්වය 300 kg m^{-3}, පෘෂ්ඨික ආතතිය 5.0×10^{-2} N m^{-1} සහ ස්පර්ශ කෝණය 30°ක් වන ද්‍රවයක පෘෂ්ඨයක් තුළ ය.

එක් එක් අවස්ථාවේ කේශික නළය දිගේ ඉහළ නගින ජල කඳේ සහ ද්‍රව කඳේ උස ගණනය කරන්න.

(3) U නළයක බාහුවල විෂ්කම්භ පිළිවෙළින් 1 cm සහ 1 mm වේ. නළය සිරස්ව තබා, එය තුළට පෘෂ්ඨික ආතතිය 7.0×10^{-2} N m^{-1} වන ද්‍රවයක් වත් කරනු ලැබේ. නළයේ බාහු දෙකේ ද්‍රව මට්ටම් අතර අන්තරය සොයන්න. ද්‍රවයේ ඝනත්වය 1000 kg m^{-3} සහ ස්පර්ශ කෝණය ශුන්‍ය ලෙස සලකන්න.

(4) සිදුරේ විෂ්කම්භය 50 μm වන කේශික නළයක් සිරස්ව කලම්ප කර ඇත්තේ එහි පහළ කෙළවර පෘෂ්ඨික ආතතිය 5.5×10^{-2} N m^{-1} වන ද්‍රවයක ගිලී පවතින පරිදි ය. ද්‍රවය නළයේ බිත්තිය සමඟ 20°ක ස්පර්ශ කෝණයක් සාදයි. ද්‍රව මාවක නළයට පිටතින් පිහිටි නිදහස් ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ මට්ටමට එන තුරු නළය තුළ ද්‍රව මාවකට ඉහළින් පිහිටි වාතයේ පීඩනය සකස් කරනු ලැබේ. නළය තුළ ද්‍රව මාවකට ඉහළින් පිහිටි වාතයත්, නළයට පිටතින් පිහිටි නිදහස් ද්‍රව පෘෂ්ඨයේ ඇති වාතයත් අතර පීඩන අන්තරය ගණනය කරන්න.

(5) අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය 0.04 cm ක් වන පිරිසිදු වීදුරු කේශික නළයක් සිරස්ව රඳවා ඇත්තේ එහි පහළ කෙළවර බීකරයක ඇති පිරිසිදු ජල පෘෂ්ඨයට පහළින් සිටින සේත් නළයේ 10 cm ක් ජල පෘෂ්ඨයට ඉහළින් සිටින සේත් ය. නළය තුළ කොපමණ උසකට ජලය ඉහළට නගී ද? ඉන් පසු නළය එහි දිගින් 5 cmක් පමණක් ජල පෘෂ්ඨයට ඉහළින් පිහිටන සේ ජලය තුළ ගිල්වූ විට කුමක් සිදු වේ ද? ජලයේ පෘෂ්ඨික ආතතිය 7.2×10^{-2} N m^{-1} වේ.

(6) මැද කරාමයකින් වසා ඇති නළයක එක් එක් කෙළවර එකිනෙකට අසමාන සබන් බුබුළු දෙකක් සාදා ඇත. බුබුළු එකිනෙක සමාන වන සේ කරාමය විවෘත කළ විට කුමක් සිදු වේ ද? සමතුලිතතාවට ළඟා වීමෙන් පසු බුබුළු රූපසටහනකින් පෙන්වන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

(7) අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය 0.7 mm වන කේශික නළයක් ජල බීකරයක් තුළ උඩු අතට තබා ඇත්තේ එහි එක කෙළවරක් ජල පෘෂ්ඨයට පහළින් පිහිටන සේ ය. ඝනත්වය $800\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$ වන ද්‍රවයක් අඩංගු U නළ මැනෝමීටරයකට සම්බන්ධ නළයේ ඉහළ කෙළවරෙන් වාතය සෙමෙන් තෙරපනු ලැබේ. මැනෝමීටරයේ ද්‍රව මට්ටම් අතර අන්තරය 9.1 cm දක්වා ඉහළ නැග 4.0 cm දක්වා පහත වැටෙන බවත්, නැවත 9.1 cm දක්වා ඉහළ නැග පෙර පරිදිම පහත වැටෙන බවත් යනාදි ලෙස සොයා ගන්නා ලදි.

