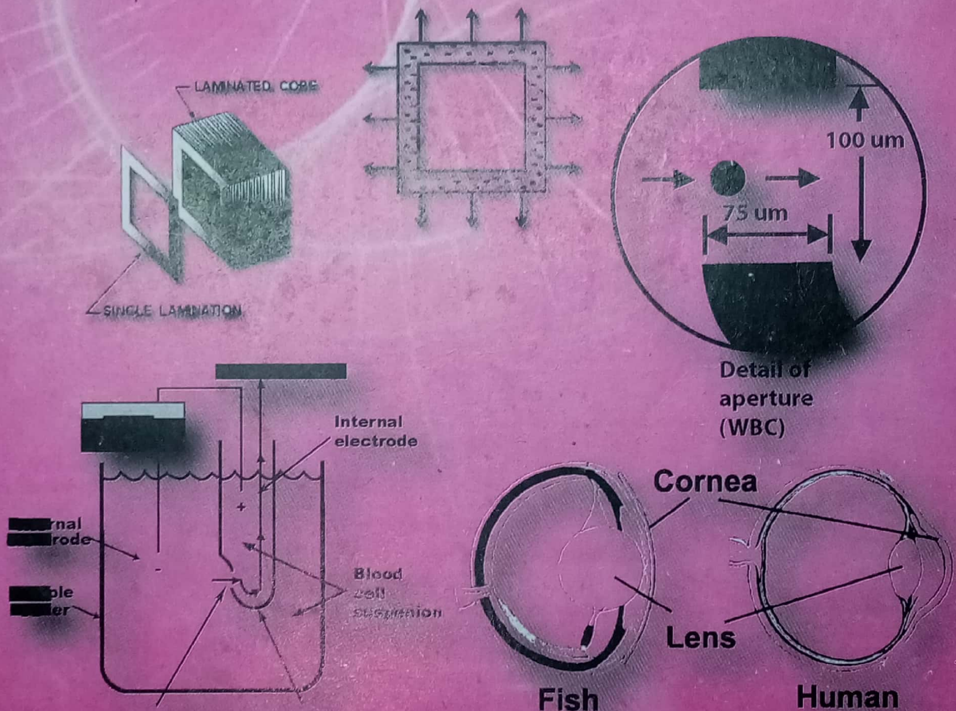
අ.පො.ස උසස් පෙළ

භෞතික විද්‍යාව 2016

ප්‍රශ්න පත්‍ර පිළිතුරු විග්‍රහය



ලිහිර අධ්‍යාපන ප්‍රකාශනයකි.

ශ්‍රී ලංකා විභාග දෙපාර්තමේන්තුවේ ලි.ප.අ. EX/Press/2016/0054

අ.පො.ස. උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව

G.C.E. Advanced Level Physics

භෞතික විද්‍යාව

පිළිතුරු විශ්ලේෂණය

2016

දැයේ දරුවන් හට....

අ.පො.ස. උසස් පෙළ විභාගයේ 2016 භෞතික විද්‍යා ප්‍රශ්න පත්‍රයේ පිළිතුරු හා එහි විශ්ලේෂණය මෙම පොත මගින් ඔබ වෙත ඉදිරිපත් කරමි.

සිසු දරුවන් ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීමේදී දක්වන දුර්වලතා, අසම්පූර්ණ උත්තර හා අතපසුවීම් සියල්ලක්ම සෑම ප්‍රශ්නයක් යටතේම ඉතා නිවැරදි ලෙස සමාලෝචනය කර ඇත.

මෙම භෞතික විද්‍යා පිළිතුරු විග්‍රහය පරිශීලනය කර මෙහි අඩංගු ශිල්පීය ක්‍රම විමර්ශනශීලීව හදාරා ඉදිරි විභාගවලදී එම ක්‍රම අනුසාරයෙන් ගැටළු විසඳා ඔබට ඉතා ඉහල ප්‍රතිඵල ලබා ගැනීමට හැකිවනු ඇතැයි විශ්වාස කරමි.

උසස් විභාග ජයග්‍රහණයකට ඔබ සැමට සුභප්‍රාර්ථනා කරමි.

ජනක හේරත්
කළමනාකාර අධ්‍යක්ෂ
ලිහිර අධ්‍යාපන සේවය

ISBN 978 - 955 - 52867 - 3 - 2

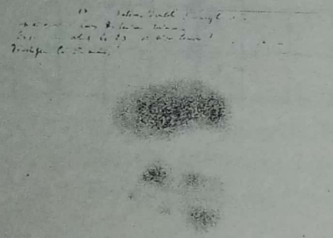
ලිහිර උසස් අධ්‍යාපන ප්‍රකාශකයෝ
බණ්ඩාරනායක මාවත - බදුල්ල
0774 830 311

(1). මෙහි නිවැරදි උත්තරය Bq බව බලපු සැනින් තීරණය කළ හැක. මෙම ප්‍රශ්නයම වාගේ එකක් 2009 පළමු

1. විකිරණශීලී මූලද්‍රව්‍යයක සක්‍රියතාවේහි SI ඒකකය වන්නේ

(1) Bq (2) Ci (3) Gy (4) Sv (5) rad

ප්‍රශ්නය ලෙස දී ඇත. හෙන්රි බෙකරල් ගැන සහ විකිරණශීලතාවය සොයා ගැනීම පිලිබඳ සටහනක් මගේ පදාර්ථ සහ විකිරණ පොතේ ඇත. ඔහු විසින් විකසනය කරන ලද විකිරණවලින් මීදුමක් සේ අඳුරු වී ඇති ඡායාරූප පටලය මෙහි පෙන්වා ඇත. පහළ රූපයේ ඇත්තේ ලෝහවලින් සැදි කුරුසියක සෙවනැල්ලක් ඇති ඉතිරිය අඳුරු



වූ ඡායාවකි. බෙකරල් විසින් ලෝහ කුරුසිය ඡායාරූප පටලය සහ යුරේනියම් සාම්පලය අතර තබන්නට ඇත. විකිරණශීලී යුරේනියම්වලින් නිකුත්වන ඇල්ෆා අංශු ලෝහ හරහා විනිවිද නොයයි. එමනිසා කුරුසිය තිබුණු තැන ඇති ඡායාරූප පටලය α අංශුවලට නිරාවරණය නොවේ.

මෙවැනි කුරුසියක් J. J. තොම්සන්ගේ කැතෝඩ කිරණ නලයේද තිබුණි. කැතෝඩ කිරණ හෙවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන ලෝහ කුරුසිය හරහා ගියේ නැත. සමහරවිට විද්‍යාඥයින් කුරුසම තෝරාගන්නට ඇත්තේ ඒවා ලෝහවලින් සැදි ප්‍රසිද්ධ ලාංඡනයක් වූ නිසා වන්නට ඇති. තවද කුරුස ලාංඡනයේ ලාක්ෂණික රටාවක් ඇත. මා නිතරම ප්‍රකාශ කරන දෙයක් වන්නේ මෙවැනි බොහෝ නව සොයා ගැනීම් විද්‍යාඥයන් විසින් සොයා ගත්තේ අහම්බෙන් වීමයි. ඒවා දෛවය විසින් ලබා දුන් තෑගි ලෙසට අර්ථ කථනය කළ හැකි නමුත් දෛවය වුනත් සලකන්නේ මහන්සි වන අයටයි. අලුත් විදිහට යමක් හිතන්න පුළුවන් අයටය.

Gy යනු අයනීකරණ විකිරණ මාත්‍රාව (dose) මනින SI ඒකකයයි. එක් kg යක් මගින් 1 J ප්‍රමාණයක විකිරණ ශක්තිය අවශෝෂණය කරයි නම් එම විකිරණවල මාත්‍රාව 1 Gy ලෙස අර්ථ දක්වයි. ඇත්තටම Gy යනු ව්‍යුත්පන්න ඒකකයකි. $1\ \text{Gy} = 1\ \text{J kg}^{-1}$. Gy නම් කොට ඇත්තේ බ්‍රිතාන්‍ය ජාතික *Louis Harold Gray* විද්‍යාඥයාට උපහාර පිණිසය. ඔහු සජීවී පටකවලට X-කිරණ මගින් ඇති වන ප්‍රතිවිපාක පිලිබඳ අධ්‍යයනය කළ පුරෝගාමී විද්‍යාඥයෙකි.

Sv යනු අයනීකරණ විකිරණ මාත්‍රාව මගින් සෞඛ්‍යයට ඇතිවන ප්‍රතිවිපාක මැනෙන SI ඒකකයයි. ඇත්තටම එහි මූලික ඒකකයද J kg^{-1} වේ. නමුත් Gy වලින් මැනෙන මාත්‍රාවේ සජීවී පටකයකට ඇති අවදානම පිලිබඳ කථාවක් නැත. 1 kg ඕනෑම දෙයක් විය හැක. Gy වලින් Sv ලබා ගැනීමේදී Gy ප්‍රමාණය අදාළ ඒකක නොමැති රාශියකින් ගුණ කෙරේ. Sv නම් කොට ඇත්තේ ස්වීඩන් ජාතික *Sievert* වෛද්‍ය භෞතික විද්‍යාඥයාට උපහාර පිණිසය.

(2) මෙය මනෝමයෙන් කල නොහැකිද? මිනුම් උපකරණය නිසා ඇතිවන දෝෂය 1 mm නම්, ප්‍රතිශත දෝෂය 1% වීම සඳහා මැනිය යුතු දිග 100 mm නොවන්නේද? ප්‍රකාශන ලියන්න ඕනද? 100 mm යනු 10 cm නොවේද?

ප්‍රකාශන ලියනව නම් $\frac{1}{l} \times 100 < 1 \Rightarrow l > 100\ \text{mm}$

උත්තරය (3) ය. උත්තරවල ඇති වැඩි විය යුතුය යන්නේ, යුතුය යන වචනය ඉතා වැදගත්ය. 1 m ට වඩා වැඩි වුවත් ප්‍රතිශත දෝෂය 1% ට වඩා අඩුවෙන් තබා ගත හැක. නමුත් 1 m හරි උත්තරය හැටියට ගතහොත් 10 cm ට වැඩි 1 m ට අඩු දිගවල් ඇත හැරේ. එමනිසා නිවැරදි පිළිතුර වන්නේ 10 cm ට වඩා වැඩිවිය යුතුය යන්නය. එවිට 10 cm ට වඩා වැඩි සියලුම දිගවල් හසු වේ.

(3) මෙම ප්‍රශ්නයේ යම් අවිනිශ්චිතතාවක් හට ගැනුණි. පරීක්ෂකවරුන්ගේ බලාපොරොත්තු උත්තරය වූයේ ඒකාකාර පරිමා ප්‍රසාරණය යන්නය. නමුත් බොහෝ ගුරුවරු මෙම ප්‍රශ්නය 1994, අසා තිබූ මෙම ප්‍රශ්නයට (6 වෙනි

උෂ්ණත්වමානයක භාවිතා කරන

1) **උෂ්ණත්වමිතික ද්‍රව්‍යයක්, මැනීමට ඇති මුළු උෂ්ණත්වය පරාසය පුරාම ද්‍රවයක් ලෙසින් පැවතිය යුතුය.**
2) **උෂ්ණත්වමිතික ද්‍රව්‍යයකට, උෂ්ණත්වය සමග රේඛීයව වැඩිවන ගුණාංගයක් තිබිය යුතුයි.**
3) **උෂ්ණත්වමිතික ද්‍රව්‍යයකට, උෂ්ණත්වය සමග වෙනස් වන ගුණාංගයක් තිබිය යුතුය.**
4) **උෂ්ණත්වමිතික ද්‍රව්‍යයක්, බොයිල් නියමය පිළිපැදිය යුතුය.**
5) **උෂ්ණත්වමිතික ද්‍රව්‍යයකට, නියත ප්‍රසාරණතාවක් තිබිය යුතුය.** **(1994)**

ප්‍රශ්නය) අදාළ කොට තර්ක ඉදිරිපත් කළහ. මෙහිදී නිවැරදි ලෙස ගැනුනේ (3)වන වරණයයි. මේ ප්‍රශ්නයට අදාළව මෙම වරණය නිවැරදිය. උෂ්ණත්වය සමග වෙනස්වන ගුණාංගයක් තිබුනේ නැතිනම් රේඛීය/ඒකාකාර ලෙස වෙනස්වන ගුණාංගයක් තිබීම යන්න නිකම්ම ලොප්වේ. උෂ්ණත්වය සමග වෙනස් වන්න ගුණාංගයක් තිබුනේ නැත්නම් ඒකාකාර ලෙස වෙනස් වන්න ගුණයක් නැත. 1994 ප්‍රශ්නය අසා ඇත්තේ පොදු ප්‍රශ්නයක් ලෙසය. එහි කඳේ ඇත්තේ 'උෂ්ණත්වමානයක භාවිත කරන' යන්න පමණය. ක්‍රමාංකනය හෝ නිරවද්‍යතාව හෝ සංවේදිතාව ගැන සටහනක් එහි නැත.

2016 ප්‍රශ්නයේ උෂ්ණත්වමානය ක්‍රමාංකනය කර ඇත්තේ ජලයේ තාපාංකය සහ අයිස් හි ද්‍රවාංකය භාවිත කිරීමෙන් බව පවසා ඇත. මෙම අගයයන් දෙක පමණක් භාවිත කළහොත් උෂ්ණත්වමානය නිවැරදිව ක්‍රමාංකනය කිරීම සඳහා ද්‍රවයේ පරිමා ප්‍රසාරණය ඒකාකාර විය යුතුය. ක්‍රමාංකනය සඳහා ඇත්තේ අචල ලක්ෂ්‍ය දෙකකි. මෙම ලක්ෂ්‍ය දෙක අතර ඇති පරාසය සමාන කොටස්වලට බෙදීමට නම් ද්‍රවයේ පරිමා ප්‍රසාරණතාව ඒකාකාර විය යුතුය. ඇරත් සිදුරේ අරය ඒකාකාර බව ප්‍රශ්නයේ සඳහන්ව ඇත. එම ඉඟියත් එල්ල වන්නේ ඒකාකාර පරිමා ප්‍රසාරණය දෙසටය. මොකද? සිදුරේ අරය ඒකාකාර නොවූයේ නම් නිවැරදිව ක්‍රමාංකනය කළ නොහැක.

ඇත්තටම ඉහළ තාප සන්නායකතාව, අඩු විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව සහ අඩු වාෂ්ප පීඩනය උෂ්ණත්වමාන ද්‍රවයකට තිබිය යුතු ගුණාංගය. මේවත් අත්‍යවශ්‍ය ගුණාංග වේ. මෙවැනි ප්‍රශ්නවල යටි (ambiguity) වක්‍රෝක්තියක් ඇත. නමුත් ප්‍රශ්නය කෙලින්ම එල්ල කොට ඇත්තේ සිදුරේ අරය ඒකාකාර වූ උෂ්ණත්වමානයක් අචල ලක්ෂ්‍ය දෙකක් ඇසුරෙන් ක්‍රමාංකනය කිරීම සම්බන්ධවය. ඒ සඳහා තිබිය යුතු අත්‍යවශ්‍යම ගුණාංගය ද්‍රවයේ ඒකාකාර පරිමා ප්‍රසාරණය බව ඇත්තය.

අඩු වාෂ්ප පීඩනයක් නැති මධ්‍යසාර වැනි ද්‍රවයක් භාවිත කළහොත් ජලයේ තාපාංකය භාවිත කොට උෂ්ණත්වමානය ක්‍රමාංකනය කල නොහැක. ද්‍රවය මධ්‍යසාර නම් 100 °C ට පෙර මධ්‍යසාර සියල්ල වාෂ්ප වේ. එසේ වුවහොත් ඒකාකාර පරිමා ප්‍රසාරණයෙන් ඇති වැඩේ මොකක්දැයි යමෙකුට තර්ක කල හැක. එබැවින් ජලයේ තාපාංකය යොදා ගන්නා නිසා ද්‍රවයට තිබිය යුතු අත්‍යවශ්‍ය ගුණාංගය අඩු වාෂ්ප පීඩනය යැයි සිතීමට ඉඩ ඇත. නමුත් ද්‍රව-වීදුරු උෂ්ණත්වමානය ක්‍රමාංකනය කර ඇත්තේ ජලයේ තාපාංකය සහ අයිස් හි ද්‍රවාංකය භාවිත කිරීමෙන් බව ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. එමනිසා ජලයේ තාපාංකයේදී ද්‍රවය වාෂ්ප වී යනවා යැයි සිතීම යුක්තියුක්ත නැත. ද්‍රවය වාෂ්ප වූයේ නම් ජලයේ තාපාංකය භාවිත කොට උෂ්ණත්වමානය ක්‍රමාංකනය කල නොහැක.

මෙම ප්‍රශ්නයට උත්තර සැපයිය යුත්තේ (logic) තර්කවලට අනුවය. සිදුරේ අරය ඒකාකාර වූ උෂ්ණත්වමානයක් ඇත. එය ක්‍රමාංකනය කිරීම සඳහා අයිස් හි ද්‍රවාංකය සහ ජලයේ තාපාංකය භාවිත කරනු ලැබේ. මේ සඳහා පමණක් ද්‍රවයට තිබිය යුතු අත්‍යවශ්‍ය ගුණාංගය කුමක්ද? අනෙක් කිසිවක් ගැන නොසිතන්න. දී ඇති දත්තයන්ට අදාළව පමණක් තර්ක කරන්න. ද්‍රවය ගොඩක් තාපය උරාගන්නා කෙනෙක්ද, ඉහළ තාප සන්නායකතාවක් නැති කෙනෙක්ද, ද්‍රවය අතරමගදී වාෂ්ප වෙනවද ආදි දේවල් ප්‍රශ්නයට අදාල නැත.

කොහොමටත් ඉතිහාසය පුරාම උෂ්ණත්වමාන හා උෂ්ණත්වමිතික ගුණ පිලිබඳ ප්‍රශ්නවලට නිවැරදි උත්තරය සොයන විට ප්‍රශ්නයේ දී ඇති කරුණු, නැතිනම් ප්‍රශ්නයේ කඳ පමණක් සැලකිල්ලට ගන්න කියා මා බොහෝ අවස්ථාවලදී ප්‍රකාශ කොට ඇත. සමීපතම උදාහරණය වන්නේ 2012, 34 (නව නිර්දේශය) ප්‍රශ්නයයි. මෙහි (A) වගන්තිය, වගන්තියක් හැටියට සත්‍යය. නමුත් එය මගින් උෂ්ණත්වමානයේ මැනෙන උෂ්ණත්වයේ අගය නිවැරදි වීමට කෙලින්ම බලපෑමක් ඇති නොවේ.

> **උෂ්ණත්ව මිනුමක් සඳහා නිවැරදි අගයක් ලබා දීමට, දී ඇති උෂ්ණත්වමානයකට ඇති හැකියාව පිළිබඳව කර ඇති පහත සඳහන් ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.**
>
> **(A)කාලයත් සමග ශීඝ්‍ර ලෙස වෙනස්වන උෂ්ණත්වයන් මිනිය යුතු අවස්ථාවල ඒ සඳහා දී ඇති උෂ්ණත්වමානය, උෂ්ණත්වය සමග උෂ්ණත්වමිතික ගුණය විශාල ලෙස වෙනස්වන ආකාරයේ එකක් විය යුතු ය.**
>
> **(B)උෂ්ණත්වය මිනිය යුතු පරිසරයේ තාප ධාරිතාව හා සැසඳීමේ දී උෂ්ණත්වමානයේ තාප ධාරිතාව නොගිණිය හැකි තරමේ විය යුතු ය.**
>
> **(C)උෂ්ණත්වමිතික ගුණයට උෂ්ණත්වය සමග රේඛීය විචලනයක් තිබිය යුතු ය.**
>
> **ඉහත ප්‍රකාශ අතුරෙන්,**
>
> **1) B පමණක් සත්‍ය වේ.** **2) A සහ B පමණක් සත්‍ය වේ.**
>
> **3) B හා C පමණක් සත්‍ය වේ.** **4) A සහ C පමණක් සත්‍ය වේ.**
>
> **5) A, B සහ C යන සියල්ල ම සත්‍ය වේ.**

එබැවින් ප්‍රශ්නයේ කඳට අනුව (A) වගන්තිය නොපෑහෙයි. (C) වගන්තිය 2016 ප්‍රශ්නය සඳහා නිවැරදි ලෙස භාර ගැනුනද, 2012 ප්‍රශ්නය සඳහා එම වගන්තියේ අදාළත්වයක් නැත. 2012 ප්‍රශ්නයේ අසන්නේ ක්‍රමාංකනය පිළිබඳව නොවේ. 2012 ප්‍රශ්නයේ ඇති උෂ්ණත්වමානය ක්‍රමාංකනය කලේ කොහොමද කියා ඔබ මගෙන් අසනු ඇත. 2012 උෂ්ණත්වමානයත් (ද්‍රව- වීදුරු යැයි සිතුවොත්) 2016 මෙන් අයිස් හි ද්‍රවාංකයත් ජලයේ තාපාංකයත් භාවිත කරමින් ක්‍රමාංකනය කලේ නම් අනිවාර්යයෙන්ම (C) වගන්තිය වැදගත් වේ.

ඔබෙන් මෙවැනි ප්‍රශ්නයක් ඇසුවොත් ඔබ දෙන උත්තරය කුමක්ද? විභාගය ඉහලින් සමත්වීමට ඔබට තිබිය යුතු අත්‍යවශ්‍ය ගුණාංගය කුමක්ද?

(1) අවංකකම (2) නිහතමානිකම (3) උඩඟු නොවීම (4) සරල බව (5) විෂය කරුණු හොඳින් ප්‍රගුණ කිරීම

මේ සියලු දෑ ඔබට තිබිය යුතු ගුණාංගය. එහි විවාදයක් නැත. නමුත් ප්‍රශ්නයට අදාල උත්තරය (5) පමණක් නොවේද?

(4) වගන්ති කියවාගෙන යන විටම නිවැරදි උත්තරය (2) බව පසක් වේ. මෙහි ඇති වගන්ති අඩු වැඩි වශයෙන් පෙර පරීක්ෂා කොට ඇත. 1994, 13 හා 2004, 02 බලන්න.

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග සම්බන්ධයෙන් කර ඇති පහත සඳහන් ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.

(A) **ඕනෑම මාධ්‍යයක දී මේවාට ඇත්තේ එකම වේගයකි.**

(B) **මේවා තීර්යක් තරංග වේ.**

(C) **මේවායේ ප්‍රචාරණයට ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක් අත්‍යවශ්‍ය නොවේ.**

ඉහත සඳහන් ප්‍රකාශවලින්,

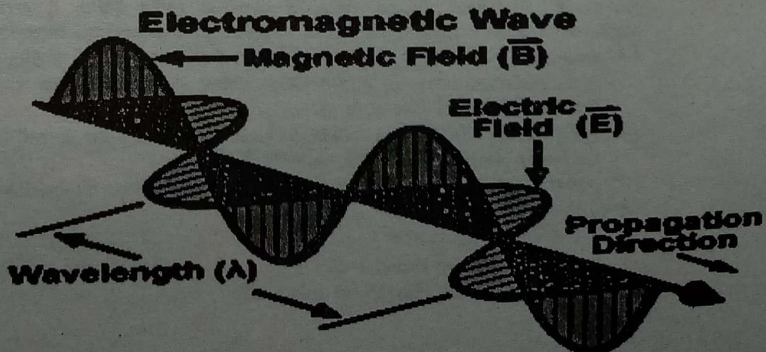
1) B පමණක් සත්‍ය වේ. **2) B සහ C පමණක් සත්‍ය වේ.**
3) A සහ C පමණක් සත්‍ය වේ. **4) A සහ B පමණක් සත්‍ය වේ.**
5) A, B සහ C සියල්ලම සත්‍ය වේ

රික්තයක් තුළ ප්‍රචාරණය වන තල විද්‍යුත්-චුම්බක තරංග පිළිබඳ කර ඇති පහත ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.

1) විද්‍යුත්-චුම්බක තරංග තීර්යක් තරංග වේ.
2) විද්‍යුත්-චුම්බක තරංගවල වේගය ඒවායේ තරංග ආයාමයෙන් ස්වායත්ත වේ.
3) තරංග හා සංසටිතව ඇති විද්‍යුත් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍ර සෑමවිටම තරංගය ප්‍රචාරණය වන දිශාව ඔස්සේ එල්ල වී පවතී.

ඉහත සඳහන් ප්‍රකාශවලින්,

1) A පමණක් සත්‍ය වේ. **2) A සහ B පමණක් සත්‍ය වේ.**
3) A සහ C පමණක් සත්‍ය වේ. **4) B සහ C පමණක් සත්‍ය වේ.**
5) A, B සහ C සියල්ලම සත්‍ය වේ.



රූපයේ පෙන්වා ඇත්තේ විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක ස්වරූපයයි. මෙහි විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය සහ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය විචලනය වන අයුරු පෙනේ. සෑමවිටම විද්‍යුත් සහ චුම්බක ක්ෂේත්‍රවල දිශාවන් එකිනෙකට ලම්බ වේ. මෙහි පෙන්වා ඇත්තේ ධ්‍රැවිත වූ (Polarized) විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයකි. එනම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර හා චුම්බක ක්ෂේත්‍ර දිශා පිහිටා ඇති තල,

කාලය සමඟ වෙනස් නොවේ. අධ්‍රැවිත වූ (Unpolarized) ආලෝකයේ E සහ B තල කාලය සමඟ වෙනස් වේ. සාමාන්‍ය ආලෝකය අධ්‍රැවිතය. E සහ B දිශා වෙනස් වූවත් සැමවිටම ඒවා එකිනෙකට ලම්බ වේ. විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර හෝ චුම්බක ක්ෂේත්‍ර නම් අපට නොපෙනේ. ඕනෑම තරංගයක් ප්‍රචාරණය වන වේගය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ඇතිවා සේම, විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක වේගය (c) ලබා දෙන සූත්‍රයක් ඇත. මෙය විෂය නිර්දේශයට අදාළ නොවේ. නිදහස් අවකාශයේදී මෙම වේගය ලබා දෙන්නේ $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}$ මගිනි. මෙහි ε_0 යනු නිදහස් අවකාශයේ පාරවේද්‍යතාවයයි. μ_0 යනු නිදහස් අවකාශයේ පාරගම්‍යතාවයයි. රික්තකයක වුවද ε_0, μ_0 සඳහා අගයයන් ඇත. ඇත්තටම නිදහස් අවකාශය යනු රික්තකය වේ. එමනිසා විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයකට රික්තකයක වුවද පැවතිය හැක. විද්‍යුත් සහ චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රික්තකයක වුවද පවතී.

යාන්ත්‍රික තරංග රික්තකයක නොපවතී. ඒවා ප්‍රචාරණය වීමට මාධ්‍යයක් අත්‍යවශ්‍ය වේ. විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක් ප්‍රචාරණය සඳහා මාධ්‍යයක් අත්‍යවශ්‍ය නොවුනද මාධ්‍යයක පැවතිය හැක. උදාහරණයක් වශයෙන් ආලෝකය වීදුරු තුළ ගමන් කරයි. වීදුරු සඳහා $\varepsilon, \varepsilon_0$ ම නොවේ. වීදුරු සඳහා ε අගය ε_0 ට වඩා ටිකක් වැඩිය. වීදුරුවලට චුම්බක ගුණ නැත. එමනිසා වීදුරු සඳහා μ, μ_0 ම වේ. $\varepsilon_0, \varepsilon$ වනවිට වේගය අඩු වේ. නැවත වාතයට ගිය විට ε_0 වේ. එබැවින් ආලෝකයේ වේගය වීදුරු තුළදී අඩු වී නැවත වාතයට ආ විට සුපුරුදු අගය ගනී. එබැවින් විද්‍යුත් චුම්බක තරංග (ආලෝකය) වේගය මාධ්‍යය මත රඳා පවතී. රඳා නොපවතී යන්න අසත්‍යය. ඕනෑම යාන්ත්‍රික තීර්යක් තරංගයක ප්‍රචාරණ දිශාව අංශු කම්පනය වන දිශාවට ලම්බ වේ. විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක ප්‍රචාරණ දිශාව ක්ෂේත්‍රවල දිශාවට ලම්බ වේ.

රික්තකයක් තුළ ප්‍රචාරණය වන විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල වේගය ඒවායේ තරංග ආයාමයෙන් ස්වායත්ත වේ. මාධ්‍යයක් තුළදී නම් වේගය ඒවායේ තරංග ආයාම මත රඳා පවතී. වීදුරු තුළදී රතු ආලෝකයේ වේගය නිල් ආලෝකයේ වේගයට සමාන නැත. රික්තකයකදී නම් සියලුම වර්ණවල වේග එක හා සමානය.

විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක් ගැන සිතන විට ආලෝකය ගැන සිතන්න. ආලෝකය මාධ්‍ය දෙකක් අතර අතුරු මුහුනතේදී පරාවර්තනයට බඳුන් විය හැක.

(5) මෙම ප්‍රශ්නයේ මතභේදාත්මක තත්වයක් ඇති විය. විභවමාන කම්බියක වෝල්ටීයතා සංවේදීතාවට නිශ්චිත අර්ථ දැක්වීමක් ඇතිද? එය $\frac{\text{cm}}{\text{V}}$ ද නැතහොත් $\frac{\text{V}}{\text{cm}}$ ද? ගැල්වනෝමීටරයක ධාරා සංවේදීතාව වනුයේ ඒකක ධාරාවකට (I) ඇතිවන උත්ක්‍රමයයි (θ). එනම් $\frac{\theta}{I}$ ය. වීදුරු-ද්‍රව උෂ්ණත්වමානයක සංවේදීතාව වන්නේ යම් උෂ්ණත්ව අන්තරයකට ද්‍රව කඳේ ඉහළ නැගීමයි. සංවේදීතාව වැඩි නම් කිසියම් උෂ්ණත්ව වෙනසකට අදාළව ද්‍රවය වැඩි ප්‍රසාරණ දිගක් පෙන්වයි. එවිට සුළු උෂ්ණත්ව වෙනසක් වුවද පහසුවෙන් මැනිය හැක.

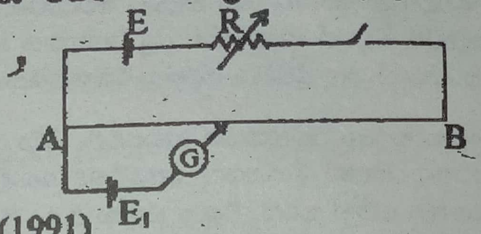
මිනිසෙකුට තරහ යෑමට අදාළ සංවේදීතාව මනින්නේ $\frac{\text{තරහ යන ප්‍රමාණය}}{\text{තරහ යෑමට තුඩු දුන් හේතුව}}$ මගිනි. වෝල්ටීයතා සංවේදීතාව ලියා ඊට පසු වරහන් තුළ $\frac{\text{V}}{\text{cm}}$ කියා සඳහන් කොට ඇත්තේ වෝල්ටීයතා සංවේදීතාවද? ඇත්තටම $\frac{\text{V}}{\text{cm}}$ යනු ඒකක දිගකට විභව බැස්මයි. එනම් විභව අනුක්‍රමණයයි. වෝල්ටීයතා සංවේදීතාව වැඩි වීමට නම් විභව අනුක්‍රමණය අඩු විය යුතුය. එහි විවාදයක් නැත. වරහන් තුළ දී ඇත්තේ සංවේදීතාව නොව විභව අනුක්‍රමණය විය හැක.

දරුවන් විභවමානයක වෝල්ටීයතා සංවේදීතාව දන්නවාය. මෙය පෙර පරීක්ෂා කොට ඇත. වරහන් තුළ $\frac{\text{V}}{\text{cm}}$ කියා දී ඇති නිසා සංවේදීතාව වැඩි කරන්න V වැඩි කල යුතු යැයි සිතීමට ඉඩ ඇත. එයට අදාළ උත්තරයක් නම් නැත.

වෝල්ටීයතා සංවේදීතාව $\frac{\text{cm}}{\text{V}}$ හැටියට අර්ථ දැක්වූවිට නිකම්ම උත්තරය ලැබේ. V නියතව තබා කම්බියේ දිග වැඩි කල විට සංවේදීතාව වැඩි වේ. විභව අනුක්‍රමණය $k = \frac{\text{V}}{\text{cm}}$ නම් අඩුවේ. සංවේදීතාව වැඩි කිරීමට නම් k අඩු කල යුතුය.

කම්බිය සමඟ ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධයක් සම්බන්ධ කළවිට විභවමාන කම්බිය හරහා විභව බැස්ම අඩුවේ. එවිටද k අඩු වී සංවේදීතාව වැඩි වේ. කම්බිය හරහා විභව බැස්ම අඩු වූ විට කිසියම් විභව අන්තරයක් මැනීම සඳහා කම්බියේ වැඩි දිගක් කරා යා යුතුය. එනම් විභවමානය සංවේදීය. කම්බිය හරහා යොදා ඇති වෝල්ටීයතාව වැඩි කල විට k වැඩි වේ. සංවේදීතාව අඩු වේ. එබැවින් නිවැරදි වන්නේ (A) සහ (B) පමණි. 1991, දී ඇති මෙම ප්‍රශ්නය (26) බලන්න. මෙය කිරීමෙන් ඉතා සවිස්තරාත්මකව මේ පිලිබඳ අධ්‍යයනයක යෙදිය හැක.

කෝෂයක **විද්‍යුත් ගාමක බලය E_1 නිර්ණය කිරීම සඳහා විභව මාන ක්‍රමයේ සැකැස්මක් රූපයේ පෙන්වා ඇත. සංතුලන දිග වැඩි කිරීම සඳහා**



1) R අඩුකොට E වැඩිකළ යුතුය.
2) R අඩුකොට E නොවෙනස්ව තැබිය යුතුය.
3) E වැඩිකොට R නොවෙනස්ව තැබිය යුතුය.
4) R වැඩිකොට E නොවෙනස්ව තැබිය යුතුය.
5) විභව මාන කම්බියේ විෂ්කම්භය අඩු කළ යුතුය. **(1991)**

R අඩු කොට E වැඩි කල විට දෙකෙන්ම V (විභවමාන කම්බිය හරහා විභව බැස්ම) වැඩිවේ. සංවේදීතාව අඩු වේ. තර්ක කොට බලන්න. නිවැරදි පිළිතුර (4) ය. කම්බියේ විෂ්කම්භය අඩු කල විට කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි වේ. එවිට ගලන ධාරාව අඩු වී කම්බිය හරහා විභව බැස්ම ($E - iR$) වැඩිවේ. V වැඩි වේ. සංවේදීතාව අඩු වේ.

(6) ඉතාම සරලය. සරල ධාරා ඇති වගන්ති දෙස නිකමටවත් නොබැලිය යුතුය. මෙවැනි ප්‍රශ්න ඕන තරම් පසුගිය ප්‍රශ්න පත්‍රවල ඇත. ස.ධා. ඉවත් කල පසු ඉතිරිවන්නේ (2) සහ (4) වරණ පමණි. ප්‍රාථමික දඟරයේ වට ගණන ද්විතියික දඟරයේ වට ගණනට වඩා වැඩිය. එමනිසා මෙය අවකර පරිණාමකයකි. එනම් ද්විතිකයෙහි වෝල්ටීයතාව 240 V ට වඩා අඩු විය යුතුය. ඉතිරි වන්නේ (4) වරණය පමණි. වට 360 සිට 30 දක්වා අඩු වී ඇත. එනම් 12 ගුණයකින් වට ප්‍රමාණය අඩු වී ඇත. 240, 12 න් බෙදූ විට ලැබෙන්නේ 20 ය. කටු වැඩ නොකරන්න. 360, 30න් බෙදන්න කටු වැඩ ඕනද? 240, 12 බෙදන්නත් කටු වැඩ ඕනද? ගණන නොසෑදුවත් භෞතික විද්‍යාවට අදාළ තර්කනයෙන් (4) වරණය ලබා ගත හැක. ස. ධා. ඇති ප්‍රකාශ ඉවත් කරන්න. ද්විතිකයෙහි වෝල්ටීයතාව 240 V ට වැඩි උත්තර කපා හරින්න. 240 V, 12 න් ගුණ කළොත්නම් 2880 V ලැබේ.

2009, 5 ප්‍රශ්නය බලන්න. 220 V, මෙවර 240 V දක්වා වෙනස් වී ඇත.

220 V ac වෝල්ටීයතාවක් 20 V ac දක්වා අඩු කිරීමට පහත සඳහන් කුමන ලාක්ෂණික සහිත පරිණාමකයක් සුදුසු ද?

	පරිණාමක වර්ගය	ද්විතීයික දඟරයේ වට ගණන / ප්‍රාථමික දඟරයේ වට ගණන
1)	අවකර	$\frac{1}{22}$
2)	අවකර	$\frac{1}{11}$
3)	අවකර	11
4)	අධිකර	$\frac{1}{11}$
5)	අධිකර	11

(7) මෙයත් ඉතාමත් සරලය. ඇමීටරයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය කුඩා විය යුතු අතර වෝල්ට්මීටරයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය විශාල විය යුතුය. මෙය අප සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රකාශ කරන සාධාරණ වගන්තියකි. මේ අනුව පමණක් බැලුවත් දී ඇති සංඛ්‍යාවලින් ඇමීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය සඳහා කුඩාම අගය වන්නේ $1\,\Omega$ ය. වෝල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය සඳහා දී ඇති අගයයන්ගෙන් විශාලතම අගය වන්නේ $5\,k\Omega$ ය. එමනිසා නිවැරදි උත්තරය (1) ය.

වෝල්ට්මීටරය සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ 1 kΩට සමාන්තරගතවය. එබැවින් වෝල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අනිවාර්යයෙන්ම 1 kΩ ට වඩා අධික විය යුතුය. දී ඇති අගයයන්ගෙන් 1 kΩ ට වැඩි එකම අගය 5 kΩ වේ. එමනිසා බැලිය යුත්තේ (1) සහ (4) වරණ දෙක පමණි. ඇමීටරයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හැකි පමණින් අඩු වීම හොඳය. එවිට ඇමීටරය දැම්මා කියා පරිපථයේ සඵල ප්‍රතිරෝධයේ අගයේ වෙනස්වීම නොගිණිය හැකි තරම් කුඩා වේ. ඇමීටරය නොමැතිව, වෝල්ට්මීටරය පරිපූර්ණ යැයි සිතුවොත් මෙම පරිපථයේ සඵල ප්‍රතිරෝධය 1020 Ω වේ. 1 Ω අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් ඇති ඇමීටරයක් සම්බන්ධ කළහොත් පරිපථයේ මුළු ප්‍රතිරෝධය වන්නේ 1021 Ω කි. වෙනස ඉතාම අල්පය.

වෙනසේ ප්‍රතිශතය = $\frac{1}{1020} \times 100 \approx 0.1\%$

අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය 20 Ω වූ ඇමීටරයක් සම්බන්ධ කළහොත් පරිපථයේ මුළු ප්‍රතිරෝධය 1040 Ω දක්වා නගී. වෙනස් වීමේ ප්‍රතිශතය $\frac{20}{1020} \times 100 \approx 2\%$.

0.1% වෙනස 2% කට වඩා අල්පය. හැකි තරමින් වැරදි අඩු කරගන්න එක හොඳය. වෝල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය තව වැඩි වුනේ නම් හොඳය. 1 kΩ හා 5 kΩ සමාන්තරගතවූ විට සඵල ප්‍රතිරෝධය වන්නේ 0.83 kΩ ය. වෙනස් වීමේ ප්‍රතිශතය $\frac{1-0.83}{1} \times 100 \approx 17\%$. නමුත් වෝල්ට්මීටරය සඳහා දී ඇති අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධ අතුරින් තෝරා ගත හැක්කේ 5 kΩ පමණය.

(8) ඉතාම සරලය. ඔබ දන්නා දේවල්ය. ජල බිඳිති ගෝලාකාර හැඩයක් ගන්නේ පෘෂ්ඨික ආතති බල නිසාය. 1987, 6 ප්‍රශ්නය බලන්න.

පහත දැක්වෙන ආවරණවලින් කුමක් පෘෂ්ඨික ආතතිය **නිසා සිදු වන්නේද?**

1) උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට උෂ්ණත්වමානයක රසදිය ඉහළ නැගීම.
2) පහළට වැටෙන ද්‍රව බිංදු ගෝලාකාර හැඩයක් ගැනීම.
3) වායු ගෝලීය පීඩනය වැඩිවන විට බැරෝමීටරයක රසදිය ඉහළ යෑම.
4) තරලයක් තුළ පහළට වැටෙන ගෝලාකාර වස්තුවක් නියත ප්‍රවේගයක් ලබා ගැනීම.
5) සුවඳ විලවුන් බෝතලයක් විවෘත කළ විට එහි සුවඳ කාමරයක් තුළ පැතිර යාම.

දෙන ලද පරිමාවකට අදාළ අවම පෘෂ්ඨික වර්ගඵලය ලබා ගත හැක්කේ ගෝලාකාර හැඩයකටය. පෘෂ්ඨික ශක්තිය වර්ගඵලය මත අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. එමනිසා අවම වර්ගඵලයක් ගැනීම අවම පෘෂ්ඨික ශක්තියක් අයත්කර ගැනීම හා බැඳේ. එවිට ජල බිඳිත්තේ විභව ශක්තිය (සංසක්ති බල වලින් ඇති වන) අවම වේ. ස්වභාවධර්මය හැකි සෑමවිටම තමාට ආරූඪ වී ඇති ශක්තිය අවමව තබා ගැනීමට පෙළඹේ. ශක්තිය අවමව තබා ගත් විට කරදර අඩුය. අන් අයටද කරදරයක් නැත. ගුරුත්වාකර්ෂණ බල නිසා වැසි ජල බිංදු (Water Drops) වල නම් හැඩය ගෝලාකාර නොවේ. ජල බිඳිති (Water Droplets) නම් බොහෝ සෙයින් ගෝලාකාර වේ. 2010 රචනා (3) වන ප්‍රශ්නය මේ පිළිබඳව වේ. සාමාන්‍යයෙන් ජල බිඳිත්තක් ලෙස සලකන්නේ අරය 0.1 mm ට වඩා අඩු ජල බිංදුය. කේශික උද්ගමනය, කෘමීන්ට ජල පෘෂ්ඨය මත ඇවිදීමට හැකි වීම (2015, 22 ප්‍රශ්නය) සහ සබන් බුබුලක් තුළ අමතර පීඩනය පෘෂ්ඨික ආතතියේ ප්‍රතිඵල බව අපි දනිමු.

ජල පෘෂ්ඨයකින් ජල අණු ඉවත් වීම පැහැදිලි කරන්නේ චාලක වාදයට අනුවය. චාලක ශක්තිය වැඩියෙන් ඇති අණු පෘෂ්ඨයෙන් ඉවත් වීමේ සම්භාවිතාවක් ඇත. මෙය වාෂ්පීභවනය ලෙස හැඳින්වේ. පෘෂ්ඨික ආතති බලත් ද්‍රව පෘෂ්ඨයකින් ද්‍රව අණු ඉවත්වීමට බල නොපානවා කියා කිව නොහැක. උදාහරණයක් වශයෙන් පෘෂ්ඨික ආතති බල අඩු ද්‍රව ඉතා ඉක්මනින් වාෂ්පීභවනය වන අතර ඉතා කුඩා අංශු ලෙස වාතයේ විසිර තිබෙන (aerosol form) පද්ධතියක් ලෙස තබා ගැනීමට හැකිය.

නමුත් ජල පෘෂ්ඨයකින් ජල අණු ඉවත්වීම පෘෂ්ඨික ආතතියෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙසට නොගැනීමේ වරදක් නැති බව මාගේ මතයයි. නමුත් ඉවත් වීමට හෝ නොවීමට පෘෂ්ඨික ආතතිය බලපායි.

(9) මේ වගන්ති ඔබ දන්න ඒවාය. 1990, 12 සහ 1991, 23 ප්‍රශ්න බලන්න.

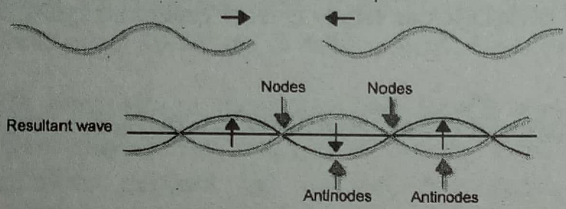
ස්ථාවර තරංග පිළිබඳව ප්‍රකාශ කර ඇති පහත සඳහන් වගන්ති අතරින් අසත්‍ය වන්නේ කුමක් ද?

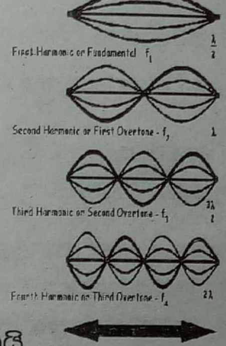
1) **ස්ථාවර තරංගයක තරංග ආකෘතිය ගමන් නොකරයි.**
2) **තරංගය හා බැඳී ඇති ශක්තියේ ප්‍රචාරණයක් නොමැත.**
3) **තරංග අධිස්ථාපනය සඳහා තරංග දෙකක් අවශ්‍ය වන අතර ඒවා එකම දිශාවට හෝ ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට හෝ ගමන් කළ හැක.**
4) **තරංග අධිස්ථාපනය වීමේදී සෑම විටම ශුන්‍ය විස්ථාපනයක් සහිත ලක්ෂ්‍ය ඇති වේ.**
5) **විස්ථාපනය උපරිම වන ලක්ෂ්‍ය පිහිටන්නේ විස්ථාපනය ශුන්‍ය වන ලක්ෂ්‍ය අතර හරි මැදය.**

ඇදි තන්තුවක ඇතිවන ප්‍රගමන තරංග සහ ස්ථාවර තරංග පිළිබඳව කර ඇති පහත ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.

A) ප්‍රගමන තරංගයක තන්තුවේ හැම අංශුවක්ම කම්පනය වනුයේ එකම විස්තාරයෙනි.
B) ස්ථාවර තරංගයක තන්තුවේ හැම අංශුවක්ම කම්පනය වනුයේ එකම සංඛ්‍යාතයෙනි
C) ස්ථාවර තරංගයක තන්තුවේ වෙනස් අංශු සඳහා විස්තාරයද වෙනස් වේ.

මෙම ප්‍රශ්න දෙකෙන් ඔබට 2016 ප්‍රශ්නයට නිවැරදි උත්තරය සොයා ගත හැක. ඇදි තන්තුවක හට ගන්නා ස්ථාවර තරංග රටාවක් රූපයේ පෙන්වා ඇත.





ස්ථාවර තරංග ඇති වන්නේ යම් මාධ්‍යයක එකම තරංග ආයාමයකින් හෝ එකම සංඛ්‍යාතයකින් ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවන්ට ගමන් ගන්නා තරංග දෙකක් අධිස්ථාපනය වීමෙනි. මෙසේ ඇතිවන ස්ථාවර තරංගයක තරංග ආකෘතිය (වමට හෝ දකුණට) ගමන් නොකරයි. එකම තැන පල්වී තිබේ. ස්ථාවර යන වචනය පටබැඳී ඇත්තේ මේ නිසාවෙනි. තන්තුවේ සමහර ස්ථාන (නිෂ්පන්ද) දිගටම නිශ්චලව පවතී. අනුයාත නිෂ්පන්ද දෙකක් අතර හරි මැද විස්ථාපනය උපරිම වූ ලක්ෂ්‍යයක් (ප්‍රස්පන්ද) හට ගැනේ.

2016 ප්‍රශ්නයේ වගන්ති තුනම නිවැරදිය. තන්තුවේ ආතතියක් ඇත. එමනිසා තන්තුවේ ප්‍රත්‍යස්ථ ශක්තියක් ඇත. නමුත් තන්තුව දිගේ (ඔස්සේ) ශක්ති ප්‍රචාරණයක් නැත. නිෂ්පන්ද සහ ප්‍රස්පන්දවල පිහිටීම කාලය සමඟ වෙනස් නොවේ. ඒවා කාලය සමඟ ස්ථාවරව පවතී. (C) වගන්තිය නිවැරදි බව ස්ථාවර තරංගයේ ආකෘතිය දෙස බැලීමෙන්ම පෙනේ. නිෂ්පන්දවල විස්ථාපනය ශුන්‍ය හෝ අවම වේ. එක් එක් අංශුවල උපරිම විස්ථාපනය ඒ ඒ අංශුවලට ආවේණිකය.

එක් එක් අංශු අයත්කර ගන්නා උපරිම විස්ථාපන එම අංශුවල විස්තාර (amplitude) ලෙස හැඳින්විය හැකිද? එහි වරදක් නැත. නමුත් ස්ථාවර තරංගයක තනි (එකම) විස්තාරයක් කියා දෙයක් නැත. එය අංශුවේ පිහිටීම මත රඳා පවතී. ස්ථාවර තරංගයක උපරිම විස්තාරය (විස්තාරවල උපරිමය) ඇත්තේ ප්‍රස්පන්දයේය. ප්‍රගමන තරංගයක නම් තන්තුවේ සෑම අංශුවක්ම කිසියම් මොහොතකදී තම උපරිම විස්ථාපනය හෙවත් විස්තාරය අයත් කර ගනී. ස්ථාවර තරංගයක එක් එක් අංශුවේ උපරිම විස්ථාපන විවිධය. කාලය සමඟ එම අගයයන් වෙනස් නොවේ. (ශක්ති හානියක් නොවූයේ නම්)

ගණිතය ඇසුරින් මේ කරුණු ඉතා පැහැදිලිව වටහා ගත හැක. ඔබ ගණිතයට ආදරය කරන්නෙකු පමණක් නම් මේ ටික කියවන්න. ධන x දිශාවට ගමන් ගන්නා සයිනාකාර ප්‍රගමන තීර්යක් තරංගයක් ගණිතමය වශයෙන් මෙසේ ප්‍රකාශ කල හැක. $y_1 = A\sin(kx - \omega t)$

$x = t$ කාලයකදී තරංගයේ පිහිටීම; $A =$ තරංගයේ විස්තාරය; $k = \frac{2\pi}{\lambda} =$ තරංගයේ කෝණික තරංග අංකය ($\lambda =$ තරංගයේ තරංග ආයාමය); $\omega =$ තරංගයේ කෝණික සංඛ්‍යාතය ;
$y_1 =$ යම් (x, t) අගයකදී තරංගයේ විස්ථාපනය.

ප්‍රතිවිරුද්ධ ($-x$ දිශාවට) ගමන් ගන්නා මෙවැනිම තරංගයක් $y_2 = A\sin(kx + \omega t)$ මගින් නිරූපණය කල හැක. ස්ථාවර තරංගයක් ලබා ගැනීමට මේ තරංග දෙක එකිනෙකට අධිස්ථාපනය කළ යුතුයි.

$$y = y_1 + y_2 = A\sin(kx - \omega t) + A\sin(kx + \omega t)$$

ඉහත ප්‍රකාශනය සුළු කල විට $\left[\sin A + \sin B = 2\sin\frac{1}{2}(A+B)\cos\frac{1}{2}(A-B)\right.$ ඇසුරෙන් $\left.\right]$
$y = [2A\sin(kx)]\cos(\omega t)$ ලැබේ.

මෙහි $[2A\sin kx]$ පදයෙන් ස්ථාවර තරංගයේ යම් x පිහිටුමක උපරිම විස්ථාපනය (එම ලක්ෂ්‍යයට අදාළ විස්තාරය) ලබා දේ. $\cos(\omega t)$ පදයෙන් කාලය සමඟ ස්ථාවර තරංගයේ දෝලනය (යම් x ලක්ෂ්‍යයක ඉහළ පහළ යෑම) නිරූපණය කරයි. A යනු ප්‍රගමන තරංගයේ විස්තාරයයි. එය ප්‍රගමන තරංගයට නියතයකි. $2A\sin kx$, ස්ථාවර තරංගයේ විස්තාරය ලෙස කිසිවිටක අර්ථ නොදක්වයි. ඒ $2A\sin(kx)$ පදය x මත රඳා පවතින බැවිනි. ඇත්තටම ස්ථාවර තරංගයකට ආවේණික වූ විස්තාරයක් නැත.