(a) බීකරය තුළ නිදහස් ජල පෘෂ්ඨයට පහළින් කේශික නළයේ විවෘත කෙළවරට ඇති ගැඹුර

(b) ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය

සොයන්න.

(8) ගෝලීය ද්‍රව පෘෂ්ඨයක් හරහා පීඩන අන්තරය දක්වන ප්‍රකාශනය භාවිත කර, ද්‍රවයක කේශික උද්ගමනය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ද්‍රවයේ ඝනත්වය, ද්‍රවයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය, ද්‍රව මාවකයේ වක්‍රතා අරය සහ ගුරුත්වජත්වරණය ආශ්‍රයෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

අභ්‍යන්තර අරය 0.03 cm වූ ඒකාකාර වීදුරු කේශික බටයක් තුළ ජලය සිරස්ව ඉහළට නඟින උස 4.8 cm වේ. ජලය සහ වීදුරු අතර ස්පර්ශ කෝණය ශුන්‍ය ද ජලයේ ඝනත්වය $10^3\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$ ද නම්,

(a) ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය ගණනය කරන්න.

(b) දැන් කේශික බටය තුළට ජල කඳක් ඇතුළු කර බටය සිරස්වත් එහි දෙකෙළවර වාතයට විවෘතවත් තබා ඇත. ජල කඳේ දිග

i. 3 cm සහ

ii. 1.5 cm වන විට

පහළ ජල මාවකයේ වක්‍රතා අරයයන් වෙන වෙන ම ගණනය කරන්න.

(9) විෂ්කම්භ පිළිවෙළින් 0.5 mm සහ 1 mm වන බාහු සහිත U බටයක් යටිකුරු කොට, එහි විවෘත කෙළවරවල් බීකරයක වූ ජලයේ පෘෂ්ඨයට පහළින් පිහිටන පරිදි ගිල්ලා ඇත. එක් බාහුවක් තුළ ජල මාවකය බාහිර ජල මට්ටමේ පිහිටන තෙක් බටය තුළ වාතයේ පීඩනය වැඩි කරන ලදි. අනෙක් බාහුවේ ජල කඳේ උස සොයන්න. (ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය = $7.2 \times 10^{-2}\ \mathrm{N\ m^{-1}}$ වේ).

(10) අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය 2.0 mm සහ බාහිර විෂ්කම්භය 8.0 mm ක් වූ පිරිසිදු වීදුරු නළයක් තුලාවක එක් බාහුවක එහි තැටිය වෙනුවට සිරස් අතට එල්ලා ඇති අතර, එය සංතුලනය කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන බර ප්‍රමාණය අනෙක් තැටියේ තබා ඇත. දැන් නළයේ පහළ කෙළවර ජලයේ නිදහස් පෘෂ්ඨයේ සිට 1.0 cm ක් පහළින් සිටින සේ ජල බඳුනක් නළයට යටින් රඳවා ඇත. ජලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය ගණනය කරන්න (ජලයේ ඝනත්වය = $10^3\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$).

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පරිශීලන ග්‍රන්ථ නාමාවලිය

දිසානායක, එල්. (1995). **පදාර්ථයේ යාන්ත්‍රික ගුණ**, දීපානි ප්‍රකාශන, නුගේගොඩ.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය (2019). ***අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) භෞතික විද්‍යාව ප්‍රායෝගික අත්පොත,*** ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය, මහරගම.

Edmonds Jr., D. S. (1993). ***Cioffari's Experiments in College Physics - Ninth Edition.*** D. C. Heath and Company, Massachusetts, USA.

Nelkon, M. & Ogborn, J. M. (1987). ***Advanced Level Practical Physics - Fourth Edition*.** Heinemann Educational Books, London, UK.

Nelkon, M. & Parker, P. (1995). ***Advanced Level Physics. Seventh edition.*** Heinemann Publishers (Oxford). UK.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.