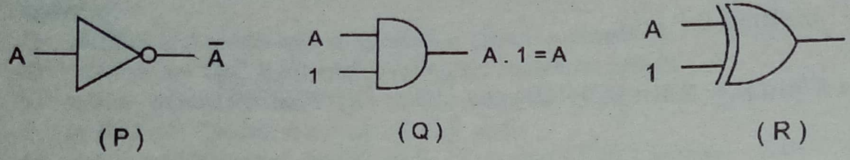
ඉහත ප්‍රකාශනය දෙස බැලීමේදී කාලය සමඟ විචලනය වන දෝලන පදයේ x අන්තර්ගත නොවේ. එහි ඇත්තේ $\cos(\omega t)$ පමණි. මෙයින් ගම්‍ය වන්නේ දෝලන කොටසේ ප්‍රගමනයක් නැති බවයි. එනම් තරංගය x ට සාපේක්ෂව ස්ථාවරය. ස්ථාවර තරංගයක් නිරූපණය කරන්නා වූ ඉහත ප්‍රකාශනයෙන් අපට කියන්නේ යම් x ලක්ෂ්‍යයක් ඉහළ හා පහල යනවා මිස x හි දකුණට හෝ වමට චලිතයක් නැති බවයි. $2A\sin kx$ පදය $kx = n\pi \ (n = 0, 1, 2, ...)$ වූ විට ශූන්‍ය වේ. ඒ $\sin 0 = \sin\pi = \sin 2\pi = 0$ වන බැවිනි.

$kx = n\pi$ වන x අගයයන්ට $2A\sin kx$ පදය ශූන්‍ය වේ.
$\frac{2\pi}{\lambda}x = n\pi \rightarrow x = \frac{n\lambda}{2} \ (n = 0, 1, 2, ...)$ මෙම x අගයයන්ගෙන් ලබා දෙන්නේ නිෂ්පන්ද නොවේද? එලෙසම $2A\sin kx$ පදය උපරිම වන්නේ $kx = \frac{1}{2}\pi, \frac{3}{2}\pi, \frac{5}{2}\pi, ...$ වූ විටය, එනම් $kx = \left(n + \frac{1}{2}\right)\pi \ (n = 0, 1, 2, ...)$ වූ විටය. මෙයින් ප්‍රස්පන්ද වල පිහිටීම $x = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$ ලැබේ.

මෙම ප්‍රකාශනවලින්ද අනුයාත ප්‍රස්පන්ද දෙකක් අතර පරතරය $\frac{\lambda}{2}$ වන බවත්, ඒවා සැමවිටම නිෂ්පන්ද යුගලයක් අතර හරි මැද පිහිටන බවත් ඉතා පහසුවෙන් නිශ්චය කරගත හැක. ප්‍රස්පන්දයක උපරිම විස්ථාපනය (ප්‍රස්පන්දයක විස්තාරය) $2A$ වේ. දෙන්නම හරියට එකතු වුනාම $2A$ හැර වෙන මොනවා වෙන්නද? එමනිසා ස්ථාවර තරංගයක අංශුවල උපරිම විස්ථාපන (විස්තාර) අවමයක සිට $2A$ පරාසයක් පුරා විහිදී පවතී. A යනු ස්ථාවර තරංගය හැදීමට දායක වූ තරංගවල විස්තාරයයි. ස්ථාවර තරංගය නිරූපණය කරන සමීකරණයේ තවත් වැදගත් ලක්ෂණයක් වන්නේ ඕනෑම x අගයක් සඳහා ඇත්තේ එකම ω අගයක් වීමය. එමනිසා සෑම අංශුවක්ම කම්පනය වන්නේ එකම සංඛ්‍යාතයෙනි. උපරිම විස්ථාපනය වැඩි අංශුවල වේගය උපරිම විස්ථාපනය අඩු අංශුවල වේගයට වඩා වැඩිය. එය එසේ විය යුතුය. සංඛ්‍යාතය එකම නම් වැඩි දුරක් යන්න වැඩි හයියෙන් යා යුතුය. අඩු දුරක් යෑමට එතරම් හයියෙන් යා යුතු නොවේ.

මෙහිදී ගුරුවරුන් මගෙන් අසන තවත් ප්‍රශ්නයක් පිලිබඳ සටහනක් තබමි. ස්ථාවර තරංග ඇතිවීම තරංගවල නිරෝධනයේ (interference) ප්‍රතිඵලයක්ද? මගේ පිළිතුර වන්නේ මෙයයි. තරංග දෙකක් එකම දිශාවට ගමන් කරනවිට ඇති වන ප්‍රතිඵලය නිරෝධනයයි. ස්ථාවර තරංග ඇති වීමට නම් අනිවාර්යයෙන්ම තරංග දෙක විරුද්ධ දිශාවලට ගමන් කල යුතුය. නමුත් මේ ආචරණ දෙකම ඇති වන්නේ තරංග සඳහාවන අධිස්ථාපන මූලධර්මය නිසාය. නිරෝධනය යන වචනය අප භාවිත කරන්නේ එකම දිශාවට ගමන් කරන තරංගවල අධිස්ථාපනයෙන් ලැබෙන ප්‍රතිඵල විග්‍රහ කිරීමටය. අධිස්ථාපන මූලධර්මය භෞතික විද්‍යාවේ එන ඉතා ප්‍රබල මූලධර්මයකි. එය සරල මූලධර්මයක් සේ පෙනුනත්, මෙය සිදු නොවූයේ නම් අප කිසිවක් කර කියාගත නොහැකි තත්වයකට පත්වනු නොඅනුමානය. මෙම මූලධර්මය සරලව මෙසේ ප්‍රකාශ කල හැක. නොයෙකුත් ආචරණ එකවිට ක්‍රියාත්මක වන විට ඇති වන්නා වූ සඵල ඵලය තනි තනි ආචරණ මගින් ඇතිවන ඵලයන්ගේ දෛශික එකතුවට සමානය. පෙර පොතක සඳහන් කර ඇති පරිදි, මනුෂ්‍ය ක්‍රියාකාරකම්වලට මෙම මූලධර්මය යෙදිය නොහැක. මනුෂ්‍ය ක්‍රියාකාරකම් වටේ සිටින අනෙක් අය මත රඳා පවතී.

(10) මේ ආකාරයේම ප්‍රශ්නයක් 2003, 21 ලෙස ඇත. +5 V ද්විමය 1 ලෙස ගෙන සෑම ද්වාරයකම අගින් එහි ප්‍රතිදානය ලිව්වේ නම් උත්තරය අතේය.



$\bar{A}.1 + A.\bar{1} = \bar{A}\ (\bar{1} = 0)$

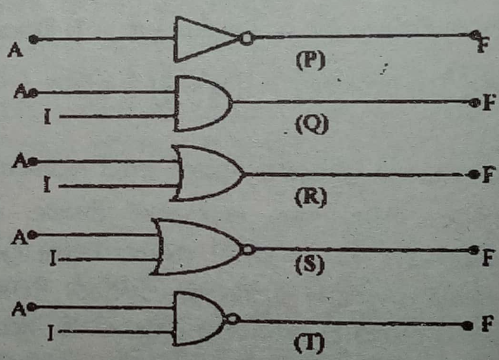
මෙයින් පෙනෙන්නේ (P) හා (R) ද්වාරවල ක්‍රියාකාරීත්වය සර්වසම බවයි. දී ඇති සත්‍යතා වගුව NOT ද්වාරයක සත්‍යතා වගුව බව එක විටම පෙනේ. එම නිසා (P) නිකම්ම අදාළ සත්‍යතා වගුවට ගැලපේ. (Q) හි +5 V, ද්විමය 1 ලෙස ගත් විට, A ද්විමය 0 වන විට AND ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය F = 0 වේ. A = 0 වන විට F = 0 නම් දී ඇති සත්‍යතා වගුව තෘප්ත නොකරයි. AND ද්වාරය විවාහ ද්වාරයකි. ප්‍රතිදානය 1 වන්නේ දෙන්නම හිටියොත් පමණි.

(R) හි ඇත්තේ බහිෂ්කාර-OR (Exclusive -OR) ද්වාරයකි. XOR ද්වාරයක ප්‍රදාන දෙකම සමාන වනවිට ප්‍රතිදානය 0 වේ. XOR ද්වාරය OR ද්වාරයෙන් වෙනස් වන්නේ ප්‍රදාන දෙකම ද්විමය 1 වන අවස්ථාවෙන් පමණි. OR ද්වාරයක නම් ප්‍රදාන දෙකම 1 වන විට ප්‍රතිදානයද 1 වේ. නමුත් XOR ද්වාරයක ප්‍රදාන දෙකම 1 වන විට ප්‍රතිදානය 0 වේ. අනෙක් සෑම අවස්ථාවකදීම XOR ද්වාරයක් OR ද්වාරයකට සමක වේ. දෙන්නම නැතත්, දෙන්නම හිටියත් XOR ද්වාරයක ප්‍රතිදානය 0 ය. එකෙක් හිටියම ඇතිය. (Exclusive OR).

+5 V , ද්විමය 1 ලෙස ගත්විට A = 0 නම් F = 1 වේ. (එකෙක් ඇත) A = 1 වන විට දෙන්නම ඉන්න නිසා F = 0 වේ. එමනිසා මෙය NOT ද්වාරයකට සමකය. XOR ද්වාරයක්, දෙන්නට දෙන්නම බය අඹු සැමි යුවලක් වගේය. දෙන්නම නැතත් දෙන්නම හිටියත් කෑ කෝ ගැහිලි නැත. එක්කෙනෙක් පමණක් හිටියොත් බය නැතිව වීරයා වෙයි.

රූපයේ පෙන්වා ඇති ද්වාරයන්ගේ දෙවන ප්‍රදානය ද්විමය 1 ට සම්බන්ධ කර ඇත. ද්වාර අතරින් ක්‍රියාකාරීත්ව සර්වසම වන්නේ

1) P සහ Q හි පමණි
2) Q සහ R හි පමණි
3) R සහ S හි පමණි
4) S සහ T හි පමණි
5) P සහ T හි පමණි **(2003)**



(11) 2014 විවරණයේ සඳහන් කල පරිදි ට්‍රාන්සිස්ටරයක ඊතලය සෑම විටම යොදන්නේ p සිට n දක්වාය. එමනිසා (A) npn වර්ගයේ ඔබ හොඳින් දන්නා ද්විධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයකි. npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ක්‍රියාත්මක වීමට නම් පාදම-විමෝචක සන්ධිය පෙර නැඹුරු විය යුතුය. සිලිකන් ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නම් $V_{BE} = 0.7$ V වත් විය යුතුය. (A) හරිය. ඇත්තටම (A) හරි නම් (B) වැරදි විය යුතුය. (B) හි ඇත්තේ pnp වර්ගයේ ට්‍රාන්සිස්ටරයකි. ඊතලය ඇත්තේ p සිට n දක්වාය. එමනිසා ධ්‍රැවීයතාවයන් පිහිටිය යුත්තේ අනෙක් අතටය. (C) වලින් පෙන්වා ඇත්තේ n- චැනල JFET එකකි. n- චැනල JFET එකක ද්වාර (G) - ප්‍රභව (S) සන්ධිය සැමවිටම පසු නැඹුරුව පවත්වා ගත යුතුය. ප්‍රභවයෙන් නිකුත්වන ඉලෙක්ට්‍රෝන සොරොව්ව වෙත යෑම පාලනය කල හැක්කේ එවිටය. ද්වාර ප්‍රභව සන්ධිය පෙර නැඹුරු කළහොත් ද්වාරය සහ චැනලය අතර හායිත ප්‍රදේශයක් ඇති නොවේ. ඉලෙක්ට්‍රෝන ද්වාරය වෙතට ගලන්නට පටන් ගනී. එමනිසා නිවැරදි වන්නේ (A) පමණි. 2010, 28 හා 2011, 34 (නව නිර්දේශය) ප්‍රශ්නවලද මෙම කරුණු ඇත. (ට්‍රාන්සිස්ටරවලට අදාළ)

(12) මෙය වීන්ගේ විස්ථාපන නියමයට අදාළ ප්‍රශ්නයකි. අවසානය දක්වා සුළු කිරීම අනවශ්‍ය නිසා පහසුය. $\lambda_m T =$ නියතයක් යන්න භාවිත කල විට උත්තරය ලැබේ. දී ඇති උෂ්ණත්ව කෙල්වින් ඒකකවලට හැරවිය යුතුය. 35 ට 273 මනෝමයෙන් එකතු කල නොහැකිනම් කටුවැඩ කොලයේ ලියා එකතු කල යුතුය. 35 + 273 = 308. දැන් ආයෙත් 39 ට 273 එකතු කිරීමට නොයන්න. 39, 35ට වඩා 4ක් වැඩිය. එමනිසා 308, 312 විය යුතුය.

දැන් උත්තරය වන්නේ, $\frac{94\times308}{312}$ ය. එවැනි උත්තරයක් නැත. එයින් ගම්‍ය වන්නේ $\frac{308}{312}$ සුළු කොට ඇති බවයි. 308, 4න් බෙදූ විට 77යි. 312, 4න් බෙදූවිට 78යි. උත්තරය (3) වේ. 308, 4න් බෙදූ විට 77 නම් 312, 4න් බෙදූ විට 78 විය යුතුය. 312, 308ට වඩා හතරක් වැඩිය.

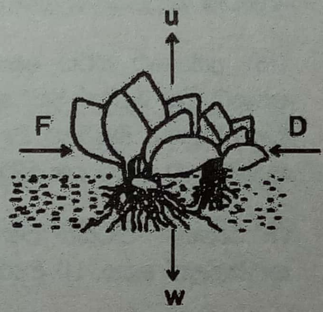
(1) හා (2) උත්තර ඇත්තේ ℃ වලිනි. මේ සඳහා හතරේ බලයක් තිබිය නොහැක. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට λ_m අඩු විය යුතුය. ($\lambda_m T =$ නියතයක් යන්නට අනුව) ඉතින් නිවැරදි උත්තරය (3) නොවේද?

(13) මෙයත් මනෝමයෙන් සෑදිය හැක. ඩෙසිබෙල් සමීකරණයේ ඇති 10 නිසා 150 ඇති බින්දුව ඉවත් කල විට සමීකරණයේ වම් පැත්තේ ඉතිරි වන්නේ 15 ය. එසේ නම් log ප්‍රකාශනයේ 10^{15} තිබිය යුතුය. එහි (යට) හරයේ 10^{-12} ඇත. එය ලවයට (උඩට) ගත්විට 10^{12} වේ. එමනිසා 10^{15} වීමට නම් තව 10^3 තිබිය යුතුය. උත්තරය 1000 ය. ගණන් හදනවානම්

$$150 = 10\log\frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^{15} \Rightarrow I = 10^3.$$

ඇරත් උත්තරයේ 10 බල පමණක් තිබිය යුතුය. වෙනත් සංඛ්‍යා තිබුනොත් ලඝු ගණක වක්‍ර නොමැතිව උත්තරය ලබා ගත නොහැක. එමනිසා නිවැරදි උත්තරය විය යුත්තේ 100 හෝ 1000 ය. 10^{12} න් 10^{15} ගන්න තිබිය යුත්තේ 10^3 ය.

(14) මෙය දුෂ්කර ප්‍රශ්නයක් නොවේ. වායු අණු මඟින් පඳුරට ගම්‍යතාව සංක්‍රාමණය වන ශීඝ්‍රතාව මත පඳුරට ලැබෙන බලය අඩු වැඩි වේ. සුළඟ වේගයෙන් හැමුවොත් පඳුරට සංක්‍රාමණය වන ගම්‍යතාවේ ශීඝ්‍රතාව ඉහළ අගයක් ගනී. එසේ වනවිට පඳුරේ ත්වරණයේ විශාලත්වය වැඩි වේ. එම නිසා v හි විශාලත්වය වායු අණු මඟින් පඳුරට ගම්‍යතාව සංක්‍රාමණය වන ශීඝ්‍රතාව මත රඳා පවතී. මෙය සාමාන්‍ය දැනීමෙන් වුවද කිව හැක. සුළං සෙමෙන් හමන්නේ නම් යම් දෙයක් තල්ලු වන්නේ හෙමිනි. අඩු වේගයකිනි. සුළං සැරෙන් හමන්නේ නම් හයියෙන් තල්ලු වේ.



පඳුර ගමන් කරන විට පඳුරේ ජලයේ ගිලී ඇති කොටස මත ජලයෙන් හට ගන්නා දුස්ස්‍රාවී බලය බලපායි. මෙම රූපයෙන් චලනය වන පඳුර මත ක්‍රියා කරන බල පෙන්වා ඇත.

W= පඳුරේ බර; U = පඳුර මත උඩුකුරු තෙරපුම; F = සුළඟ මඟින් පත්‍රවලට ලබා දෙන බලය ;D = දුස්ස්‍රාවී බලය

යම් මොහොතකදී පඳුරේ ත්වරණය a නම්ද, පඳුරේ ස්කන්ධය m නම් පඳුර සඳහා → $F = ma$ යෙදීමෙන්.

$F - D = ma$; $\uparrow U = \downarrow W$

F නියතයක් ලෙස සැලකුවත් D නියතයක් නොවේ. දුස්ස්‍රාවී බලය ප්‍රවේගය මත රඳා පවතින බව අපි දනිමු. එම නිසා $D = kv$ ලෙසින් ලිවිය හැක. (k යනු නියතයකි). ජලයේ දුස්ස්‍රාවීතාව මත පඳුරේ ත්වරණය රඳා පවතින බව පැහැදිලි වේ. එමනිසා v ද ජලයේ දුස්ස්‍රාවීතාව මත රඳා පවතී. එමනිසා (B) වගන්තියද සත්‍යය.

(C) වගන්තිය පිලිබඳ යම් යම් තර්ක ඉදිරිපත් විය. පැහැදිලිවම පඳුරේ ස්කන්ධය මත පඳුරේ ත්වරණය රඳා පවතී. m වැඩි නම් ත්වරණය අඩු වේ. m අඩු නම් ත්වරණය වැඩි වේ. එම නිසා v හි විශාලත්වය m මත රඳා පවතී. v පඳුරේ ආන්ත වේගය නම්, ආන්ත වේගය ලබා ගත් පසු v හි අගය m මත රඳා නොපවතී. පඳුරේ වේගය ක්‍රමයෙන් වැඩි වනවිට දුස්ස්‍රාවී බලය ද (kv) ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ. එමනිසා මුලදී පඳුරේ වේගය එකම අගයක් නොගනී. F නියත යැයි සැලකුවහොත් v වැඩිවන විට D හි අගය වැඩිවන නිසා a ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. යම් අවස්ථාවකදී $F = D$ වුවහොත් $a = 0$ වේ. එවිට පඳුර එතැනින් පසු ඒකාකාර වේගයෙන් චලනය වේ. එම ඒකාකාර වේගය හෙවත් ආන්ත වේගය ලබා ගත් පසු එම වේගය, m මත රඳා නොපවතී. එය සත්‍යය.

නමුත් ආන්ත වේගයේ අගය (ලබා ගන්නා වූ ඒකාකාර වේගය) පඳුරේ ස්කන්ධය මත රඳා පවතී. v යම් මොහොතක වේගය වුවත්, ආන්ත වේගය වුවත් වගන්ති තුනම ඕනෑම අවස්ථාවකට සත්‍යය. ආන්ත වේගය ලබා

ගත් පසු එම v අගය වෙනස් නොවන බව ඇත්තය. නමුත් එම ලබාගත් v අගයේ සංඛ්‍යාත්මක අගය වගන්තිතුනේම ඇති කරුණු මත රඳා පවතී. ඇරත් m වැඩි නම් පඳුරේ බර වැඩි වේ. බර, උඩුකුරු තෙරපුමට සමාන විය යුතු නිසා m වැඩි නම් පඳුරේ වැඩි කොටසක් ජලයේ ගිලී පැවතිය යුතුය. එවිට පඳුර ගමන් කරනවිට ජලයෙන් පඳුර මත ක්‍රියා කරන දුස්ස්‍රාවී බලයද වැඩිවිය යුතුය. එබැවින් කොහොමටත් v, m මත රඳා පවතී.

දුස්ස්‍රාවී බලය අවම කර ගැනීමට ගමන් කරන වස්තුවේ චලිත දිශාවට ඇති සඵල වර්ගඵලය අවම කර ගත යුතුය. පඳුරේ වැඩි කොටසක් ජලයේ ගිලී පැවතුනොත් ජලය තුළ ගිලී ඇති පඳුරේ සඵල වර්ගඵලය වැඩි වේ. **2015** රචනා පළමු ප්‍රශ්නයට අදාලව ලියූ දෑ මෙහි ඉදිරිපත් කොට ඇත. **100 m** දුවන ක්‍රීඩකයෙක් තම දෑත්වල ඇති ඇඟිලි එකට තද කොට තබා ගනිමින් අත්ල, චලිත දිශාවට සමාන්තරව තබා ගන්නේ සඵල වර්ගඵලය අඩුකර ගැනීම සඳහාය. කිසිවිටක ක්‍රීඩකයාගේ අත්ල චලිත දිශාවට ලම්බකව තබා ගන්නේ නැත. පිහිනුම් තරඟවලට සහභාගි වන අය හිරට හිරේ ඇඳුම් අඳින්නේද ජලයෙන් ඇතිවන දුස්ස්‍රාවී බලය අවම කර ගැනීම සඳහාය. ඔවුන් සමේ ඇති රෝම කූප පවා ඉවත් කරගන්නේ තත්පරයකින් **1000** එකක හෝ වාසියක් ලබා ගැනීම සඳහාය. දිගු කොණ්ඩයක් ඇත්නම් අනිවාර්යයෙන්ම පිහිනුම්කාරියන් තම හිසකෙස් එක්කොට සුමට තොප්පියකින් කොණ්ඩය ආවරණය කරගනී.

කුරුල්ලන් පියාසර කරනවිට හොට පහතට නවා ගනිමින් පාද ඉහළට උස්සා ශරීරයට සමාන්තරව තබා ගැනීමෙත් අහස්යානයක් ඉහළට නැගුණු පසු රෝද, යානයේ බඳ තුළට ඔබ්බවා ගැනීමෙත් රහස ඔබට වැටහෙනවාද? අශ්වාරෝහකයන් මෙන්ම පාපැදි තරඟවලට සහභාගිවන්නන් ද හැකි තරමින් ඉදිරියට නැමෙන්නේ ඉදිරි /අභිමුඛ වර්ගඵලය (**frontal area**) අවමකර ගැනීම සඳහාය. තද සුළඟකට ගස් නැමෙන එක හොඳය. එවිට සුළඟ සමඟ ගැටෙන ඉදිරි වර්ගඵලය අඩුවේ.

(15) ලස්සනට තර්ක කොට උත්තරය පහසුවෙන් ලබාගත හැක. පිපිරීමට පෙර වස්තුවේ චලිත දිශාව සිරස්ව පහළට තිබූ බැවින් පිපිරීමෙන් පසුද සංයුක්ත පද්ධතියේ ගම්‍යතාව සිරස්ව පහළට තිබිය යුතුය. (ගම්‍යතා සංස්ථිති මූල ධර්මය). එමනිසා පිපුරුණු පසු කැබලිවල ගම්‍යතාවේ සඵල අගයක් තිරසට පැවතිය නොහැකි වන්නාසේම සිරස්ව උඩු අතට නොතිබිය යුතුය. මේ තර්කය සෑම රූපයකටම යොදන්න.

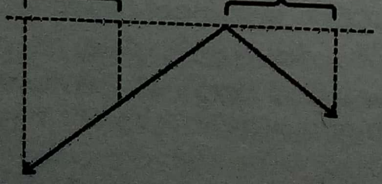
(1) රූපය - තිරස්ව වම් අතට කැබැල්ලක් යයි. එහි ගම්‍යතාව නිෂේධනය කිරීමට තිරස්ව දකුණු අතට යන කැබැල්ලක් නැත. (1) වැරදිය.

(2) රූපය - තිරස්ව දකුණු අතට යන කැබැල්ලක් ඇත. එහි ගම්‍යතාව මරා දැමීමට තිරස්ව වම් අතට යන කැබැල්ලක් නැත. (2) වැරදිය.

(3) රූපය - සියලුම කැබලි යන්නේ උඩු අතටය. සිරස්ව පහලට කිසිදු ගම්‍යතා සංරචකයක් නැත. වැරදිය.

(4) රූපය - දකුණු අතට පහළට යන කැබැල්ලක් ඇත. එහි ගම්‍යතාවේ දකුණු අතට තිරසට සංරචකයක් ඇත. එය නිෂේධනය කිරීමට තිරස්ව වම් අතට ගම්‍යතා සංරචකයක් ඇති කැබැල්ලක් නැත. (2) රූපයේ මෙන් අනෙක් සියලු කැබලි යන්නේ සිරස්ව පහළට හෝ ඉහළටය.

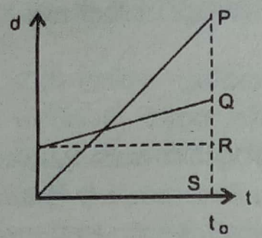
ඉතිරි වන්නේ (5) රූපය පමණි. එහි ඇති ආනතව ගමන් ගන්නා කැබලිවල ගම්‍යතාව (ප්‍රවේග) තිරසට විභේදනය කල විට, තිරසට වමට හා තිරසට දකුණට සංරචක ඇත. එමනිසා ඒවා එකිනෙකින් කැපී යා හැක. සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ විය හැකිය. ඉතිරි සියල්ලම සංරචක ද සමගින් ඇත්තේ සිරස්ව පහළටය. සරලව කිව්වොත් (1), (2) හා (4) හි තිරස් අතට ඇති (වමට හෝ දකුණට) ගම්‍යතා හෝ ගම්‍යතා සංරචක මුලිනුපුටා දැමීමට කවුරුවත් නැත. (3) හි සියලුම දෑ ඉන්නේ උඩ බලාගෙනය. ඉතිරි වන්නේ (5) පමණි.



ඇඳ ඇති ඊතලවලින් නිරූපණය කරන්නේ කැබලි යන <u>දිශාය.</u> ඒවා ගම්‍යතා හෝ ප්‍රවේග නිරූපණය කරන දෛශික නොවේ. එහෙම සිතුවොත් වැඩේ කොහු වේ. මේවා ගම්‍යතා දෛශික ලෙස ගතහොත් (5) රූපයේ වමට හා දකුණට ආනතව ඇති දෛශික තිරසට විභේදනය කළහොත් ඒවා එකිනෙකින් කැපී යයි. එවිට තිරස්ව දකුණට ඇති ගම්‍යතාව නැති කිරීමට කවුරුත් නැත. ඊතලවලින් පෙන්වා ඇත්තේ දිශා පමණි.

මේවා ගම්‍යතා දෛශික නම්, (5) රූපයේ දකුණු පැත්තට ඇති ගම්‍යතා දෛශික දෙකෙහි විශාලත්ව සමාන ලෙස ගතහොත් වම් අතට ආනතව ඇති දෛශිකයේ විශාලත්වය පෙර දෙකෙහි විශාලත්ව වලට වඩා ලොකු විය යුතුය. (රූපය බලන්න) ඇයි ? එයාගේ තිරස්ව වමට ඇති ගම්‍යතා දෛශිකයේ සංරචකය, තිරස්ව දකුණට ඇති ගම්‍යතා දෛශිකය හා දකුණට ආනතව ඇති ගම්‍යතා දෛශිකයේ දකුණට ඇති තිරස් සංරචකය යන දෙකෙහිම එකතුවට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතුය.

(16) ඉතා සරල ප්‍රශ්නයකි. දෙකම ගමන්කොට ඇත්තේ එකම t_0 කාලයකි. එය ඇස්වලින්ම තීරණය කල හැක. (1) අසත්‍යය. (2) වන ප්‍රකාශයත් බැලූ බැල්මටම වැරදි බව පෙනේ. A වස්තුව B ට වඩා වැඩි විස්ථාපනයක් සිදු කර ඇත. සත්‍ය වශයෙන් ගතහොත් B සිදු කළ විස්ථාපනය වන්නේ QR දුරය. A, PS දුරක් විස්ථාපනය වී ඇත.



$PS > QR$. ඕනේ නම් $PS > QS$ ද වේ. (3) ප්‍රකාශය නිවැරදි බව ටක් ගාලා පෙනේ. විස්ථාපන කාල ප්‍රස්තාරයක අනුක්‍රමණයෙන් වස්තුවේ ප්‍රවේගය ලැබේ. A හි ප්‍රවේගය B ට වඩා වැඩි බව ඇස් ඇති කෙනෙකුට පෙනේ. A ට අදාළ සරල රේඛාවේ අනුක්‍රමණය Bට අදාළ රේඛාවට වඩා වැඩිය.

දැන් ඉතිරි වගන්ති දෙක දිහෑ බලන්නවත් ඕන නැත. විස්ථාපන කාල ප්‍රස්තාර සරල රේඛා නිසා ප්‍රවේගය ඒකාකාරය. ත්වරණය ශූන්‍ය වේ. (4) අසත්‍යය. (3) හරි නිසා (5) නිකම්ම වැරදිය. සරල රේඛා දෙක කැපෙන ලක්ෂ්‍යයේදී ආරම්භක ලක්ෂ්‍යයට සාපේක්ෂව වස්තු දෙකේ විස්ථාපන අගයයන් එක සමානය. නමුත් ඇත්තටම සිදු කල විස්ථාපන එක සමාන නොවේ. ඇඳ ඇති ප්‍රස්තාරවලට අනුව කාලය $t = 0$ දී ද, වස්තු දෙකට ප්‍රවේගයන් ඇත. $t = 0$ දීද, සරල රේඛාවන්ට අනුක්‍රමණ ඇත. $t = 0$ දී වස්තු නිශ්චලතාවයේ පටන් ගන්නවා කියා ප්‍රශ්නයේ සඳහන්ව ඇති නිසා ප්‍රශ්නය වැරදි යැයි බොහෝ ගුරුවරු මා සමඟ පැවසූහ. නමුත් එමගින් ප්‍රශ්නයේ උත්තරයට බලපෑමක් වන්නේ නැත.

(17) ඔබ මගේ පොත්වලට ආදරය කරන කෙනෙක් නම් ප්‍රථම වරට කටුවැඩ (ගණනයක්) කල යුත්තේ මේ ප්‍රශ්නයටය. සරල ගණනයක් ඇත. 2 වන මහලේ සිට 12 වන මහල දක්වා මහල් 10 ක් ඇත. භාරය සමඟ උත්තෝලකයේ මුළු බර 10^4 N කි. (5000 + 5000). මහල් 10 මුළු උස 40 m කි. එමනිසා ගුරුත්වයට එරෙහිව කල යුතු කාර්යය ප්‍රමාණය වන්නේ $10^4 \times 40$ J ය. ($mgh = wh$) එමනිසා තත්පරයකදී වැය කල යුතු කාර්යය ප්‍රමාණය $= \frac{10^4 \times 40}{20}$. මෝටරයෙහි ජවය Pනම්,

$$\frac{P \times 80}{100} = \frac{10^4 \times 40}{20} \Rightarrow P = \frac{2 \times 10^4 \times 10}{8} = 25 \times 10^3\ \mathrm{W} = 25\ \mathrm{kW}$$

2 වන මහලේ සිට 12 වන මහල දක්වා මහල් 11 ක් ඇතැයි කියා සිතුවොත් ගණනය වරදී . 2 වන මහලේ සිට යනු 2 වන මහල ඇතුළත්ය. 12 වන මහල දක්වා යනු 12 වන මහල ඇතුළත් නොවේ. 12 වන මහල දක්වා යනු 11 වන මහලේ අවසානයය.

පසුගිය ප්‍රශ්න පත්‍රයක ඇති මේ ආකාරයේ ප්‍රශ්නයක් මෙහි සඳහන් කොට ඇත්තේ පසුගිය ප්‍රශ්න පත්‍ර විමර්ශනශීලිව හැදෑරීමේ අවශ්‍යතාවය ඔබට ගෙන හැර දැක්වීමටය.

විද්‍යුත් මෝටරයක් මඟින් 100 kg ස්කන්ධයක් 2 s කාලයකදී 20 m උසකට අදිනු ලැබේ. මෝටරයේ කාර්යක්ෂමතාව 80% නම් මෝටරයට තිබිය යුතු අවම ක්ෂමතාව කුමක්ද?

(18) යෝධයන් සමූහයක් සහ අප වැනි මිනිසුන් සමූහයක් පිලිබඳ අවධානය යොමු කරමු. යම් කාර්යයක් කිරීම සඳහා නිශ්චිත ශක්ති ප්‍රමාණයක් ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය නම් යෝධයන් අවශ්‍ය වන්නේ ටික දෙනෙකි. අප වැනි පොඩි මිනිසුන්ගෙන් ගොඩක් අවශ්‍ය වේ.

මෙම ප්‍රශ්නයට පාදක වන ප්‍රතිසම උදාහරණයක් මා මෙලෙස ඉදිරිපත් කොට ඇත. කදම්බ තුනේම ඒකක වර්ග ඵලයක් හරහා තත්පරයකට ගලා යන ශක්තිය එකමය. නමුත් ෆෝටෝන වාදයට අනුව අඩු තරංග ආයාමයක් සහිත ෆෝටෝනයක ශක්තිය වැඩි තරංග ආයාමයක් ඇති ෆෝටෝනයක ශක්තියට වඩා වැඩිය. $\left(E = hf = \frac{hc}{\lambda}\right)$ එබැවින් සමූහයක් වශයෙන් ගත්විට, එක සමාන ශක්ති ප්‍රමාණයක් ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය නම් වැඩි තරංග

ආයාමයක් ඇති ෆෝටෝන වැඩියෙන් අවශ්‍යය. අඩු තරංග ආයාමයක් ඇති එක් එක් ෆෝටෝනයේ ශක්තිය වැඩි නිසා සමූහයක් වශයෙන් ගත්කල සමාන ශක්තියක් ලබා ගැනීමට නම් ඒ අයගෙන් ටික දෙනෙක් හිටියම ඇතිය (යෝධයන් මෙන්). එබැවින් නිවැරදි පිළිතුර ලබා ගැනීමට A, B හා C ට අදාළ තරංග ආයාම සංසන්දනය කරන්න. පළමු දත්තය අනුව $\lambda_A > \lambda_B$. කටු වැඩ කොලයේ මෙය ලියා ගන්න. දෙවන දත්තයෙන් සංසන්දනය කොට ඇත්තේ සංඛ්‍යාතයි. $f_C < f_A$. සංඛ්‍යාත හා තරංග ආයාම දෙකම තියාගෙන තර්ක කරන්නට ගියොත් සියල්ල පටලැවේ. එමනිසා සංඛ්‍යාත අසමානතාව තරංග ආයාමවලට හරවා ගන්න. $f_C < f_A$ නම් $\lambda_C > \lambda_A$.

දැන් $\lambda_A > \lambda_B$ හා $\lambda_C > \lambda_A$ එක පේළියට තනි අසමානතා සම්බන්ධතාවක් ලෙස ප්‍රකාශ කළහොත් $\lambda_C > \lambda_A > \lambda_B$ ලෙස ලිවිය හැක. දැන් උත්තරය අතේය. තරංග ආයාමය වැඩිම C ගේය. එමනිසා එයාගෙන් වැඩියෙන් ඕනය. තරංග ආයාමය අඩුම B ගේය. එයාගෙන් අවශ්‍ය වන්නේ ටිකකි. එබැවින් ආරෝහණ පිළිවෙලට සකස් කල විට (අඩුම සිට වැඩිම දක්වා) නිවැරදි උත්තරය වන්නේ B, A, C ය.

λ අසමානතාව දෙස බලාගෙනම උත්තරය ලබා ගත හැක. අමාරු ප්‍රශ්නයක් නොවුවත් පටලැවිය හැක. දත්තයන් දෙක දී ඇත්තේ තරංග ආයාමවලින් සහ සංඛ්‍යාතවලින් නිසා දෙකෙන් වෙන වෙනම තර්ක කරන්නට ගියොත් අමාරු වන බව මගේ විශ්වාසයයි. එමනිසා මෙහිදී මා තරංග ආයාමවලින් අසමානතාව ගොඩ නගා ඇත. අවශ්‍යනම් සංඛ්‍යාතවලින්ද තර්ක කල හැක. ($f_C < f_A < f_B$) මෙම ප්‍රශ්නයේ තීව්‍රතාවය සහ ෆෝටෝන ස්‍රාව ඝනත්වය වෙන වෙනම වරහන් තුළ අර්ථ දක්වා ඇත. එය එසේ සඳහන් කිරීම කාලෝචිත යැයි මම සිතමි. තරංග වාදයේදී තීව්‍රතාව අර්ථ දක්වන්නේ ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා ඒකක කාලයකදී ගලා යන ශක්තිය (W m^{-2}) හැටියටය. නමුත් ෆෝටෝන වාදයේදී අප තරංගය ෆෝටෝනවලින් ප්‍රතිස්ථාපනය කරමු. එහිදී වැදගත් වන්නේ ඒකක කාලයකදී ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා ගමන් කරන ෆෝටෝන සංඛ්‍යාවය. මෙය ෆෝටෝන (ස්‍රාව) ඝනත්වය ලෙස හැඳින්වේ. ඒකක වර්ගඵලයක් ගැන කථා කරන නිසා ඝනත්වය යන වචනය භාවිත කිරීම හොඳයැයි සිතේ. බොහෝවිට ෆෝටෝන ගැන කතා කරන අවස්ථාවේ පවා කදම්බයක තීව්‍රතාවය යන්න භාවිත වේ. නමුත් මෙහිදී තීව්‍රතාවය යන්නෙන් ගම්‍ය වන්නේ ෆෝටෝන ඝනත්වයයි.

ෆෝටෝන වාදයට අනුව කදම්බයක තීව්‍රතාව යනු ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා තත්පරයකට ගලා යන ශක්තිය නම් තීව්‍රතාව වෙනස් කල හැකි ක්‍රම තුනක් ඇත. එකක් නම් ෆෝටෝනයක සංඛ්‍යාතය (තරංග ආයාමය) වෙනස් නොකොට තත්පරයකට ගලා යන ෆෝටෝන සංඛ්‍යාව වෙනස් කිරීමය. එවිට එක් එක් ෆෝටෝනයක ශක්තිය වෙනස් නොවන නමුත් ෆෝටෝන ගොඩක් හෝ අඩුවෙන් ගලන නිසා ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා තත්පරයකට ගලන සඵල ශක්තිය වැඩි හෝ අඩු වේ. දෙවන විධිය නම් ෆෝටෝන ගලා යන ශීඝ්‍රතාව නියතව තබා ෆෝටෝනවල සංඛ්‍යාතය (තරංග ආයාමය) වෙනස් කිරීමයි. එවිට ෆෝටෝනවල ශක්තිය වැඩි/අඩු වන නිසා ගලා යන ශීඝ්‍රතාව නියත වුවත් ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා තත්පරයකට ගලන සඵල ශක්තිය වැඩි/අඩු වේ. තෙවන විධිය නම් ඉහත කරුණු දෙකම වෙනස් කිරීමය.

නමුත් ෆෝටෝන වාදයට අනුව විද්‍යාඥයින් පැහැදිලිව ප්‍රකාශ කරන්නේ පතන කදම්බයේ තීව්‍රතාව මත යම් පෘෂ්ඨයකින් ඉලෙක්ට්‍රෝන විමෝචනය වේද හෝ නොවේද යන්න තීරණය නොවන බවයි. ඉතින් ෆෝටෝන වාදයට අනුව කදම්බයේ තීව්‍රතාව යනු ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා තත්පරයකට ගලා යන ශක්තිය නම් ඉහත සඳහන් දෙවන ක්‍රමයෙන් කදම්බයේ තීව්‍රතාව වැඩි අඩු කල හැක. ඒ කියන්නේ සංඛ්‍යාතය (තරංග ආයාමය) වෙනස් කිරීමෙන් කදම්බයේ තීව්‍රතාව වෙනස් කල හැකි බවයි. එයින් ගම්‍ය වන්නේ සංඛ්‍යාතය වැඩි කරන විට කදම්බයේ තීව්‍රතාව වැඩිවන නිසා තීව්‍රතාව මත විමෝචනයවන ඉලෙක්ට්‍රෝනවල චාලක ශක්තිය වැඩි වන බවයි. (සංඛ්‍යාතය, දේහලිය සංඛ්‍යාතය ඉක්මවුවොත්)

නමුත් විද්‍යාඥයින් ප්‍රකාශ කරන්නේ කදම්බයේ තීව්‍රතාව මත විමෝචනය වන ඉලෙක්ට්‍රෝනවල චාලක ශක්තිය කිසිසේත් වෙනස් නොවන බවයි. එසේ නම් ෆෝටෝන වාදයට අනුව තීව්‍රතාව යනු තත්පරයකදී ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා ගමන් කරන ෆෝටෝන සංඛ්‍යාවයි. [ෆෝටෝන (ස්‍රාව) ඝනත්වයයි]. ෆෝටෝනයක ශක්තිය වෙනස් කිරීමෙන් ෆෝටෝන ස්‍රාව ඝනත්වය වෙනස් නොවේ. එක් ෆෝටෝනයකටවත් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් උදුරා ගැනීමට අවශ්‍ය අවම ශක්තිය නැතිනම් ෆෝටෝන කෙල කෝටියක් වැදුනත් වැඩක් නැත. ගැහැනු ළමයෙකුගේ සිත සොරා ගැනුමට අවශ්‍ය ශක්තිය එක් පිරිමි ළමයෙකුටවත් නැතිනම් පිරිමි ළමයි කොපමණ ප්‍රමාණයක් ඇයගේ සිත සොරා ගැනීමට දැඟලුවත් වැඩක් නැත.

(19) සරල ප්‍රශ්නයකි. $l = l_0(1 + \alpha\theta) \rightarrow \frac{l-l_0}{l_0} = \alpha\theta$; θ ඉදිරියෙන් භාගික වැඩිවීම $\left(\frac{l-l_0}{l_0}\right)$ ප්‍රස්තාර ගත කල විට මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සරල රේඛාවක් ලැබේ. අනුක්‍රමණය α ට සමාන වේ. Al වල රේඛීය ප්‍රසාරණතාව තඹවල එම අගයට වඩා වැඩි නිසා Al සඳහා වූ සරල රේඛාවේ අනුක්‍රමණය වැඩි විය යුතුය. එබැවින් නිවැරදි විචලනය (1) වේ.

නිකම් සරලව හිතුවත් උෂ්ණත්ව වෙනසක් නැතිනම් දිගෙහි වෙනසක් සිදුවිය නොහැක. එමනිසා $\theta = 0$ වනවිට දිගෙහි වැඩිවීම හෝ භාගික වැඩිවීම ශූන්‍ය විය යුතුය. එමනිසා $\theta = 0$ වනවිට ප්‍රස්තාරවල අන්තඃඛණ්ඩයක් තිබිය නොහැක. (4) හා (5) ඉවත් කල හැක. Al සහ Cu යන දෙකටම එකම සරල රේඛාව ලැබිය නොහැක. (3) ඉවත් වේ. Al හි α, Cu හි α ට වඩා වැඩි නිසා වැඩි අනුක්‍රමණයක් ඇති සරල රේඛාව Al ට හිමිවිය යුතුය.

(20) ලස්සන ප්‍රශ්නයකි. 27 °C වාතය නැවත 35 °C වීමට නම් වාත අණු තාපය ලබාගත යුත්තේ බිත්ති සමඟ ගැටීමෙනි. තාපය ලබාගත හැකි වෙන ප්‍රභවයක් නැත. ගඩොල්වල ඇති ඉහළ විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව නිසා දහවල් කාලයේදී බිත්ති රත්වී සෑහෙන තාප ප්‍රමාණයක් ගබඩා කර ගනී. වායු අණු ගඩොල් සමඟ ගැටුණු විට වායු අණුවලට තාපය සංක්‍රාමණය වේ. බිත්ති 35 °C උෂ්ණත්වයේ ඇත කියා සැලකුවොත් 27 °C වායු අණු බිත්තියේ ගැටී තාපය ලබා ගනී.

කාමරය තුළ ඇති වායු අණුවල චලිතයද ශීඝ්‍රව සිදුවේ නම් බිත්තියෙන් සිදුවන තාප සංක්‍රාමණයද ශීඝ්‍රව සිදුවේ. බිත්තිය සමඟ සිදුවන ගැටුම් ප්‍රමාණය වැඩිවන විට තාප සංක්‍රාමණය ශීඝ්‍රව සිදුවේ. වාතයේ විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව අඩු වීම නිසා පොඩි තාප ප්‍රමාණයකින් වාතය රත්වේ. විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව අඩු ද්‍රව්‍යයකට කිසියම් තාප ප්‍රමාණයක් දුන් විට සැලකිය යුතු ලෙස උෂ්ණත්වය නගී. විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව වැඩි ද්‍රව්‍යයකට යම් තාප ප්‍රමාණයක් දුන්විට උෂ්ණත්වය එතරම් නගින්නේ නැත. එලෙසම සිසිල්වන විට ශීඝ්‍රයෙන් සිසිල් නොවේ.

මේ අනුව බලන කළ ලද නිරීක්ෂණ පැහැදිලි කිරීම සඳහා පිළිගත නොහැකි හේතුව වන්නේ වාතයේ අඩු තාප සන්නායකතාවයයි. සන්නයනයෙන් තාපය හුවමාරු වන්නේ අණුවෙන් අණුවට මිස අණු එක තැනක සිට තවත් තැනකට යාමෙන් නොවේ. එමනිසා තාප සන්නායකතාව නිසා වායු අණු රත්වුවහොත් එය සිදු විය යුත්තේ මුලින්ම බිත්තිය සමීපයේ ඇති අණුවල සිට කාමරයේ ඇතුළත ඇති අණු කරාය. වායු අණු ඔබමොබ චලිතවන නිසා සන්නයනයෙන් සිදුවන තාප සංක්‍රාමණය කාර්යක්ෂම නැත. එමනිසා නිරීක්ෂණය පැහැදිලි කිරීම සඳහා අඩුම ලන්සුව තැබිය යුත්තේ වාතයේ අඩු තාප සන්නායකතාව වෙතය.

කොහොමටත් උත්තර පහ අතුරින් නොගැලපෙන උත්තරය වන්නේ තාප සන්නායකතාවයය. අනෙක් උත්තර හතර එකිනෙකට සම්බන්ධය. වායුවක් රත් වීම හෝ සිසිල් වීම සිදුවන්නේ තාප සන්නායකතාව නිසා බව අප සාමාන්‍යයෙන් කියන්නේ නැත. ඝන අවස්ථාවේ පවතින ද්‍රව්‍යයක අණු ඉතා ළඟින් පිහිටයි. එම අණු යම් ඉතාම සුළු සීමාවක් තුල කම්පන සිදු කරන නිසා අණුවෙන් අණුවට ශක්තිය සංක්‍රාමණය (සන්නයනය) කළ හැක. නමුත් වායු අණු අතර පරතරය වැඩි නිසා අණුවෙන් අණුවට සිදුවන ශක්තිය සංක්‍රාමණය එතරම් සිදු නොවේ.

35 °C වායු අණුවල මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය 27 °C වායු අණුවල එම අගයට වඩා වැඩිය. වැඩි චාලක ශක්තියක් ඇති වායු අණු වැඩි ප්‍රමාණයක් පිටතට විසරණය වීමේ සම්භාවිතාවක් ඇත.

ජනෙල් මිනිත්තු කිහිපයකට විවෘත කරනවා කියා ප්‍රශ්නයේ සඳහන්ව ඇත්තේ ගොඩක්වෙලා ජනේල ඇර තැබුවහොත් කොහොමටත් වායු අණුවල විසරණය නිසා කාමරයේ උෂ්ණත්වය පිටත වායුගෝලයේ උෂ්ණත්වය වන 27 °C අයත්කර ගන්නා නිසාය. නමුත් ප්‍රශ්නයේ සඳහන් වන්නේ මේ ක්‍රමයෙන් සිදුවන තාප හුවමාරුවක් නොවේ. කොහොමහරි කාමරය තුළට රිංගවූ 27 °C වායු අණු ටික, ටික වෙලාවකින් 35 °C කරා ළඟාවීමට නම් තාපය ලබා ගත යුත්තේ ඇතුල් බිත්තිවලිනි. එනම් ඇතුල් බිත්ති සමඟ ගැටීමෙන් පමණි. නැතිනම් ඇතුළට පැමිණි වායු අණුවලට තාපය ලැබෙන්න වෙන ක්‍රමයක් නැත. කාමරය තුළට ආ 27 °C වායු අණුවලට තාපය සපයන්න වෙන තාප ප්‍රභවයක් කාමරය තුළ නැත. වායු අණු බිත්ති සමඟ ගැටී බිත්තිවල ඇති රස්නය උරාගනී. මෙය ඇතුළෙන්ම දුන් ගේමක් විය යුතුය. ජනේලත් වහලනෙ.

(21) ගණනයක් අවශ්‍යය. ඝනකයේ ආරම්භක උෂ්ණත්වය 0 °C වේ. තාපය සපයා 0 °C හි ඇති අයිස් 0 °C ඇති ජලය බවට පත් කරයි. මෙයින් ගම්‍ය වන්නේ ලෝහ ගෝලයේ උෂ්ණත්වය 0 °C ම පවතින බවයි. එමනිසා සපයන

ලද තාපය මුළුමනින්ම වැය වන්නේ අයිස් ජලය බවට හැරවීමටය. ලෝහ ගෝලය කිසිදු තාපයක් උරා ගන්නේ නැත. අයිස්වල පමණක් ස්කන්ධය $= \frac{300}{330}$ kg $(Q = mL)$; එමනිසා ලෝහ ගෝලයේ ස්කන්ධය $= 1 - \frac{30}{33} = \frac{3}{33} = \frac{1}{11}$ kg; ග්‍රෑම් බවට හැරවූ විට $\frac{1}{11} \times 1000\,\text{g} \cong 91\,\text{g}$

උත්තරය අසන්නේ ආසන්න වශයෙනි. එයින් ගම්‍ය වන්නේ හරියටම සුළු නොවන බවයි. 11 වෙනුවට 10 තිබුනේ නම් උත්තරය ග්‍රෑම් 100 කි. එමනිසා උත්තරය 100 ට වඩා ටිකක් අඩු විය යුතුය. 100 ට ආසන්නව 100 ට වඩා අඩු උත්තර ඇත්තේ එකකි. එය 91 වේ. එමනිසා 1000, 11 නොබෙදා උත්තරය ලබා ගත හැක.

මේ ප්‍රශ්නයේ trick එක වන්නේ ලෝහ ගෝලය තාපය උරා නොගන්නා බව දැන ගැනීමය. ඇරත් ලෝහයේ විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව දී නැත. 1 kg, ලෝහය සහ අයිස්වල මුළු ස්කන්ධය ලෙස ගත යුතුය. කොහොමටත් දී ඇති දත්තයන්ට අනුව අයිස්වල පමණක් ස්කන්ධය 1 kg ට වඩා අඩුය.

(22) මෙවැනි ගැටළු ඕනෑ තරම් *past papers* වල ඇත. පරිපූර්ණ වායුවක් නිසා මොන පාරෙන් ගියත් ආරම්භක හා අවසාන අවස්ථා එකම නම් වායුවේ සිදුවන අභ්‍යන්තර ශක්ති වෙනස එකමය. එමනිසා පාරවල් දෙක සඳහාම $(\Delta Q - \Delta W)$ නියතය.

$$100 - 50 = \Delta Q - 10 \rightarrow \Delta Q = 60\,\text{J}$$

කටුවැඩ කලයුත්තේ මෙපමණයි. අවස්ථා දෙකේම වායුවෙන් කාර්යයක් සිදු කරයි. එමනිසා ΔW, ධනය. තාපය අවශෝෂණය කරන නිසා ΔQ ද ධනය. උත්තරයට ලැබෙන්නේද ΔQ සඳහා ධන අගයකි. එමනිසා එම පාරේදීද තාපය අවශෝෂණය වේ.

(23) වියෝග ප්‍රවේගය හා සම්බන්ධ ගැටළුද පසුගිය ප්‍රශ්න පත්‍රවල ඇත.

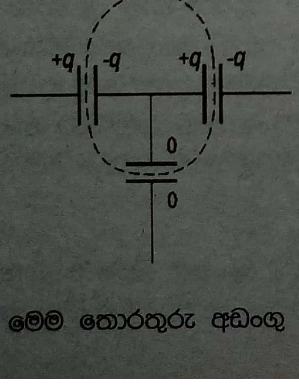
$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ මෙම ප්‍රකාශනය 2013, 21 ප්‍රශ්නයේ අසා ඇත. $v \propto \sqrt{\frac{M}{R}}$

$\therefore \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_A/R_A}{M_B/R_B}} = \sqrt{4} = 2$; $\frac{M_A}{R_A} = 4\frac{M_B}{R_B}$ ලෙස දී ඇත. 4 දෙන්නේ 4 වර්ගමූලය 2 වන නිසාය.

ස්කන්ධය M හා අරය R වූ ග්‍රහලෝකයකින් වියෝග වීම සඳහා අංශුවකට තිබිය යුතු අවම ප්‍රවේගය υ දෙනු ලබන්නේ,

1) $\upsilon = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ **2)** $\upsilon = 2\sqrt{\frac{GM}{R}}$ **3)** $\upsilon = 4\sqrt{\frac{GM}{R}}$ **4)** $\upsilon = \frac{GM}{R}$ **5)** $\upsilon = \frac{2GM}{R}$

(24) මෙම සැකැස්මේ මැද ඇති ධාරිත්‍රකයේ ආරෝපණ ගබඩා නොවන බව ඔබ දනී. 1990,14 බලන්න. මේ ආකාරයේම ප්‍රතිරෝධ සැකැස්මකද මැද ඇති ප්‍රතිරෝධය හරහා ධාරාවක් නොගලන බව ඔබ දනී. (වීස්ටන් පරිපථ සැකැස්ම) ඉහළ ඇති ධාරිත්‍රක දෙක එකිනෙකට ශ්‍රේණිගතය. තහඩුවල ඇති ආරෝපණ සැලකුවහොත්, සංවෘත S පෘෂ්ඨය තුළ ඇති සඵල ආරෝපණය $= -q + q + 0 = 0$ ය. එබැවින් S පෘෂ්ඨය හරහා සඵල විද්‍යුත් ස්‍රාවය ශූන්‍ය වේ. විද්‍යුත් ස්‍රාවය වන්නේ $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ද? q ද? විද්‍යුත් ස්‍රාවයේ SI ඒකකයට අනුව නම් විද්‍යුත් ස්‍රාවයේ ඒකකය C (කූලෝම්) ය. SI ඒකක සඳහාවන නිල වෙබ් අඩවිය වන *http://physics.nist.gov/cuu* ට අනුව විද්‍යුත් ස්‍රාව ඝනත්වයේ (ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා යන විද්‍යුත් ස්‍රාවය) ඒකකය C m^{-2} ය. මෙම තොරතුරු අඩංගු කොටස මෙහි දක්වා ඇත. නමුත් A/L මට්ටමේ ලියා ඇති බොහෝ අන්තර්ජාතික

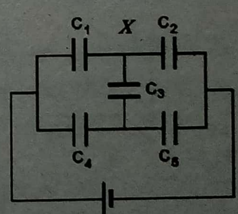


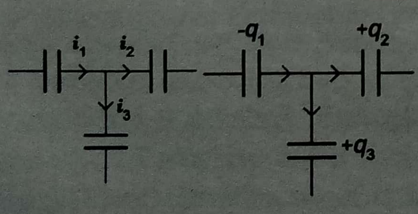
පොත්වල පවා විද්‍යුත් ස්‍රාවය සඳහන් කොට ඇත්තේ $\frac{q}{\varepsilon_0}$ හැටියටය. එය සත්‍යය. මින් ඉදිරියට විද්‍යුත් ස්‍රාවය $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ලෙස සැලකීමට පරීක්ෂකවරුන් විසින් තීරණය කොට ඇත. 2017 වසරේ සිට ක්‍රියාත්මක වන භෞතික විද්‍යා නව විෂය නිර්දේශයේ පවා විද්‍යුත් ස්‍රාවය අර්ථ දැක්වීමට තීරණය කර ඇත්තේ q ලෙස නොව $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ලෙසය. මගේ මතය මීට වඩා වෙනස් වුවත් අනෙක් සෑම දෙනාගේම මතය වන්නේ q නොව $\frac{q}{\varepsilon_0}$ ය. එක් ආකාරයක් ගැන පොදු සම්මතයකට ඒම හොඳය. බහුතරයේ නිගමනයට අප ගරු කල යුතුය.

Table 4. Examples of SI derived units whose names and symbols include SI derived units with special names and symbols

	SI derived unit	
Derived quantity	Name	Symbol
dynamic viscosity	pascal second	Pa·s
moment of force	newton meter	N·m
surface tension	newton per meter	N/m
angular velocity	radian per second	rad/s
angular acceleration	radian per second squared	rad/s^2
heat flux density, irradiance	watt per square meter	W/m^2
heat capacity, entropy	joule per kelvin	J/K
specific heat capacity, specific entropy	joule per kilogram kelvin	J/(kg·K)
specific energy	joule per kilogram	J/kg
thermal conductivity	watt per meter kelvin	W/(m·K)
energy density	joule per cubic meter	J/m^3
electric field strength	volt per meter	V/m
electric charge density	coulomb per cubic meter	C/m^3
electric flux density	coulomb per square meter	C/m^2

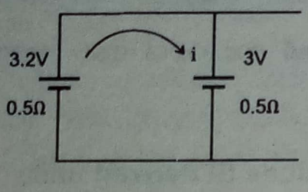
මෙම ප්‍රශ්නයේ ඇති ධාරිත්‍රකවල ධාරිතා එක සමාන නොවුවත් මෙහි උත්තරය වෙනස් නොවේ. අසමාන ධාරිත්‍රක සහිත ප්‍රශ්නයක් 1984(59) වසරේ අසා ඇත. මෙම ප්‍රශ්නයේ එක් වගන්තියක් ලෙස දී තිබුනේ X ලක්ෂ්‍යයට සම්බන්ධ කර ඇති ධාරිත්‍රක තහඩුවල ආරෝපණයන්ගේ වීජීය එකතුව ශූන්‍ය වේ යන්නය. මෙම වගන්තිය නිවැරදිය. මෙය මෙලෙස ඔප්පු කල හැක. කෝෂය සම්බන්ධ කොට ධාරිත්‍රක ආරෝපණය කරන විට ධාරිත්‍රක මුළුමනින් ආරෝපණ වී අනවරත අවස්ථාවට පත් වන තෙක් අතුවල ධාරා ගලයි. කාලය සමඟ ආරෝපණ ගැලීමේ ශීඝ්‍රතාවය යනු ධාරා ගැලීමකි.





යම් මොහොතක පෙන්වා ඇති අතුවල ගලන ධාරා i_1, i_2 හා i_3 නම් $i_1 = i_2 + i_3$ බව අපි දනිමු. එනම් $i_2 + i_3 - i_1 = 0$ වේ. මේ අනුව $q_2 + q_3 - q_1 = 0$ වේ. ආරෝපණයන්ගේ වීජීය එකතුව ශූන්‍ය වේ. එමනිසා S සංවෘත පෘෂ්ඨය හරහා සඵල විද්‍යුත් ස්‍රාවය ශූන්‍ය වීමට ධාරිත්‍රකවල ධාරිතා අත්‍යවශ්‍යයෙන් සමවිය යුතු නැත. ඕනෑම අවස්ථාවකට මෙය සත්‍යය. නමුත් ධාරිත්‍රකවල ධාරිතා එක සමාන වූ විට ප්‍රශ්නය සරල වේ.

(25) සරලය. ඕනනම් මනෝමයෙන් සෑදිය හැක. ගලන ධාරාව i නම්, $3.2 - 3 = i\ (\ 0.5 + 0.5\ );\ \ i = 0.2$ A සංයුක්තය මඟින් උත්සර්ජනය කරන ක්ෂමතාව $= (0.2)^2 \times 1 = 0.04$ W



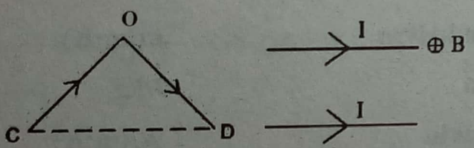
මා මනෝමයෙන් හදන්න පුළුවන් කියා කිව්වේ මේ නිසාය. ජාලය වටා සඵල වි.ගා.බලය 0.2 V. මුළු ප්‍රතිරෝධය $1\,\Omega$ යි. ධාරාව මොන අතට ගැලුවත් ප්‍රතිරෝධයක් හරහා ධාරාව ගලන විට සිදු වන්නේ උත්සර්ජනයකි. 0.2, වර්ගය 0.04 යි. 0.2 වර්ගය, 0.4 ලෙස වැරදිලා ගැනීමට බැරි කමක් නැත. නමුත් 0.4 ට උත්තරයක් නැත.

(26) මගේ සමානුපාත ක්‍රමයෙන් උත්තරය පහසුවෙන් ලබාගත හැක. ලෝහය වෙනස් වී නැත. දිග (l) වෙනස් වී නැත. එමනිසා විෂ්කම්භය d වූ කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය $R \propto \frac{1}{d^2}$ $\left(R = \rho\frac{l}{A}\right)$.

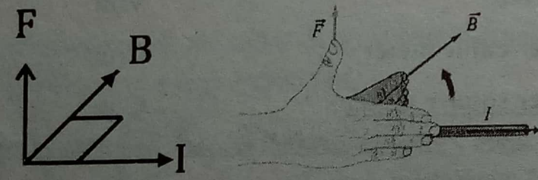
මෙවන් කම්බි 9 ක් සමාන්තරගත වූ විට සඵල ප්‍රතිරෝධය $\propto \frac{1}{9d^2}$. ප්‍රතිරෝධ සමාන්තරගත වූ විට සමක ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ. වැඩි විය නොහැක. විකල්ප වැඩි වූ විට ප්‍රතිරෝධය අඩු වේ. කරදරයක් ඇති වූ විට විකල්ප වැඩි වන තරමට *stress* එක අඩු වේ. විෂ්කම්භය D වන කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය $\propto \frac{1}{D^2}$; $\frac{1}{D^2} = \frac{1}{9d^2} \rightarrow D = 3d$. 9 දෙන්නේ 9 වර්ගමූලය 3 වන නිසාය.

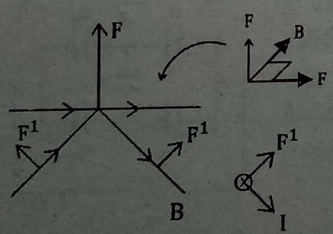
අනෙක් අතට සිතුවොත් කම්බි නවයක් සමාන්තරගත වනවා කියන්නේ තනි කම්බියක හරස්කඩ වර්ගඵලය නව ගුණයකින් වැඩි වුනා කියන එකය. එමනිසා හරස්කඩ වර්ගඵලය 9 ලබාගන්න විෂ්කම්භය 3 ක් විය යුතුය. ($3^2 = 9$).

(27) 2013, 31 සහ 2011, 33 (පැරණි) බලන්න. ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ධාරාවක් රැගෙන යන ඕනෑම හැඩයක් ඇති කම්බි කොටසක් මත බලය එම කම්බි කොටස්වල දෙකෙළවර යා කෙරෙන සෘජු කම්බියක් තිබුනේනම් ඒ මත ඇතිවන බලයට සමානය. එමනිසා මෙම කම්බි කොටස (COD) කඩ ඉරෙන් (CD) පෙන්වා ඇති තිරස් කම්බි කොටසට සමානය. දැන් පද්ධතියේ ඇත්තේ දකුණට ධාරා රැගෙන යන තිරස් කම්බි කොටස් දෙකකි.



දකුණු අත්ලේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්බකව තබා එම ඇඟිලි I සිට B ට කරකවන්න. එවිට මහපට ඇඟිල්ල යොමු වන්නේ ඉහළටය. උත්තරය (1) වේ. ප්‍රශ්නයෙන් අසන්නේ බාහිර චුම්බක ක්ෂේත්‍රය නිසා ධාරා රැගෙන යන කම්බි මත ඇතිවන බලයයි. කම්බි දෙකේ ධාරා ගලන නිසා ඒවා මගින්ද චුම්බක ක්ෂේත්‍ර ඇති කරයි. ඒවා නිසා කම්බි මත ඇති වන බලය එකිනෙකට ආකර්ෂණ වේ. මෙම පද්ධතිය එකම දිශාවට ධාරා රැගෙන යන සමාන්තර කම්බි දෙකකට සමකය. ඕනනම් මේ ඇසුරෙන්ද ප්‍රශ්නය විසඳිය හැක. පද්ධතිය රූපයේ ඇඳ ඇති ආකාරයට සලකාද ඒ මත ක්‍රියා කරන බල ඇඳිය හැක. රූපය බලන්න.

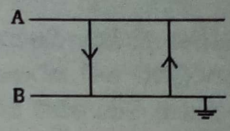




F^1 තිරසට හා සිරසට විභේදනය කල විට තිරස් සංරචක එකිනෙකින් කැපේ. ඉතිරි වන්නේ ඉහළට ක්‍රියා කරන සංරචක පමණි.

(28) P හි පාර විවෘත කොට නැවත වසා ඇත. තරංග ආකෘතියේ ධන කොටසේදී පළමු දියෝඩය පෙර නැඹුරු වේ. එමනිසා ආකෘතියේ ධන කොටස එම දියෝඩය හරහා යයි. නමුත් දෙවන දියෝඩය තරංග ආකෘතියේ ධන කොටසට පසු නැඹුරු වේ. එලෙසම සෘණ කොටසට පළමු දියෝඩය පසු නැඹුරු වේ. ඇත්තටම P පරිපථය හරහා කිසිවක් නොයයි. පාර ඇරලා/වහලා ඊළඟට වහලා/ඇරලා ඇත. Q ගෙන් තරංග ආකෘතියේ ධන කොටස පමණක් *pass* වේ.. සෘණ කොටස කැපී යයි. බැලූ බැල්මටම (P) හා (Q) ඉවත් කල හැක. ඇත්තටම (S) ද ඉවත් කල හැක. (S) හි දියෝඩවල අග්‍ර භූගත කොට ඇත. එමනිසා (S) දෙස බැලිය යුතුවත් නැත. (S) හි පළමු

දියෝඩය හරහා තරංග ආකෘතියේ ධන කොටස යෑමට පෙළඹුනත් දියෝඩයේ ප්‍රතිදානය භූගත කොට ඇත. එක අතකින් බැලූ කල දියෝඩ ලුහුවත් වී ඇත. දියෝඩ හරහා විභව බැස්ම නොසලකා හරින නිසා ඕනේ නම් දියෝඩ එක පැත්තකට පමණක් ධාරා ගලන කම්බි කෑලි දෙකකට සමක කල හැක. එවිට (S) පරිපථය සජීවී කම්බිය, භූගත කම්බියට සම්බන්ධ කොට ඇති (ලුහුවත් කොට ඇති) පරිපථයක් වැනිය. (R) නිවැරදිය. දියෝඩ දෙක දෙපැත්තට සම්බන්ධකොට ඇත්තේ සමාන්තරගතවය. අනෙක දියෝඩ දෙකම ඇත්තේ එකම පාරේය. තරංගයේ ධන කොටස ඉහළ දියෝඩය හරහා යයි. ඍණ කොටස පහල දියෝඩය හරහා යයි. ධන කොටස උඩිනුත්, ඍණ කොටස යටිනුත් ගමන් කිරීමට සලස්වා ඇති නිසා තරංග ආකෘතිය බලපෑමකින් තොරව යයි.

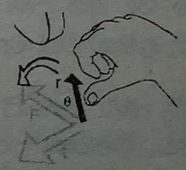


ඕනේ වෙලාවට එක ගේට්ටුවක් ඇරලාය. එවිට අනෙක වහලාය. අනෙක් වෙලාවට ඉස්සෙල්ලා ඇරපු එක වැසේ. ඉස්සෙල්ලා වහපු එක ඇරේ. දියෝඩ ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර මේ වැඩේ කල නොහැකිය. අපට ඕනකරන කට්ටි දෙකක් අවශ්‍ය පරිදි වෙන වෙනම ශාලාවකට ඇතුළු කල යුතු නම් වෙන වෙනම දොරවල් දෙකක් අවශ්‍යය. ඡන්දය ප්‍රකාශ කරන විට පිරිමි අයට එක පෝලිමක් ඇත. ගැහැණු අයට එක පෝලිමක් ඇත. දෙගොල්ලෝ වෙන වෙනම ද්වාර දෙකකින් ඇතුළු වේ. දොරවල් ශ්‍රේණිගතව සකසා මේ වැඩේ කල නොහැක. අන්තිමට ඡන්දය දාන්නේ එක පෙට්ටියකටය. නිවැරදි උත්තරය (3) ය. මෙවන් පරිපථවල භූගත සම්බන්ධය පෙන්වා ඇත්තේ, වෝල්ටීයතා මැනෙන්නේ මෙම භූගත (0) සම්බන්ධයට සාපේක්ෂ බව පෙන්වීමටය. භූගත සම්බන්ධය යොමු (*reference*) ලක්ෂ්‍යයක්/මගක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

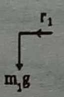
මේ ආකාරයේ තරංග ආකෘතියක් කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂයක් (CRO) භාවිත කොට නිරීක්ෂණය කරන්නේ නම් භූගත සම්බන්ධය වන්නේ CRO එකේ ලෝහ වැසියය/රාමුවය. (Chasis)

(29). අවශ්‍ය වන්නේ සැමවිටම පද්ධතියේ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය/ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය O ලක්ෂ්‍යයේ පිහිටන පරිදි තබා ගැනීමයි. එනම් සෑම විටම $m_1r_1 = m_2r_2$ විය යුතුයි. r_1 වැඩි වුවහොත් r_2 ද වැඩි විය යුතුය. එලෙසම, r_1 අඩු වුවහොත් r_2 ද අඩු විය යුතුය. එමනිසා ළමයි දෙදෙනා අනිවාර්යයෙන්ම ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශා ඔස්සේ ගමන් කල යුතුය. එනම්, ← හා → හෝ → හා ← . ← හා ← හෝ → හා → විය නොහැක. එමනිසා (A) වගන්තිය සත්‍යය. මේ වගන්තිය සත්‍ය බව සාමාන්‍ය දැනීමෙන් වුවද තීරණය කල හැක. ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශා ඔස්සේ ගමන් නොකළහොත් *balance* එක *upset* වේ. (B) ද $m_1r_1 = m_2r_2$ ගෙන්ම ලැබේ. මෙම ප්‍රකාශනය t (කාලය) වලින් බෙදූ විට $\frac{m_1r_1}{t} = \frac{m_2r_2}{t} \Rightarrow m_1v_1 = m_2v_2 \Rightarrow m_1v_1 - m_2v_2 = 0.$

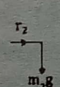
(B) ද සත්‍යය. (C) ද $m_1r_1 = m_2r_2$ මඟින් ම ලැබේ. $m_1 g\, r_1 = m_2\, g\, r_2$ (C) ද සත්‍ය බව සාමාන්‍ය දැනීමෙන් ලැබේ.



ඝූර්ණයේ දිශාව කඩදාසියෙන් ඉවතටය/එළියටය. ⊙



ඝූර්ණයේ දිශාව කඩදාසිය අතුළටය/තුළටය. ⊗



දකුණු අත්ලේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්බකව තබාගනිමින් එම ඇඟිලි r දෛශිකයේ සිට F දෛශිකය කරා කරකවන්න. එවිට මහපට ඇඟිල්ල යොමු වන දිශාවෙන් ඝූර්ණ දෛශිකයේ දිශාව ලැබේ. දක්ෂිණාවර්ත හා වාමාවර්ත දිශා ඝූර්ණයේ දෛශික දිශා නොවේ. මේවා අපගේ පහසුවට තනාගත් දිශාය.

(30) සමීකරණයක් (ශක්ති සංස්ථිතිය) ලිවීමට අවශ්‍යය. හුරු පුරුදු අවස්ථාවකි. තැටියට රේඛීය චාලක ශක්තියක් හා භ්‍රමණ චාලක ශක්තියක් ඇත. තැටියේ සිදුවන්නේ පෙරලීමකි. පෙරලීමක් ශුද්ධ රේඛීය චලිතයක් සහ ශුද්ධ භ්‍රමණ චලිතයක එකතුවක් හැටියට සැලකිය හැකිය. මෙම කරුණ පෙර ප්‍රශ්න පත්‍රවල විග්‍රහ කොට ඇත. 2014,50. **2011,57** (පැරණි)

ආරම්භයේ ඇති රේඛීය චාලක ශක්තිය + භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය, mgh ට සමාන වියයුතුය. උපරිම උසේදී තැටියට රේඛීය චලිතයක් හෝ භ්‍රමණ චලිතයක් නැත. මුළු චාලක ශක්තිය, ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය බවට පත්වී ඇත. සමීකරණය ලිවීමේදී හැකිනම් තනි පේළියකින් ලියන්න. v තැටියේ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයේ ප්‍රවේගය විය යුතුය.

$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\frac{mr^2}{2}\frac{v^2}{r^2} = mgh \rightarrow \; h = \frac{3}{4}\frac{v^2}{g}$; $\left(\frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\frac{mr^2}{2}\frac{v^2}{r^2}\right)$; $\frac{1}{2}$ යි $\frac{1}{4}$ යි එකතු වුනාම $\frac{3}{4}$ යි.

තැටිය ලිස්සා ගියොත් $v = r\omega$ ලෙස ලිවිය නොහැක. පෘෂ්ඨ සුමට වූයේ නම් තැටිය ලිස්සා යයි. තැටිය පෙරළීමට නම් ඝර්ෂණය අවශ්‍යයි. ඝර්ෂණ බලයෙන් තැටියේ කේන්ද්‍රය වටා ව්‍යවර්තයක් හට ගනී. නමුත් ලිස්සා නොයන නිසා මෙම ඝර්ෂණ බලයෙන් කාර්යයක් සිදු නොකරයි.

(31) දොඩම් ඇට පාවීමට පටන් ගන්නවා කියන්නේ දොඩම් ඇටවල ඝනත්වය ද්‍රාවණයේ ඝනත්වයට සමාන වුනා කියන එකය. සීනි දැමූ පසු ද්‍රාවණයේ ඝනත්වය සෙව්වා නම් වැඩේ ඉවරය. g, kg, cm^3 හා m^3 යන සියල්ල ඇති නිසා පැටලෙන්නට ඉඩ ඇත. ජලයේ ඝනත්වය $g\,cm^{-3}$ කළා නම් ගණනය පහසු වේ. $10^3\,kg\,m^{-3}$ යනු $1\,g\,cm^{-3}$ කි.

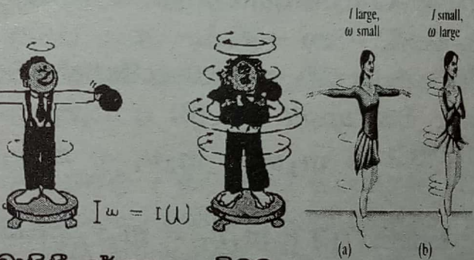
$$10^3\,\frac{kg}{m^3} = 10^3 \times 10^3\,\frac{g}{m^3} = \frac{10^3 \times 10^3}{10^6}\,\frac{g}{cm^3} = 1\,g\,cm^{-3}$$

අපි ඉගෙන ගන්න කාලේ (A/L) ජලයේ ඝනත්වය cm^3 යට 1 g ලෙස මතක තබාගෙන සිටියෙමු. ඒ කාලේ g සහ cm^3 වලින් ගණන් සෑදුවෙමු. එක් cm^3 යක් ග්‍රෑම් 1 ක් නම්, 500 cm^3 ට ග්‍රෑම් 500 ක ස්කන්ධයක් ඇත. ජලයට සීනි ග්‍රෑම් 10 ක් දාන නිසා දැන් ද්‍රාවණයේ (ජලය + සීනි) ස්කන්ධය 510 g කි. සීනි දැම්මා කියා ජලයේ පරිමාව වෙනස් නොවන නිසා ද්‍රාවණයේ පරිමාවද 500 cm^3 ම වේ.

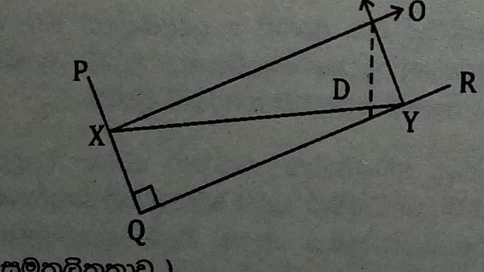
එමනිසා දැන් ද්‍රාවණයේ ඝනත්වය $= \frac{510}{500}\,g\,cm^{-3} = 1.02\,g\,cm^{-3}$. එනම් $1020\,kg\,m^{-3}$ ය. නිවැරදි උත්තරය (1) ය. $g\,cm^{-3}$, $kg\,m^{-3}$ බවට හැරවීම සඳහා 10^3 ගුණ කල යුතුය. g, kg කරන්න 10^3 බෙදිය යුතුය. නමුත් m^3 තුළ $10^6\,cm^3$ ඇති නිසා m^3 යක් ස්කන්ධයෙන් වැඩි විය (10^6 කින්) යුතුය. $\therefore \frac{10^6}{10^3} = 10^3$

ඇරත් 51, බෙදීම 5 පිළිතුර 10.2 වියයුතු බව පෙනේ. එබැවින් 1020 හැර අනෙකුත් උත්තර අදාළ නොවේ.

(32) ඉතාම සරලය. මෙය බොහෝ අවස්ථාවල පරීක්ෂා කොට ඇත. 2012, 49 (පැරණි නිර්දේශය) කෝණික ගම්‍යතාව සංස්ථිති විය යුතුය. එනම් $\omega_0 I_0 = \omega_1 I_1$. (1) හා (2) වරණ ඉවත් වේ. දෑත් විහිදවූ විට අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි වේ. එම නිසා $I_0 > I_1$ ය. $I_0 > I_1$ නම් $\omega_0 < \omega_1$ වේ. නිවැරදි උත්තරය (3) ය. අත් ශරීරය දෙසට ලං කළ විට කෝණික ප්‍රවේගය වැඩි වන බව අප දනී. *Ice skating* කරන අයගේ රූපවාහිනී දර්ශන ඉබේටම මතකයට ගලා එයි. ළමයා එක් එක් අතින් භාර දෙකක් දරා සිටී.

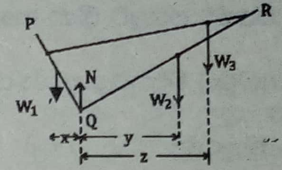


(33) තහඩු අවලව තබා ඇතැයි සැලකිය යුතුය. තහඩු රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි තබා ඇති බව ප්‍රශ්නයේ සඳහන් කොට ඇත. එමනිසා තහඩු දෙක මෙහෙම කොහොමද තියෙන්නේ යන ප්‍රශ්නය නොඅසන්න. අසන්නේ දණ්ඩේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටීම ගැනය. දණ්ඩ මත ක්‍රියා කරන බල සැලකුවහොත් ඇත්තේ බල තුනකි. දණ්ඩේ බර, හා X හා Y ලක්ෂ්‍යවලදී තහඩුවෙන් දණ්ඩ මත ක්‍රියාකරන අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියා දෙක පමණි. තහඩු සුමටය. එමනිසා ඔබ කල යුත්තේ X හා Y ලක්ෂ්‍යවල සිට තහඩුවලට ලම්බකව සරල රේඛා ඇඳ ඒවා එකිනෙකට කැපෙන තැන නිශ්චය කිරීමය. ඒ කැපෙන ලක්ෂ්‍යය හරහා දණ්ඩේ බරේ ක්‍රියා රේඛාව යා යුතුයි. (බල තුනක සමතුලිතතාව).



$P\hat{Q}R = 90°$ නිසා අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියා ප්‍රතිවිරුද්ධ තහඩුවලට සමාන්තර විය යුතුය. එනම් $XOYQ$ සෘජුකෝණාස්‍රයක් වේ. $QY > XQ$ නිසා සෘජුකෝණාස්‍රයේ O කෙලවර (මුල්ල) A,B හා C ලක්ෂ්‍යවලට සිරස්ව ඉහළින් තිබිය නොහැක. E ලක්ෂ්‍යයද Y කෙලවරට ඉතා සමීපය. එමනිසා නිවැරදි ලක්ෂ්‍යය D ය.

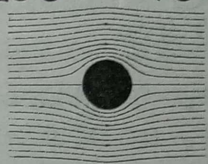
තහඩු සහ දණ්ඩ පද්ධතියක් හැටියට ගත්තොත් නම් පද්ධතිය සමතුලිතතාවයේ තිබීමට නම් පද්ධතියේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය හරහා යන සිරස් රේඛාව Q ලක්ෂ්‍යය හරහා යායුතුය. තහඩු Q ලක්ෂ්‍යයේදී අචලව සවි කොට නැතැයි කියා උපකල්පනය කොට ඇත. එසේ වීමට නම් PQ තහඩුව QR තහඩුවට වඩා බරෙන් වැඩි විය යුතුය. QR තහඩුවේ දිග PQ හි දිගට වඩා වැඩි නිසා, මෙසේ වීමට නම් තහඩු එකම ද්‍රව්‍යයෙන් සාදා නොතිබිය යුතුය. QR තහඩුව සාදා ඇත්තේ සැහැල්ලු ද්‍රව්‍යයකින් විය යුතුය.



මෙම රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ පද්ධතිය මත ක්‍රියා කරන බලයි. $W_1 - PQ$ තහඩුවේ බර ; $W_2 - QR$ තහඩුවේ බර ; $W_3 -$ දණ්ඩේ බර

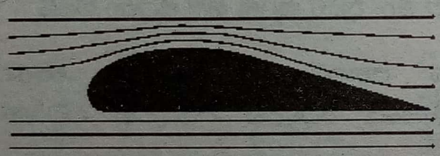
$W_1 x = W_2 y + W_3 z$ වුවහොත් පද්ධතිය යම්තම් සමතුලිතතාවයේ තබා ගත හැක. නමුත් ඒ ස්ථායී සමතුලිතතාවක් නොවේ. පොඩ්ඩක් හෙල්ලුනොත් පෙරලේ.

(34) වැඩි දුර නොසිතුවොත් මෙහි උත්තරයක් ඇත. A හා B වස්තුවල හැඩ දුටු විට මෙය බ'නූලි ප්‍රමේයය ආශ්‍රිත ගැටළුවක් බව ඔබට තේරුම් ගැනීමට බැරිනම් එය පුදුමයට කරුණක් වියයුතුය. C ගෝලීය හැඩයක් ගන්නා නිසා වායු ප්‍රවාහ රේඛා එයට උඩින් සහ යටින් එකම විදිහට ගලයි. රූපය බලන්න. එමනිසා C මත උඩු අතට හෝ යටි අතට සඵල බලයක් වායු ප්‍රවාහ රේඛා මඟින් ඇති නොකරයි.

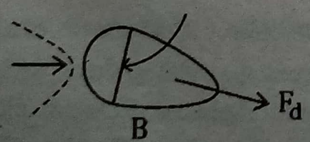


B අප හැමෝම දන්නා වා පතක (අහස යානයක තට්ටක) හැඩය ගනී. එය වටා ඇති අනාකුල රේඛා සැලකූ විට එය මතට උඩු අතට සඵල බලයක් (එසවුමක්) ජනිතවන බව නොදන්නා කෙනෙක් නැත. A වස්තුව, B අනෙක් අතට (උඩ සහ යට මාරු කළා) හැරෙව්වා වැනිය. එමනිසා A හරහා ප්‍රවාහ රේඛා ගමන් කරන විට A හි පැතලි මතුපිටට වඩා යට පෘෂ්ඨය සමීපයේ පීඩනය අඩු වේ. යට පෘෂ්ඨය හරහා අනාකුල රේඛාවල වේගය උඩින් යන අනාකුල රේඛාවල වේගයට වඩා වැඩිය. එබැවින් A මත යටි අතට සඵල බලයක් හට ගනී.

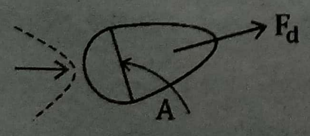
B ඉහළට එසවීමට බලයි. එසේ නම් A පහලට තල්ලු වීමට බලයි. C ගේ වෙනසක් ඇති නොවේ. එමනිසා $F_B < F_C < F_A$ වේ. ඉහළට විසිවෙන්න දඟලන නිසා අඩුම බලය ඇත්තේ F_B ටය. පහලට තදවෙන්න වලිකන නිසා වැඩිම බලය ඇත්තේ F_A ටය. C, neutral කාර්යභාරයක් උසුලයි. එබැවින් නිවැරදි උත්තරය (2) වේ. මෙයට ALL දුන්නේ ඇයි ? වස්තු වායු ප්‍රවාහ හරහා ගමන් කරන විට වස්තු මත රෝධක බලයක් (drag force) ඇතිවේ. 2015 රචනා පළමු ප්‍රශ්නය (5 වන ප්‍රශ්නය) මතකද? රෝධක බලය ප්‍රවාහය හා ගැටෙන වස්තුවේ මුහුණත් වර්ගඵලයට



සමානුපාතික වේ. ($F_d = \frac{1}{2} c_d d A v^2$) මෙතනදී වායු ප්‍රවාහය වස්තුවල වැදීමෙන් ඒවා මත බල ඇතිවේ. එම බලයත් ඉහත සම්බන්ධතාවයෙන්ම ලබාගත හැක. නිසල වාතයේ වස්තුවක් v ප්‍රවේගයකින් ගමන් කිරීම වස්තුව නිසලව තබා වාතය v ප්‍රවේගයකින් විරුද්ධ දිශාවට හැමීම Physics මූලධර්මවලට අනුව එකමය. $d =$ වාතයේ ඝනත්වය. $A =$ වායු ප්‍රවාහයට ලම්බ අභිමුඛ වර්ගඵලය.

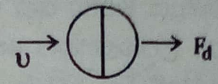


A හා B වස්තු ඇඳ ඇති ආකාරයට ඒවාහි අභිමුඛ වර්ගඵලය (Frontal Area) ප්‍රවාහ රේඛාවලට ලම්බ නැත. එමනිසා වායුවෙන් යෙදෙන බලය හරියටම තිරස් අතට ක්‍රියා නොකරයි. බලය සෙවීම සඳහා අදාළ අභිමුඛ වර්ගඵලය ගුණ කල යුත්තේ වායු ප්‍රවේගයේ එම වර්ගඵලයට ලම්බක සංරචකයේ වර්ගයෙනි.



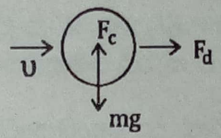
යෙදෙන බලය (F_d) ආනතව ක්‍රියා කරන නිසා එහි සංරචකයක් සිරස්ව පහලට (B හි) සහ සිරස්ව ඉහළට (A හි) ක්‍රියා කරයි. එබැවින් මෙම සංරචක කොටස් නිසා F_B හා F_A බලවලට බලපෑමක් ඇති කරයි. B හි කූර මත ඇති බලය සෙවීම සඳහා F_d හි සිරස්ව පහලට ක්‍රියා කරන සංරචකය එකතු කල යුතු වේ. එමනිසා F_B බලය හරියටම කුඩාම බලය වේද කියා නිශ්චය කිරීමට නොහැකි තත්වයක් උදා වේ. බ'නූලි ආචරණය නිසා B ඉහළට එසවෙන්න හදයි. වායුවෙන් යෙදෙන බලයේ සංරචකය නිසා B මත පහලට බලයක් ඇති වේ. වායුවෙන් යෙදෙන බලයේ සංරචකය

සිරස්ව ඉහළට ක්‍රියා කලේ නම් වැඩේ හරිය. එසේ වූයේ එසවුම් බලය සහ වායුවෙන් යෙදෙන බලයේ සංරචකය නිසා F_B කුඩාම වේ. එලෙසම A සඳහාද තර්ක කල හැක. බ'නුලි ආවරණය නිසා A මත සිරස්ව පහලට බලයක් ක්‍රියා කරන අතර වායුවෙන් යෙදෙන බලයේ සංරචකය සිරස්ව ඉහළට වේ. දිශා ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට පිහිටයි. එබැවින් විශාලත්වයෙන් වැඩි වන්නේ කුමන බලයද කියා කිව නොහැක. A සඳහා වායුවෙන් යෙදෙන බලයේ සංරචකයද සිරස්ව පහලට ක්‍රියා කලේ නම් දෙකේම එකතුවෙන් F_A විශාලම කරයි.



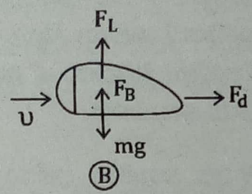
අභිමුඛ වර්ගඵල ප්‍රවාහයට ලම්බ වූයේ යැයි සිතමු. එසේ වූයේ නම් ප්‍රශ්නයක් ඇති නොවේ.

<u>C සඳහා</u>



$F_C = mg$; C සඳහා නම් කොහොමටත් වායුවෙන් යෙදෙන බලය තිරස් ය.

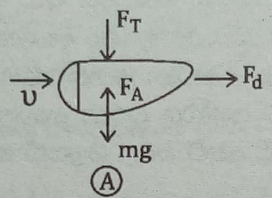
<u>B සඳහා</u>



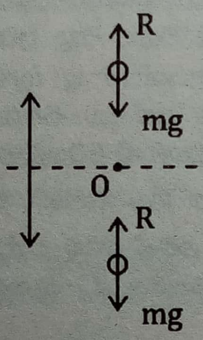
F_L - එසවුම් බලය ; mg - වස්තුවේ බර

F_B- කූර මගින් වස්තුව මත ඇති බලය. වස්තුව මඟින් කූර මත ඇති බලය මෙයට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ.දැන් $F_B = mg - F_L$ (F_d මඟින් සිරස් අතට සංරචකයක් නැත)

<u>A සඳහා</u> $F_A = mg + F_T$



(35) මේ ප්‍රශ්නය දැක්කම මට මගේ අතීතය මතක් වේ. මා A/L කළ 1974 වසරේ ව්‍යුහගත රචනා පළමු ප්‍රශ්නය මේ අනුසාරයෙන් ගොඩ නගා තිබුණි. විස්තාරයේ ඉහළ කෙළවරදී වස්තුව විසි නොවුනොත් වෙන කිසිම තැනකදී වස්තුව විසි නොවේ. දෙදෙනාම එකට යයි. වස්තුව මත ක්‍රියා කරන බල සලකා බලමු.

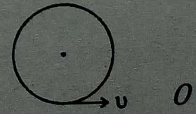


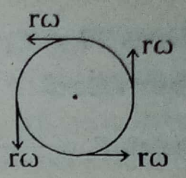
විස්තාරයේ ඉහළ කෙළවරදී වස්තුව මත පහලට (O කේන්ද්‍රය වෙතට) $\omega^2 A$ ත්වරණයක් ඇත. සරල අනුවර්තී චලිතයේ යෙදෙන වස්තුවක ත්වරණය $a = -\omega^2 x$. x = විස්ථාපනය .

දැන් වස්තුවට $\downarrow F = ma$ යෙදූ විට $mg - R = m\omega^2 A$;

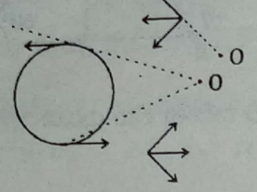
R යම්තමින් ශූන්‍ය වීමට අවශ්‍ය ω හි උපරිම අගය වන්නේ $g = \omega^2 A = (2\pi f)^2 A \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{A}}$. ධ්වනිමාන කම්බියක් අනුනාද වන විට කඩදාසි ආරෝහකය විසිවීම මීට සමකය. 2007 ව්‍යුහගත තෙවන ප්‍රශ්නයේ විවරණය බලන්න. විස්තාරයේ පහල ලක්ෂ්‍යයේදී $\uparrow F = ma$ යෙදූ විට, $R - mg = m\omega^2 A \rightarrow R$ කිසිවිටක ශූන්‍ය විය නොහැක. මෙම ප්‍රශ්නය තවත් සරලව සිතුවොත්, ප්‍රතික්‍රියාව ශූන්‍ය වීමට නම් පහළට ත්වරණය g විය යුතුය. උත්තෝලකයක සිටගෙන සිට උත්තෝලකය g ත්වරණයෙන් පහලට වැටේ නම්, යටි පතුළ් හා උත්තෝලකයේ පතුළ අතර ප්‍රතික්‍රියාව ශූන්‍ය වේ. එමනිසා $a = g = \omega^2 A$ විය යුතුය. ω, f වලට හරවන විට $\frac{1}{2\pi}$ ගුණාකාරයක් තිබිය යුතුය. එබැවින් නිවැරදි උත්තරය විය යුත්තේ (4) ය.

(36) ඉතාම සරලය. O නිරීක්ෂකයෙකුට ඇසෙන ඉහළම සංඛ්‍යාතය ඇසෙන්නේ නළාව (ප්‍රභවය) තමා කරා එන විටය. මේ කරුණු ගැන සිතිය යුතුද නැත. $f' = f\frac{(v \pm v_o)}{(v \mp v_s)}$ ට අනුව මෙහි $v_o = 0$ ය.





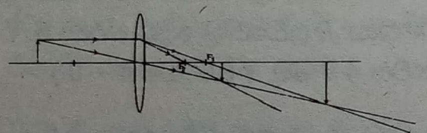
ප්‍රභවය නිරීක්ෂකයාට ලංවේ. එමනිසා $f' = f\left(\frac{v}{v - r\omega}\right)$. ඇසෙන සංඛ්‍යාතය වැඩි විය යුතු නිසා හරය $v - r\omega$ විය යුතුය. එය ඇත්තේ (1) හි පමණි. (2), (3) හා (5) හි $f' < f$. වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයේ සිටියොත් ඇසෙන සංඛ්‍යාතය f මය. එයට හේතුව වන්නේ ප්‍රභවයේ වේගයේ සංරචකයක් නිරීක්ෂකයා කරා එල්ල නොවීමයි.



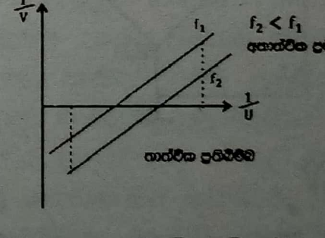
නිරීක්ෂකයා වෙනත් ස්ථානයක සිටියොත් සූත්‍රයේ ආදේශ කල යුත්තේ නිරීක්ෂකයා වෙතට හෝ නිරීක්ෂකයාගෙන් ඉවතට ඇති ප්‍රභවයේ ප්‍රවේග සංරචකයයි.

(37) *Peanuts* ය. දී ඇත්තේ $45°$ පමණි. එමනිසා $45°$අවධි කෝණය ලෙස නොගෙන වෙන මොනවා ගන්නද? $n = \frac{1}{\sin 45°} = \sqrt{2}$; $\sqrt{2} = 1.41$ ලෙස නම් ගත යුතුය. පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් වන කිරණයේ පතන කෝණය $45°$ කි. මෙහිදී පතන කෝණය $45°$, අවධි කෝණය ලෙස ගෙන ඇත. පතන කෝණය $45°$දී පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනය සිදුවන නිසා අවධි කෝණය $45°$ වඩා අඩු වුවාට කමක් නැත. නමුත් අවධි කෝණය $45°$ වඩා අඩු වුවහොත්, අදාළ වර්තනාංකය 1.41ට වඩා වැඩි වේ. c අඩු වන විට n වැඩි වේ. එමනිසා වර්තනාංකයේ අවම අගය $\sqrt{2}$ වේ. මීට වඩා වැඩි වුනාට කමක් නැත. සාමාන්‍ය වීදුරුවල වර්තනාංකය 1.5 ලෙස ගතහොත්, ඊට අදාළ අවධි කෝණය අංශක 42ක් පමණ වේ. එවිට පතන කෝණය $45°$ වන කිරණක් කොහොමටත් පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් වේ. ප්‍රශ්නයේ දී ඇත්තේ $45°$ නිසා ඊට අදාළ n සොයනවා හැර වෙන විකල්පයක් නැත. $n = \sqrt{2}$, n ට තිබිය යුතු අවම අගය වේ.

(38) සමීකරණ ලිවිය යුතු නැත. වස්තු දුර වෙනස් වී නැත. එවිට උත්තල කාචයේ නාභි දුර අඩු වූ විට තාත්වික ප්‍රතිබිම්බ සඳහා ප්‍රතිබිම්බ දුරත් අඩු වේ. එනම් $V_2 < V_1$ වේ. විශාලනය යනු $\left|\frac{V}{U}\right|$ වේ. U වෙනස් නොවන නිසා V අඩුවන විට m ද අඩු වේ. එමනිසා නිවැරදි උත්තරය $V_2 < V_1$ සහ $m_1 > m_2$.



U වෙනස් නොවන නිසා f අඩුවන විට V ද අඩුවිය යුතු බව ඇඳ ඇති කිරණ රූප සටහනෙන් ටක් ගාල පෙනේ. දළ සටහනක් ඇඳ ගත්ත නම් ඇතිය. ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රය හරහා යන කිරණය වෙනස් නොවේ. මෙය පෙන්වා දුන් ගුරුතුමාට ස්තුතියි.



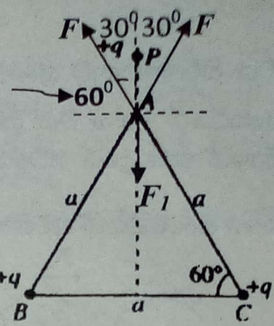
$\frac{1}{U}$ ඉදිරියෙන් $\frac{1}{V}$ ප්‍රස්තාරයෙන් ද මෙය ලබා ගත හැක.

$$\frac{1}{V} - \frac{1}{U} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{V} = \frac{1}{U} + \frac{1}{f}$$

$f_2 < f_1 \Rightarrow \frac{1}{f_2} > \frac{1}{f_1}$ එමනිසා නාභි දුර අඩුවනවිට අන්තඃඛණ්ඩයේ සංඛ්‍යාත්මක අගය වැඩි වේ. ඊට අදාළ ප්‍රස්තාරය පහලට යයි. එබැවින් $f_2 < f_1$ වනවිට යම් $\frac{1}{U}$ අගයකට තාත්වික ප්‍රතිබිම්බ සඳහා $\frac{1}{V}$ අගය සංඛ්‍යාත්මකව වැඩි වේ. එබැවින් V අගය සංඛ්‍යාත්මකව අඩුවේ. අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බ සඳහා $f_2 < f_1$ වනවිට යම් $\frac{1}{U}$ අගයකට අදාළ $\frac{1}{V}$ අගය අඩු වේ. එනම් V හි අගය වැඩිවේ. කාච සමීකරණයෙන්ද තර්ක කල හැක. තාත්වික ප්‍රතිබිම්බ සඳහා කාච සමීකරණය වන්නේ $-\frac{1}{V} - \frac{1}{U} = -\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{V} = -\frac{1}{U} + \frac{1}{f}$. එබැවින් U වෙනස් නොවන නිසා f අඩුවනවිට V ද අඩුවිය යුතුය.

(39) මෙය ක්‍රම කිහිපයකට හැදියැකි. <u>ක්‍රමය 1</u>

A ලක්ෂ්‍යය මත ඇති ඒකක ධන ආරෝපණය මත ඇති බල ලකුණු කරමු. එය මත බල තුනක් ක්‍රියා කරයි. F බල දෙකේ තිරස් සංරචක කොහොමටත් නිෂේධනය වී යයි. එමනිසා ශුන්‍ය සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ලබා ගැනීම සඳහා



$2F\cos 30 = F_1$ විය යුතුය. බල සඳහා සම්පූර්ණ ප්‍රකාශනය ලිවීමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ පොදුය. $q \times 1$ පොදුය. එමනිසා $F \propto \frac{1}{(\text{දුරෙහි})^2}$. $F \propto \frac{1}{(a)^2}$; $F_1 \propto \frac{1}{(AP)^2}$; $\therefore 2\,\frac{1}{a^2}\cos30° = \frac{1}{AP^2} \Rightarrow$
$\frac{2}{a^2}\,\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{AP^2} \Rightarrow AP = \frac{a}{\sqrt{(\sqrt{3})}}$

<u>ක්‍රමය 2 ;</u>ශූන්‍ය සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ලැබීමට නම් F බල දෙකේ සම්ප්‍රයුක්තය F_1 ට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතුය. F බල දෙකෙහි සම්ප්‍රයුක්තය සංඛ්‍යාත්මකව F_1 ට සමාන විය යුතුය.

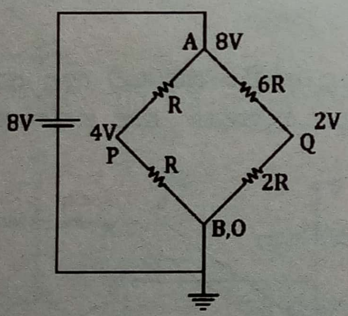
$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta$ යෙදීමෙන් $R \propto \frac{1}{AP^2}$; $P = Q \propto \frac{1}{a^2}$

$$\frac{1}{(AP^2)^2} = \frac{1}{(a^2)^2} + \frac{1}{(a^2)^2} + 2\,\frac{1}{a^2}\,\frac{1}{a^2}\cos 60° \Rightarrow \left(AP^2\right)^2 = \frac{(a^2)^2}{3} \Rightarrow AP^2 = \frac{a^2}{\sqrt{3}} \Rightarrow AP = \frac{a}{\sqrt{(\sqrt{3})}}$$

<u>ක්‍රමය 3 ;</u> ලාමී ප්‍රමේයය යෙදීමෙන්. ලාමී ප්‍රමේයය භෞතික විද්‍යා විෂය නිර්දේශයේ නැත. <u>එමනිසා ජීව විද්‍යාව හදාරන දරුවන් මේ ක්‍රමය දිහෑ බලන්න එපා.</u>

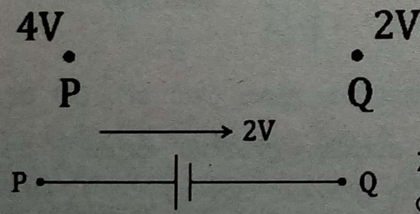
$$\frac{F_1}{\sin60°} = \frac{F}{\sin150°} = \frac{F}{\sin(90+60)} = \frac{F}{\cos60°} \Rightarrow \frac{2}{AP^2\sqrt{3}} = \frac{2}{a^2} \Rightarrow AP^2 = \frac{a^2}{\sqrt{3}}$$

(40) කෙටි ක්‍රමයක් ගැන සිතුවේ නැතිනම් ගණනය දිගු වේ. 2 V කෝෂය හරහා ගලන ධාරාව i ලෙස ගෙන ක'චොප් සමීකරණ දමන්නට යන්න එපා. පහසුම ක්‍රමය නම් 2 V කෝෂය තියෙන තැනින් ඉවත් කරන්න. එවිට පරිපථය දිස්වන්නේ මේ අයුරිනි.



පහසුව තකා ඍණ අග්‍රය භූගත කරන්න. එවිට අදාළ ලක්ෂ්‍යවල විභව අගයන් සොයා ගැනීම පහසුය. B ලක්ෂ්‍යයේ විභවය 0 ය. A ලක්ෂ්‍යයේ විභවය 8 V ය. APB අත්තේ මුළු ප්‍රතිරෝධය $2R$ ය. එමනිසා R ප්‍රතිරෝධ දෙක හරහා 8 V සමසමව බෙදේ. එමනිසා P ලක්ෂ්‍යයේ විභවය 4 V වේ. ($8 - 4 = 4 - 0$)

දැන් Q ලක්ෂ්‍යයේ විභවය සොයන්න. AQB අත්තේ මුළු ප්‍රතිරෝධය $8R$ ය. ගලන ධාරාව $\frac{8}{8R} = \frac{1}{R}$ ය. QB හරහා විභව අන්තරය $= \frac{1}{R} \times 2R = 2$ V. එමනිසා Q ලක්ෂ්‍යයේ විභවය 2 V ය. ධාරාව සෙවීමට අවශ්‍ය ද නැත. 8 V, 3:1(6:2) අනුපාතයට බෙදුව නම් ඇතිය. 8 බෙදීම 4. නැතිනම් 8 බෙදීම 8 වැඩිකිරීම 2.



දැන් PQ හරහා P සිට Q දෙසට 2 V ක විභව බැස්මක් ඇත. දැන් 2 V කෝෂය දමන්න. දැන් මොකක් වෙයිද? 2 V, 2 V සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ. එමනිසා 2 V කෝෂය හරහා ධාරාවක් නොගලයි. හරියටම දෙපැත්ත *match* වේ. මේ වගේ පරිපථයක් දැක්කම බොහෝ දෙනෙක් කෝෂය හරහා 'ධාරාවක් නොගලයි' යන්න සිතීමට පෙළඹේ. මෙම අවස්ථාවේදී එම තීරණය භෞතික විද්‍යාවට පටහැනිය.

එක් එක් අතුවල ගලන ධාරා i_1, i_2 ලෙස යොදා ගනිමින් ගණනය කරන්නට ගියොත් නම් බොහෝ වෙලාවක් යයි. එමනිසා මේ ආකාරයේ ගැටළු විසඳීමේදී මෙවැනි ක්‍රියා පිළිවෙලවල් අනුගමය කල යුතුය. 2015, 10වන ප්‍රශ්නයේ ද මුලින් කම්බි කෑලි ඉවත් කල විට ප්‍රශ්නය ලිහීමට ඉතා පහසු වූ බව ඔබට මතක ඇති. මෙවැනි දෙයක් කිරීම වරදක් හැටියට නොසලකන්න. 2 V කෝෂය නැතුව පරිපථය තිබුනා කියා සිතන්න. එවිට P සහ Q ලක්ෂ්‍යවල

විභවයන් අපට පහසුවෙන් සොයා ගත හැකිය. දැන් කවුරුහරි 2 V කෝෂය P හා Q හරහා ඇටෙව්වා කියා සිතන්න. හරියටම P සහ Q අතර පෙර තිබූ විභව අන්තරය 2 V කෝෂයේ වි.ගා.බලයට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ වන නිසා පද්ධතියට කිසිදු වෙනසක් ඇති නොවේ. 2 V කෝෂය වෙනුවට 3 V කෝෂයක් දැම්මේ නම් ඉහත ක්‍රමයම අනුගමනය කල හැකි වුවද දැන් 3 V කෝෂය හරහා ධාරාවක් ගලන නිසා පරිපථයේ අනෙක් ප්‍රතිරෝධ හරහා ගලන ධාරාද වෙනස් වේ. එසේ වුයේ නම් MCQ එකක් හැටියට මේ ප්‍රශ්නය විසඳිය නොහැක. එබැවින් MCQ එකක් හැටියට මෙවැනි ප්‍රශ්නයක් දෙන්නේ නම් හරියටම මේ ආකාරයෙන්ම දිය යුතුය. R, R සහ $6R$, $2R$ දී ඇත්තේ PQ හරහා විභව අන්තරය 2 V කිරීම සඳහාය.

(41) දුස්ස්‍රාවිතාව හා සම්බන්ධ ගැටළුවක් බව නිතැතින්ම පෙනේ. නල වල දිග එකමය. එකම ද්‍රවයමය. එමනිසා $A_1v_1 = A_2v_2 = \Delta P_1{A_1}^2 = \Delta P_2{A_2}^2$ ලෙස ලිවිය නොහැකිද? Av යනු තත්පරයකට ගලා යන ද්‍රව පරිමාවයි. පොයිසෙල් සමීකරණය වන්නේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව $(Av) = \frac{\Delta P\pi r^4}{8\eta l} = \frac{\Delta P(\pi r^2)^2}{8\eta l\pi}$

π වලින් ගුණ කොට π වලින් බෙදන්න. πr^2 යනු හරස්කඩ වර්ගඵලයයි. ηl ගුණිතය එකම නිසා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව ΔPA^2 ට සමානුපාත වේ. $\therefore \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{{A_2}^2}{{A_1}^2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2$ නිවැරදි උත්තරය (3) ය. කොහොමටත් බලාපොරොත්තු විය හැක්කේ වර්ග පදයක්ය. r^4 යනු r^2 යේ වර්ගයය. $(r^2)^2$

(42) සරලය. $PV = nRT \Rightarrow P = nRT\frac{1}{V}$; එමනිසා ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය nRT; R නියත නිසා අවස්ථා දෙක සඳහා ලැබෙන්නේ එකම අනුක්‍රමණයක් නම් $n_1T_1 = n_2T_2$. එකම වායුව නිසා මවුල සංඛ්‍යාව වායුවේ ස්කන්ධයට සමානුපාතිකය. $\left(n = \frac{m}{W}\right) \therefore m_1 400 = m_0 300 \Rightarrow m_1 = \frac{3mo}{4}$

එමනිසා ඉවත් කල ස්කන්ධය $\frac{1}{4}m_0$ වේ. වැරදීමකින් $\frac{3}{4}m_0$ ට ගහපු ළමයින් බොහෝ සිටින්නට ඇත. අසන්නේ ඉවත් කල ස්කන්ධයයි. °C උෂ්ණත්ව Kවලට හැරවිය යුතු බව නොරහසකි. සැමවිටම කාමර උෂ්ණත්වය 27 °C දෙන්නේ 300 K (273 + 27) ලැබෙන්නටය. උෂ්ණත්වය තව 100 °C කින් වැඩි කල විට නව උෂ්ණත්වය Kවලින් 400 ය ය. උෂ්ණත්වය වැඩි කල විට එකම අනුක්‍රමණය එන්නනම්, වායුවෙන් කොටසක් ඉවත් කල යුතුය. T වැඩි වන විට $n(m)$ අඩු විය යුතුය.

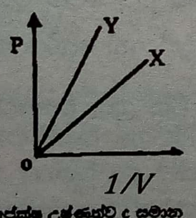
1981 දී ඇති මෙම ප්‍රශ්නය බලන්න. මෙය 2016 ප්‍රශ්නයට වඩා සිතන්නට ඕනය. වායු දෙක වෙනස්ය. ස්කන්ධ හා අණු සංඛ්‍යාව යන පද දෙකම ඇත. නිවැරදි වන්නේ A පමණක් බව ඔබට තර්ක කල හැකිද? එකම උෂ්ණත්වයේ පවතී නම් Y හි මවුල සංඛ්‍යාව එමෙන්ම අණු සංඛ්‍යාව X හි අදාළ අගයන්ට වඩා වැඩි විය යුතුය. $(n_Y > n_X)$ වායුවල ස්කන්ධවලින් පමණක් තර්ක ගොඩනැගිය නොහැක. ඒවායේ අණුක භාර/පරමාණුක භාර (මවුලික ස්කන්ධ) ගැන කිසිවක් අප දන්නේ නැත.

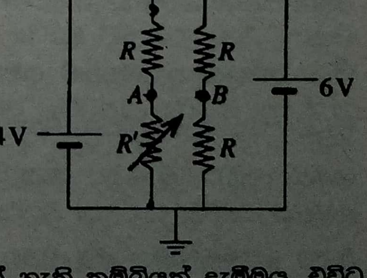
49. X සහ Y පරිපූර්ණ වායු දෙක බොයිල් නියමය අනුව හැසිරෙන බව දක්වා ඇති ප්‍රස්තාරවලින් පෙනේ. X සහ Y සම්බන්ධයෙන් කර ඇති පහත සඳහන් ප්‍රකාශ බලන්න.

A) වායු දෙකම පවතින්නේ එකම උෂ්ණත්වයේ නම් Y හි අණු සංඛ්‍යාව X හි අණු සංඛ්‍යාවට වඩා වැඩිය.

B) X සහ Y වල ස්කන්ධ එක සමාන නම්, Y සැමවිටම පවතින්නේ X ට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වයකය.

C) X සහ Y වල ස්කන්ධ මෙන්ම නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්ව ද සමාන නම්, X සහ Y සඳහා ප්‍රස්තාර සම්පාත වේ.





(43) මා හැමදාම කියාදී ඇති ක්‍රමය අනුගමනය කරන්න. විචලනය කරන්නේ R' ය. දකුණු පස ඇති පරිපථ කොටසේ V_B වෙනස් නොවේ. R' මොනවා වුනත් V_B නියතයකි. එය 3 V නොවේද? 6 V, R සහ R අතර සමව බෙදී යා යුතුය. දැන් R' ශුන්‍ය කරන්න. R', ශුන්‍ය කිරීම යනු ලුහුවත් කිරීමය. ප්‍රතිරෝධයක් නැති කම්බියක් දැම්මය. එවිට A අග්‍රය භූගත වේ. එනම් $V_A = 0$ වේ. එවිට $V_A - V_B = 0 - 3 = -3$ V. එමනිසා ප්‍රස්තාරය -3 V න් පටන් ගත යුතුය. (2) හා (3) ප්‍රස්තාර ඉවත් කරන්න. දැන් R' අනන්ත කරන්න. අනන්ත කිරීම යනු R' කඩා දැම්මයි. පාර

ඇරෙයි. එවිට $V_A = 4$ V වේ. වම්පස පරිපථයේ ධාරාවක් නොගලයි. එහි ඇති R හරහා ධාරාව ශූන්‍යය. එනම් $V_A = 4$ V වේ. දැන් $V_A - V_B = 4 - 3 = 1$ V. එමනිසා $R' = \infty$ වන විට $V_{AB} \rightarrow 1$ V විය යුතුය. (5) ඉවත් කරන්න. ඉතිරි වන්නේ (1) සහ (4) ය.

$V_{AB} = 0$ වන අවස්ථාව ගැන සිතන්න. $R' = 3R$ නම් V_A කුමන අගයක් ගනීද? $R' = 3R$ නම් $V_A = 3$ V වේ. 4 V, 1:3 අනුපාතයට අනුව බෙදේ. දැන් $V_A - V_B = 0$ වේ. $R' = 3R$ වනවිට $V_{AB} = 0$ වන්නේ (1) විචලනයේය. නිවැරදි ප්‍රස්තාරය (1) ය.

(44) නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව යනු ඒකක පරිමාවක ඇති ජල වාෂ්ප ස්කන්ධයයි. කාමරවල නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතා එක සමාන නම් තුෂාරාංක ද එක සමාන වේ. උෂ්ණත්වය අඩු කරන විට තුෂාර ඇති වීම පටන් ගන්නේ එකම උෂ්ණත්වයකදීය. දොරවල් ඇර කාමර තුනෙහි ඇති වාතය මිශ්‍රවීමට ඉඩ හැරියවිට දැන් කාමර තුනෙහි පොදු නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව සෙවිය යුතුය.

A කාමරයේ ඇති මුළු ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය = $V_A S_A$; B කාමරයේ ඇති මුළු ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය = $V_B S_B$

C කාමරයේ ඇති මුළු ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය = $V_C S_C$; දොරවල් ඇරිය පසු කාමර තුනම තනි කාමරයක් බවට පත්වේ. එම තනි කාමරයේ මුළු පරිමාව = $V_A + V_B + V_C$

එමනිසා කාමර තුන එකට ගත් විට සඵල නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව වන්නේ $\frac{V_A S_A + V_B S_B + V_C S_C}{V_A + V_B + V_C}$ ය. සේරම ජල වාෂ්ප ටික ඇත්තේ $V_A + V_B + V_C$ පරිමාවකය. 2015, 41 වන ප්‍රශ්නය මතකද? වායු දෙකේ සඵල මවුලික ස්කන්ධය $M = \frac{M_A V_A + M_B V_B}{V_A + V_B}$ සෙව්වේද මේ අකාරයටමය. ඉන්න සේරම ටික බෙදීම මුළු පරිමාව.

දැන් තුෂාරාංකය T_0 හිම පැවතීමට නම් මේ පොදු නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව A කාමරයේ පෙර පැවති S_A ට සමාන විය යුතුය. $\therefore S_A = \frac{V_A S_A + V_B S_B + V_C S_C}{V_A + V_B + V_C}$ විය යුතුය. නමුත් මෙහෙම උත්තරයක් නැත. එමනිසා පොඩ්ඩක් සුළු කර බලන්න. $V_A S_A$ පදය කැපී යයි. $S_A V_A + S_A (V_B + V_C) = V_A S_A + V_B S_B + V_C S_C \Rightarrow S_A = \frac{V_B S_B + V_C S_C}{V_B + V_C}$

මෙයින් ගම්‍ය වන්නේ ඉහත අවශ්‍යතාව තෘප්ත කළොත් A කාමරය වසා දමා B සහ C කාමරවල පමණක් වාතය මිශ්‍ර වීමට සලස්වුවහොත් A කාමරය සතු තුෂාරාංකය කාමර තුනේම පවත්වා ගත හැකි බවයි. මෙය තර්කානුකූලවද හරිය. තමා වෙනස් නොවී අනෙක් දෙදෙනා "තමාට සමාන වන ලෙස" හදා ගත්තත් වැඩේ ගොඩය.

බිරින්දෑවරු දෙදෙනෙක් සිටී නම් ඔවුන් සාදා දුන් තේ කෝප්ප දෙකක ඇති තේ පරිමා V_B හා V_C නම්ද තේ ඒකක පරිමාවක ඇති සීනි ස්කන්ධ පිළිවෙලින් S_A හා S_B ද නම් තේ කෝප්ප දෙක එකට හැලූවිට තේ වතුර ඒකක පරිමාවක ඇති සීනි ස්කන්ධය $\frac{V_B S_B + V_C S_C}{V_B + V_C}$ නොවේද? අම්මා සාදා දුන් තේ කෝප්පයේ ඒකක පරිමාවක ඇති සීනි ස්කන්ධය S_A නම් එකම සීනි රස දැනීම සඳහා $S_A = \frac{V_B S_B + V_C S_C}{V_B + V_C}$ විය යුතු නොවේද? දෙදෙනාම දුන් තේ වතුර පරිමා සමාන නම් (සම ආදරය) $S_A = \frac{S_B + S_C}{2}$ වේ.

(45) ධාරිත්‍රක ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධකොට බැටරියකින් ආරෝපණය කලවිට ධාරිත්‍රක ශ්‍රේණිගත නිසා ඒවා එක් එක්හි පවතින ආරෝපණ එකමය. ගබඩාවන ශක්තිය $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ ලෙස ගත්විට Q එකම නිසා වැඩි C අගයක ගබඩාවන ශක්තිය අඩුය. ඒ අනුව පැහැදිලිවම $E_2 > E_1$. 1 μF හි ධාරිතාව අඩු නිසා (2 μF වලට වඩා) එහි ගබඩාවන ශක්තිය වැඩිය. ධාරිත්‍රක විසර්ජනය කොට වෙන වෙනම බැටරිය මගින් ආරෝපණය කළ විට ඒවාහි අග්‍ර අතර විභව අන්තර එකම වේ. එවිට ගබඩා වන ශක්තිය ලබා ගැනීමට $\frac{1}{2}CV^2$ භාවිත කරන්න. එනම් C වැඩි වනවිට ගබඩාවන ශක්තිය වැඩිවේ. මේ අනුව $E_3 > E_4$ වේ. දැන් හරිනම් $E_4 > E_2$ ද කියා සෙවිය යුතුය. නමුත් එච්චර දුරට යා යුතු නැත. ඇත්තටම වරණ පහම දිහෑ බැලුවොත් $E_2 > E_1$ ලෙස ඇත්තේ (5) වරණයේ පමණි. එමනිසා මෙතැනින්ම වැඩේ ඉවර කල හැක. අනෙක් වරණ හතරේම ඇත්තේ $E_1 > E_2$ ලෙසය. නිවැරදි උත්තරය (5) ය.

$E_4 > E_2$ බවද සරලව තර්කකොට ලබාගත හැක. මුලින් ධාරිත්‍රක ශ්‍රේණිගතව සකසා ඇති නිසා ධාරිත්‍රක දෙක හරහාම ඇති වෝල්ටීයතාව V ($V =$ බැටරියේ වි.ගා.බලය) වේ. එමනිසා එක් එක් ධාරිත්‍රකය හරහා පවතින වෝල්ටීයතාවය V ට වඩා අඩුය. $1\,\mu F$ හරහා පවතින වෝල්ටීයතාවය $\frac{2}{3}V$ වේ. $\frac{2}{3}$ ක් $1\mu F$ ට යයි. $\frac{1}{3}$ ක් (2:1 අනුපාතයට) $2\mu F$ ට යයි. නමුත් ධාරිත්‍රක වෙන් වෙන්ව බැටරියට සම්බන්ධ කල විට මුළු V ගේම රස බලයි. එමනිසා පැහැදිලිවම $E_4 > E_2$ වේ. $\left\{ E_4 = \frac{1}{2} \times 1 \times V^2 \;;\; E_2 = \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{4}{9}V^2 \right\}$

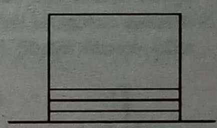
(46) ගොඩක් හිතන්න ගියොත් මේ ප්‍රශ්නය සංකීර්ණ වේ. යටම කුට්ටියට උඩ ඉන්න තුන් දෙනාගේ (3) බර දැනේ. යට සිට දෙවන කුට්ටියට උඩින් ඇත්තේ කුට්ටි දෙකකි. ඒ නිසා ඌට දෙදෙනෙකුගේ බර (2) දැනේ. යට සිට ඉන්න තුන්වෙනියට උඩින් ඇත්තේ එක් කුට්ටියක් පමණි. එබැවින් එයාට දැනෙන්නේ තමා උඩ එක්කෙනෙක් (1) පමණක් සිටින ලෙසය. සේරම එකට ගත්කල $3 + 2 + 1 = 6$ ය. 6 ඇත්තේ එක උත්තරයක පමණි. ඒ (4) ය.

Mg බරක් නිසා සංකෝචනය වන උස l නම්, $Y = \frac{Mg\,L}{Al}$ වේ. $\Rightarrow l = \frac{Mg\,L}{YA}$

යටම ඉන්න කෙනාට $3Mg$ ද, ඊළඟ කෙනාට $2Mg$ ද, තෙවෙනියාට (යට සිට) Mg ද දැනේ. එමනිසා සංකෝචනය වන මුළු උස ප්‍රමාණය $= \frac{6Mg\,L}{YA}$ $\therefore$ කුට්ටි හතරෙහි උස $4L - \frac{6MgL}{YA} = L\left(4 - \frac{6Mg}{YA}\right)$

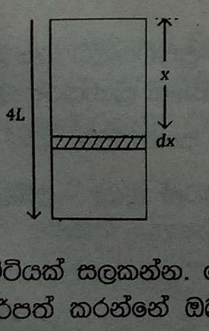
තමාගේ බර නිසා කුට්ටියක උස අඩුවිය නොහැකිද? බර කුට්ටි කියාද ප්‍රශ්නයේ විශේෂණ පදයක් ඇත. ඇත්තටම තමාගේ බර නිසාද කුට්ටියේ උස අඩුවේ. නමුත් මෙම ගැටලුවේ සංකෝචනය සඳහා උර දෙන බර සලකා ඇත්තේ තමාට උඩින් ඇති අය පමණි. ප්‍රශ්නයේ තමාගේ බරින් තමා සංකෝචනය වීම නොසලකා හැර ඇත. සලකන්නේ ඊට උඩින් ඉන්න කෙනා පමණය. එහි වරදක් නැත. කුට්ටි 4 ක් එක උඩ එක තබනවා වෙනුවට තනි කුට්ටියක් සලකා බලන්න. තනි කුට්ටියක් ගතහොත් ඊට උඩින් මොකෙක්වත් නැත. එසේ වුවත් තමාගේ බර නිසා කුට්ටිය සංකෝචනය නොවන්නේද? ඇත්තටම සැලකුවහොත් කුට්ටි 4 ක් එක උඩ එක තිබ්බත් එයට සමක තනි කුට්ටියක් ගත්තත් Physics එකම විය යුතුය.

කුට්ටිය සිරස්ව තබා රූපයේ පෙනෙන පරිදි කුට්ටිය තුනී පෙතිවලට කැපුවොත් යම් තීරුවක් මත ඊට ඉහළින් ඇති කුට්ටියේ ඉතිරි කොටසේ බර දැනේ. කුට්ටි 4 ම තනි ඒකකයක් ලෙස ගෙන තුනී තීරුවලට කැපුවොත් කුට්ටියේ පහලම (අඩියේ) ඇති තීරුවට, එනම් යටම තීරුවට කුට්ටියේ මුළු බර $4Mg$ දැනේ. උඩම තීරුව නිදහස්ය. එයාට උඩින් අනේ කවුරුත් නැත. එමනිසා කුට්ටියේ මතුපිට ඇති ඉහළම තීරුවට බරක් නොදැනේ. මෙය සෘජුකෝණාස්‍රාකාර කුට්ටියක් නිසා තීරු සර්වසමය. එමනිසා කුට්ටිය මත යෙදෙන බරෙහි සාමාන්‍යය $\left(\frac{4Mg+0}{2}\right) = 2Mg$ වේ.



$\therefore$ ඒකකයේ උස $= 4L_0 - \frac{2Mg}{YA}4L_0 = 4L_0\left(1 - \frac{2Mg}{YA}\right) = L_0\left(4 - \frac{8Mg}{YA}\right)$

අපගේ, *Physics Education MSC* කරන ශිෂ්‍යයෙක් තනි කුට්ටියක් සේ සලකා තුනී තීරුවක් ගෙන එයට බලපාන සංකෝචනය සොයා මුළු සංකෝචනය සෙවීමට අනුකලනය කොට ඇත. එසේ කලවිට ප්‍රශ්න පත්‍රයේ දී ඇති උත්තරය එන්නේ නෑ කියා මා සමඟ පවසන ලදී. මෙයටද හේතුව ද මා පෙර සඳහන් කළ දේමය. අනුකලනය කරන විට යට තීරුවේ සිට උඩ තීරුව දක්වාම එම තීරු මත යෙදෙන බල (බර) නිතැතින්ම සැලකේ. නමුත් ප්‍රශ්නයේ උත්තරයට අදාළව සලකන්නේ යම් කුට්ටියකට උඩින් ඇති කෙනා පමණි. සරලව කිව්වොත් කිසිම කුට්ටියක තමාගේ බර නිසා සිදුවන සංකෝචනය නොසලකා ඇත. එහෙම සැලකුවොත් කුට්ටිවලට නොකඩා තනි කුට්ටියක් දුන්නොත් එහි සංකෝචනය ශූන්‍ය වේ. එයාව තනියෙන් ගත්තොත් ඊට උඩින් කව්රුත් නැත. ස්වභාවික දිග (සංකෝචනය නොවූ දිග) $4L$ හා ස්කන්ධය $4M$ වන කුට්ටියක් සලකන්න. මෙය අනුකලනයක් බැවින් ජීව විද්‍යාව හදාරන දරුවන්ට නොතේරෙන්නට පිළිවන. මා මෙය ඉදිරිපත් කරන්නේ ඔබගේ දැනුම වර්ධනය සඳහාය. මෙහිදී ලැබෙන පිළිතුර සහ පෙර ඉදිරිපත් කල සාමාන්‍ය අගය ගැනීමේ ක්‍රමයෙන් ලැබෙන උත්තරය එකමය. බර වෙනස්වන්නේ රේඛීයව නිසා සරල මධ්‍යන්‍යය ගැනීම,



අනුකලනයෙන් ලැබෙන නිවැරදි පිළිතුර හා එකඟ වේ. x දුරකින් ඇති dx තීරුවක් සලකන්න. කුට්ටිය ඒකාකාර නිසා ඒකක දිගක බර $\frac{4Mg}{4L} = \frac{Mg}{L}$ වේ. dx තීරුවට උඩින් ඇති කුට්ටියේ කොටසේ බර $= \frac{Mg}{L}\,x$

මේ බර නිසා dx කොටසේ සංකෝචනය de නම්, $Y = \frac{Mgx}{LA}\,\frac{dx}{de}\left(\frac{\text{බර}}{\text{වර්ගඵලය}} \times \frac{\text{මුල් උස}}{\text{විතතිය}}\right) \therefore de = \frac{Mg}{LAY}\,xdx$

කුට්ටියේ මුළු සංකෝචනය $= e = \int de = \frac{Mg}{LAY}\int_0^{4L} xdx = \frac{Mg}{LAY}\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{4L} = \frac{Mg}{LAY}\,\frac{16L^2}{2} = \frac{8Mg\,L}{YA}$

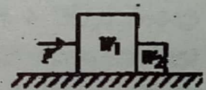
$\therefore$ කුට්ටියේ උස විය යුත්තේ $L\left(4 - \frac{8Mg}{YA}\right)$ ය.

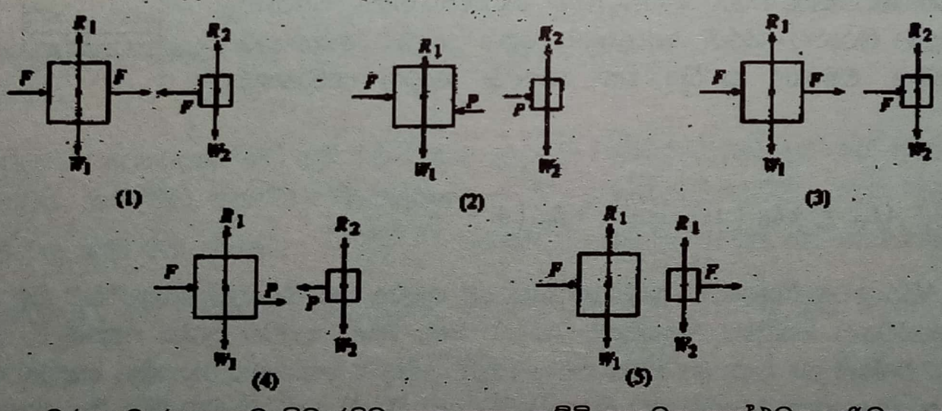
එක් එක් කුට්ටිය තමාගේ බර නිසා සංකෝචනය නොවේයැයි සිතුවොත් කුට්ටි හතරේ උස වන්නේ $L\left(4 - \frac{6Mg}{YA}\right)$ ය. නමුත් තමාගේ බරින් තමා සංකෝචනය වීම සැලකුවොත් උත්තරය විය යුත්තේ 6 නොව 8ය. නමුත් 8 ගන්න දරුවෙක් පෙළඹේදැයි සැක සහිතය. අනුකලනය කිරීම වැරදි නැත. මා පෙර සඳහන් කළ පරිදි කුට්ටි 4 ක් එක උඩ එක තිබ්බත් එයට සමක තනි කුට්ටියක් ගත්තත් Physics එකම විය යුතුය.

නමුත් මෙහිදී තව ප්‍රශ්නයක් ඇතිවේ. එය නම් ප්‍රශ්නයේ දී ඇති L උස ඇත්තටම කුට්ටියක ස්වභාවික උසද නැතිනම් තමාගේ බර නිසා සංකෝචනය වූ උසද? මෙය ගුරුවරු කිහිපදෙනෙකු විසින් ප්‍රශ්න කරන ලදී. ප්‍රශ්නයේ දී ඇති කුට්ටියේ උස (L) ස්වභාවික උස නොවේ. තමාගේම බර නිසා එය සුළු වශයෙන් සංකෝචනය වේ. පෙර පරිදිම තර්ක කලොත් කුට්ටියකට දැනෙන බරෙහි සාමාන්‍යය $\frac{Mg}{2}\left(\frac{Mg+0}{2}\right)$ ලෙස ගත හැක. මේ අනුව කුට්ටියේ ස්වභාවික උස L_0 නම්, දී ඇති L යනු සංකෝචනය වී ඇති උසයි. එනම් $L = L_0 - \frac{MgL_0}{2YA}$; එමනිසා $L_0 = \frac{2YAL}{(2YA-Mg)}$. $\therefore$ කුට්ටියේ උස විය යුත්තේ $L_0\left(4 - \frac{8Mg}{YA}\right)$ ය. L_0 සඳහා ඉහත ප්‍රකාශනය ආදේශ කල හැක.

(47) මෙයනම් *peanuts* ම *peanuts* ය. 2012, 23 (පැරණි නිර්දේශය) බලන්න.

23. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සුමට තිරස් පෘෂ්ඨයක් මත W_1 සහ W_2 බර සහිත කුට්ටි දෙකක් එකිනෙක ස්පර්ශවන සේ තබා ඇත. W_1 බර සහිත කුට්ටිය මත F බලයක් ක්‍රියා කරයි. කුට්ටි දෙකෙහි නිවැරදි නිදහස් වස්තු සටහන් දැක්වෙන්නේ

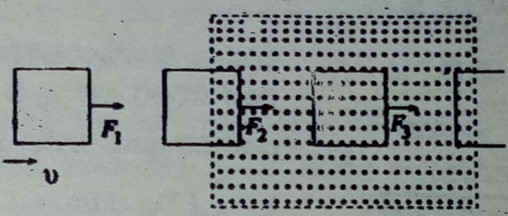




R සහ බර සෑම රූපයකම නිවැරදිව ඇඳ ඇත. කුට්ටි ගෑවෙන පෘෂ්ඨවල හරිමැද සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ බල ක්‍රියා කල යුතුය. (1) හා (4) නිකම්ම ඉවත් කල හැක. තීරණය කල යුත්තේ කුට්ටි ස්පර්ශවන පෘෂ්ඨයේ ක්‍රියාකරන ක්‍රියා - ප්‍රතික්‍රියා බලයන්ගේ විශාලත්වයයි. එය P ලෙස ගනිමු කුට්ටිවල ත්වරණය $\frac{F}{3m}$ බව පැහැදිලිය. දැන් m ස්කන්ධයට $\rightarrow F = ma$ යෙදූ විට $P = m\frac{F}{3m} = {F}/{3}$ නිවැරදි පිළිතුර (2) වේ. කොහොමටත් ක්‍රියා - ප්‍රතික්‍රියා බල $\frac{F}{2}$ විය නොහැක. එසේ වීමට නම් කුට්ටිවල ස්කන්ධ සමාන විය යුතුය.

(48) මෙය බොහෝ අවස්ථාවල දී ඇති හුරු පුරුදු ප්‍රශ්නයකි. 1984,57; 1997,60; 2012, 37 (පැරණි නිර්දේශය).

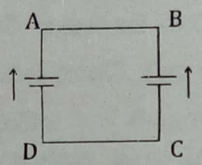
37. වාතයේ ඇති සමචතුරස්‍රාකාර කම්බි පුඩුවක් රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් පවතින පෙදෙසකට ඇතුළු වී ඉන් පසුව ඉවතට යයි. පුඩුව නියත වේගයකින් චලනය කරවීම සඳහා යෙදිය යුතු බලයන්ගේ විශාලත්ව F_1, F_2, F_3 හා F_4 නම්



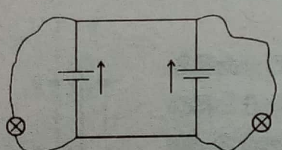
(1) $F_1 > F_2 > F_3 > F_4$ (2) $F_1 = F_3 > F_2 > F_4$
(3) $F_1 = F_3 < F_2 < F_4$ (4) $F_1 = F_3 > F_2 = F_4$
(5) $F_1 = F_3 < F_2 = F_4$

පුඩුව ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළුවන විට BC කොටස හරහා නියත වි.ගා.බලයක් ප්‍රේරණය වේ. $(v\,l\,B)$. AD කොටස ඇත්තේ ක්ෂේත්‍රයෙන් පිටය. (1) වගන්තිය නිවැරදිය. පුඩුව 2 ස්ථානයේ ඇතිවිට AD සහ BC හරහා නියත වි.ගා.බල ප්‍රේරණය වේ.

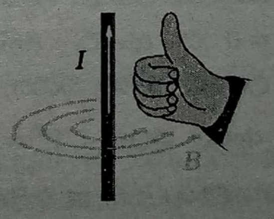
ඇත්ත වශයෙන්ම AD සහ BC තනි තනිව ගත් කල ඒවා හරහා ප්‍රේරණය වන වි.ගා.බල එකිනෙකට සමාන නමුත් ප්‍රතිවිරුද්ධ නොවේ. එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ වන්නේ $ABCD$ පුඩුව සැලකූවිටය. AD සහ BC තනි තනිව ගත් කල ඒවා මත ප්‍රේරණය වන වි.ගා. බල D සිට A දක්වාද, C සිට B දක්වාද ඉහළට ක්‍රියා කරයි. <u>ප්‍රශ්නයේ සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ කියා සඳහන් කොට ඇත්තේ මුළු කම්බි පුඩුව සලකා විය යුතුය.</u> පුඩුවේ වි.ගා.බලයක් ප්‍රේරණය නොවේ. නමුත් AD සහ BC කම්බිවල වි.ගා.බල ප්‍රේරණය වේ. පුඩුව හරහා නම් ස්‍රාව වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාවක් නැත. එමනිසා පුඩුව තනිව ගත් කල පුඩුවේ වි.ගා.බලයක් ප්‍රේරණය නොවේ. (1) හරිනම් (3) ද හරිය. පුඩුව වටා ධාරාවක් නොගලයි. එමනිසා 2 ස්ථානයේදී චුම්බක ක්ෂේත්‍රය නිසා පුඩුව මත ඇතිවන බලය ශුන්‍ය වේ.

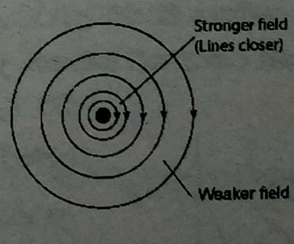


(5) වගන්තිය පරීක්ෂා කොට ඇත. මා විස්තර කරන පරිදි පුඩුව එනකොට එන්න එපා කියයි. ඉවත්ව යනකොට යන්න එපා කියයි. ilB බලයේ දිශාව ← අතටම වේ. පුඩුව ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළුවන විට හා පිටවන විට නියත ඒකාකාර ප්‍රවේගය පවත්වා ගැනීම සඳහා අප විසින් බලයක් යෙදිය යුතුය. එය දකුණු දිශාවට විය යුතුය. නැත්නම් ශක්ති සංස්ථිති නියමයට පටහැනිය. පුඩුව 2 ස්ථානයේ ඇතිවිට AD සහ BC කම්බි දෙකට වෙන් වෙන්ව බල්බයක්/LED එකක් සම්බන්ධ කළොත් ඒවා දැල්විය හැක. වි.ගා.බලයක් ප්‍රේරණය නොවන්නේ පුඩුව වටාය. දඬු දෙක වෙන් වෙන්ව ගත් කල ඒවාහි වි.ගා.බල ප්‍රේරණය වේ.



(49) O ලක්ෂ්‍යයේදී Y අක්ෂයේ දිශාවට සම්ප්‍රයුක්ත චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති කිරීමට නම් O ලක්ෂ්‍යයේදී X- අක්ෂයේ දිශාවට (+ හෝ −) චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයක් ඇති නොවිය යුතුය. X- අක්ෂයේ දිශාවට සඵල චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය ශුන්‍ය විය යුතුය. A හි ඇති කම්බියේ ධාරාව මඟින් O ලක්ෂ්‍යයේදී X දිශාවට චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති නොකරයි. එමඟින් ඇති කරන ක්ෂේත්‍රය Y- අක්ෂයේ ඍණ දිශාවට වේ. දකුණු අතේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්බව තබා මහපට ඇඟිල්ල ධාරාව ගලන දිශාවට යොමු කරන්න. එවිට අනෙක් ඇඟිලි යොමුවන දිශාවෙන් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව ලැබේ. එලෙසම x_0 හි ඇති කම්බියේ ධාරාව කුමන දිශාවකට ගැලුවත් එමඟින් O හි X අක්ෂයේ දිශාවට චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති නොකරයි.

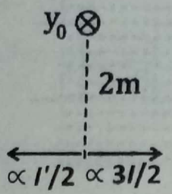




$O \longrightarrow B_B + B_C$
1m
⊗
1m
⊗

එමනිසා B හා C හි ඇති කම්බිවල ධාරා නිසා O ලක්ෂ්‍යයේ ඇතිවන චුම්බක ක්ෂේත්‍ර ගැන පමණක් සලකන්න. එම ධාරාවන්ගෙන් O ලක්ෂ්‍යයේ ඇති කරන සඵල චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය $= \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 1} + \frac{u_0 I}{2\pi \times 2}$

ඇත්තටම $\frac{\mu_0}{2\pi}$ නොලියන්න. එය නියතයකි. $B_B + B_C \propto \frac{3}{2} I$



දැන් y_0 හි තබන කම්බියේ ධාරාවෙන් මෙය කපා හැරිය යුතුය. නිෂේධනය කල යුතුය. එසේ කිරීමට නම් y_0 හි තබා ඇති කම්බියේ ධාරාව කඩදාසිය තුළට ⊗ ගමන් කලයුතු අතර එම අගය $3I$ විය යුතුය.y_0 හි තබා ඇති කම්බියේ ධාරාව I' නම් $By_0 \propto \frac{I'}{2}$; දැන් $\frac{I'}{2} = \frac{3}{2} I$ විය යුතුය.$\Rightarrow I' = 3I$

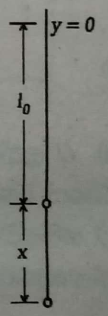
y_0 හි තබා ඇති කම්බියේ $3I$ ⊗ ධාරාවක් ගැලිය යුතුය. එම අගය සහිත උත්තර ඇත්තේ එකකි. එය (3) ය.

x_0 හි ඇති කම්බියේ ගැලිය යුතු ධාරාව ලබා ගන්න ඕනේ නම් ඉහත පරිදිම තර්ක කරන්න. Y අක්ෂයේ ඍණ දිශාවට A හි තබා ඇති කම්බියෙන් ඇති කරන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය $\downarrow \frac{\mu_0 I}{2\pi \times 1}$. නමුත් සම්ප්‍රයුක්ත B, Y අක්ෂයේ ඉහළට $\uparrow \frac{\mu_0 I}{2\pi}$ විය යුතුය. එසේවීමට නම් x_0 හි තබා ඇති කම්බියේ ධාරාවෙන් ඇති කලයුතු B හි අගය වන්නේ $\uparrow B - \frac{\mu_0 I}{2\pi} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$

$B = \frac{\mu_0 I}{\pi}$, x_0 හි තබා ඇති කම්බියේ ගලන ධාරාව I'' නම් $\frac{\mu_0 I''}{2\pi \times 2} = \frac{\mu_0 I}{\pi}$ $I'' = 4I$

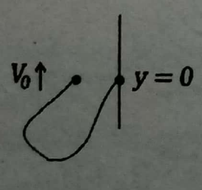
නිවැරදි උත්තරය ලබා ගැනීමට ගණනයන්/තර්ක දෙකක් කළ යුතු මෙවන් ගැටළුවලදී එකක් ලබා ගෙන දී ඇති උත්තර දිහෑ බලන්න. එවිට දී ඇති උත්තර සමහරක් ඉවත් කළ හැක. X- අක්ෂයේ දිශාවට සඵල චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය ශුන්‍ය විය යුතුය යන්නෙන් පටන් ගත්තේ නම් වැඩේ ලේසිය.

(50) 50 වන ප්‍රශ්නය නිසා අමාරුයි කියා සිතා පටන් ගත්තොත් ඇත්තටම අමාරු වේ. ප්‍රශ්නය නිවැරදිව තේරුම් ගත්තොත් හා $v_0 < \sqrt{2gl_0}$ ලෙස දී ඇති හේතුව තේරුම් ගත්තොත් මෙය ඉතා පහසු ප්‍රශ්නයකි. තන්තුවේ එක් කෙළවරක් අංශුවේද අනෙක් කෙලවර $y = 0$ දී බිත්තියට සවි කල යුතුව ඇත.



අංශුව l_0 උසක් ගුරුත්වය යටතේ වැටේ. l_0 උසක් දක්වා තන්තුව නොඇදේ. තන්තුව හැකිලී ඇත. ඊටපසු අංශුව තවත් පහලට යයි. තන්තුවේ උපරිම විතතිය x නම් අංශුව $y = 0$ සිට $l_0 + x$ දුරක් පහලට යයි. තන්තුව උපරිම විතතියට ඇදුනු පසු අංශුව ක්ෂණික නිශ්චලතාවයට පත්වේ. එම අවස්ථාව අංශුව ගමන් ගන්නා පහලම ලක්ෂ්‍යයයි. අංශුව ඊට වඩා පහලට නොයයි. පහලම ලක්ෂ්‍යය පසු කර යන්නේ නැත.

ඊළඟට අංශුව නැවත සිරස්ව උඩට යයි. උපරිමයට ඇදුනු පසු ආයේ උඩට එන්නේ නැතුව වෙන මොනවා වෙන්නද? ශක්ති හානියක් නොමැති නිසා අංශුව ආයේ $y = 0$ ලක්ෂ්‍යයට පැමිණෙන විට එහි ප්‍රවේගය සිරස්ව උඩට v_0 වේ. දැන් තන්තුව හැකිලී ඇත. දැන් අංශුව v_0 වේගයකින් උඩට විසිකළ වස්තුවකට සමානය. $y = 0$ සිට අංශුව g මන්දනයකින් ඉහළට යයි. $v_0 < \sqrt{2gl_0}$ නිසා අංශුව $y = 0$ සිට l_0 උසකට යෑමට බැරිය. l_0 උසකට යෑමට පෙර අංශුව ක්ෂණික නිසලතාවයට පත්වේ. අංශුව සඳහා $\uparrow V^2 = U^2 + 2gh$ යෙදූ විට $0 = {v_0}^2 - 2gh \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g}$ උත්තරය මෙයය. k, l_0, m ආදියෙන් වැඩක් නැත. මෙහි *trick* එක වන්නේ $v_0 < \sqrt{2gl_0}$ වීමය. එමනිසා අංශුව නැවත ක්ෂණික නිශ්චලතාවයට එනතෙක්වත් තන්තුව ඇදෙන්නේ නැත. අංශුව චලිත වන්නේ නිදහස් වස්තුවක් හැටියට g මන්දනය යටතේය.



හරියටම $v_0 = \sqrt{2gl_0}$ වූයේ නම් අංශුව යම්තමින් $y = 0$ සිට l_0 උසක් කරා යයි. එසේ වූයේ නම් උත්තරය වන්නේ l_0 ය. සමහර දරුවන් ලොකුම ප්‍රකාශනය වන (1) ට ගසා ඇත. (1) සහ (2) ප්‍රකාශන නිවැරදි උත්තර විය නොහැකි බව ඔබට වැටහේද? ඒවායේ y ඍණ අගයක් ගනී. එනම් අංශුව නැවත ක්ෂණික නිශ්චලතාවයට පත්වන්නේ $y = 0$ ට පහළ ලක්ෂ්‍යයකය. උපරිම විතතියට ඇදුනු පසු හෙවත් අංශුව එහි පථයෙහි පහළම

ලක්ෂ්‍යයට ළඟාවී ඉනික්බිති චලිතයේදී අංශුව නැවත උඩ එනවා ඇර වෙන මොනවා වෙන්නද? එමනිසා ඊළඟ නිසලතාවයට පත්වන මොහොතේ y ඛණ්ඩාංකය ධන විය යුතුය. $y = 0$ සිට ඉහළට යන උස l_0 හෝ l_0 ට වඩා වැඩිවිය නොහැක. ($V_0 < \sqrt{2gl_0}$ නිසා) ඒ අනුව (3) හා (4) වරණ ද ඉවත් කලහැක.

අංශුව පහළටම යන දුර ලබා ගැනීම සඳහා (x සෙවීම සඳහා) ඕන නම් සමීකරණයක් ලිවිය හැක. ශක්ති සංස්ථිතියෙන් $\frac{1}{2}mv_0{}^2 = \frac{1}{2}kx^2 - mg(l_0 + x)$ ලෙස ලිවිය නොහැකිද? $y = 0$ මට්ටම ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තියේ ශූන්‍ය සීමාව ලෙස සලකා ඇත. x සඳහා වර්ග සමීකරණයක් ලැබේ.

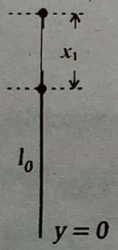
i) ප්‍රත්‍යස්ථතාවය පිළිබඳ හුක්ගේ නියමය සඳහන් කරන්න. ස්වභාවික දිග l වන සැහැල්ලු ප්‍රත්‍යාස්ථ තන්තුවක එක් කෙළවරක් P ලක්ෂ්‍යයට සම්බන්ධ කර ඇති අතර තන්තුව සිරස් වනසේ අනෙක් කෙළවරෙන් m ස්කන්ධයක් එල්වා ඇත. එවිට තන්තුවේ විතතිය e වේ. දැන් m ස්කන්ධය P හි රඳවා කාලය t = 0 දී නිදහසේ වැටීමට හරිනු ලැබේ. දෙන ලද රාශීන් ඇසුරින් තන්තුවේ උපරිම විතතිය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න. ඇදීමේදී ශක්ති හානියක් නැතැයි උපකල්පනය කරන්න.

කාලය $t = t_0$ හි දී ස්කන්ධය ප්‍රථම වරට P වෙත නැවත පැමිණේ. තන්තුව ඇදී පැවති කාලය සොයන්න.

මේ ආකාරයේ ගැටළුවක් 1983 රචනා පළමු ප්‍රශ්නය සඳහා දී ඇත. නමුත් එහිදී වස්තුව නිදහසේ වැටීමට ඉඩ හරිනු ලැබේ. $(v_0 = 0)$ එවිට විතතිය සඳහා සමීකරණය වන්නේ $mg(l_0 + x) = \frac{1}{2}kx^2$. $v_0 = 0$ නිසා වස්තුව නැවත $y = 0$ කරා පැමිණීමේදී එම මට්ටමට වඩා ඉහළ නොයයි. නැවත $y = 0$ කරා පැමිණෙන විට ප්‍රවේගය ක්ෂණිකව ශූන්‍ය වේ. වස්තුව එතැනින් උඩට යෑමේ කථාවක් නැත. එමනිසා $v_0 = 0$ වුවහොත් අංශුව දෙවනවර නිසලතාවයට පත්වන ලක්ෂ්‍යයේ $y = 0$. තන්තුවේ k, $ke = mg$ මගින් සෙවිය හැක.

මෙම (50) වන ප්‍රශ්නයේ $v_0 = 0$ නොවන නිසා ආපසු පැමිණෙන විට $y = 0$ න් උඩට යයි. ප්‍රශ්නයේ රහස ඇත්තේ එතනය. $v_0 > \sqrt{2gl_0}$ වුවහොත් වස්තුව උඩට යන උපරිම උස සෙවිය හැකිද? ඔව්, සෙවිය හැකිය.

$$\frac{1}{2}mv_0{}^2 = \frac{1}{2}kx_1{}^2 + mg(l_0 + x_1)$$

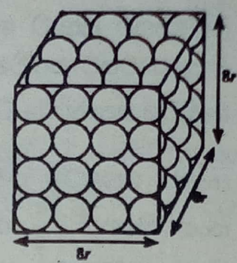


නමුත් x_1 සෙවීම සඳහා නැවත වර්ග සමීකරණයක් ලැබේ. එමනිසා සමීකරණය පමණක් ලිවීම සෑහේ. මෙය සාධාරණ නැතිද? පහළට ඒමේදී ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය ඇදීමට උල් පන්දම් දේ. ඉහළට ඒමේදී ආරම්භක චාලක ශක්තියෙන් කොටසක් වස්තුව උඩ නගගන්න වැය වේ.

1983 ප්‍රශ්නයේ මෙයද අසා තිබුණි. වස්තුව පළමු වරට $y = 0$ ලක්ෂ්‍යයට පැමිණීමට ගතවන කාලය t_0 නම් තන්තුව ඇදී පැවති කාලය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න. වස්තුව නිදහසේ අතහරින නිසා තන්තුව ඇදීමට පෙර නිදහසේ l_0 උසක් වැටීමට ගතවන කාලය $l_0 = \frac{1}{2}gt^2$ ($\downarrow$ $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$ යෙදීමෙන්) $t = \sqrt{\frac{2l_0}{g}}$ තන්තුව ඇදී නැවත වස්තුව ආපසු එන විට ද එය නිදහසේ l_0 උසක් $y = 0$ කරා උඩට යයි. එම කාලයද t මය. එමනිසා තන්තුව ඇදී පැවතුන කාලය $= t_0 - 2\sqrt{\frac{2l_0}{g}}$

බහුවරණ ප්‍රශ්නයක අනවශ්‍ය දත්ත දිය හැකි බව මෙයින් ලබා ගත හැකි නිගමනයකි. කොහොමටත් ප්‍රශ්නයේ k, m හා l_0 නොදී තිබ්බා නම් ප්‍රශ්නය ඇසීමේ වැඩක් නැත. නිකම්ම උත්තරය (5) වේ.

A කොටස - ව්‍යුහගත රචනා



(1) රූපය

01. සමහර වස්තු භාජන තුළ අසුරන විට ඒවා භාජනයේ සම්පූර්ණ පරිමාවම අයත් කර නොගනී. මෙය වස්තුවල හැඩය නිසා සිදුවන අතර, එවැනි තත්ත්ව යටතේ දී භාජනයේ පරිමාවෙන් කිසියම් භාගයක් සැම විට ම හිස් ව වාතයෙන් පිරී පවතී.

(1) රූපයේ පෙනෙ පරිදි අරය r වූ සර්වසම ඝන ගෝලවලින් විධිමත් ආකාරයට සම්පූර්ණයෙන් ම අසුරා ඇති, පැත්තක දිග $8r$ වූ ඝනකාකාර පෙට්ටියක ආකාරයේ භාජනයක් සලකන්න. මෙය විධිමත් ඇසිරීමක් ලෙස හැඳින්වේ.

(a) භාජනයේ අසුරා ඇති ගෝල ගණන සොයන්න.

64 -- 01

(b) භාජනයේ අසුරා ඇති සියලු ම ගෝල සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ මුළු පරිමාව සඳහා ප්‍රකාශනයක්, r සහ π ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

$\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \times 64$ හෝ $\frac{256}{3}\pi r^3$ --- 01

(c) භාජනය ගෝලවලින් සම්පූර්ණයෙන් ම පිරී ඇති විට,

$$\frac{\text{භාජනය තුළ තිබෙන ගෝල සෑදී ඇති මුළු ද්‍රව්‍ය පරිමාව}}{\text{සම්පූර්ණයෙන් ම පිරී ඇති පරිදි අසුරා ඇති භාජනයේ පරිමාව}}$$

යන අනුපාතය ගෝලවල ඇසුරුම් භාගය (f_P), ලෙස හැඳින්වෙන අතර, සම්පූර්ණයෙන් ම පිරී ඇති පරිදි අසුරා ඇති භාජනයේ පරිමාව **ඇසුරුම් පරිමාව** ලෙස හැඳින්වේ. ඉහත දැක් වූ විධිමත් ඇසිරීම සඳහා ඇසුරුම් භාගය f_P, සොයන්න.

$$f_P = \frac{\frac{256}{3}\pi r^3}{512\, r^3}$$

$= \frac{\pi}{6}$ --- 01

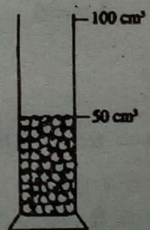
(d) භාජනයේ ඇති ගෝලවල මුළු ස්කන්ධය m නම්,

$$\frac{\text{ගෝලවල මුළු ස්කන්ධය}}{\text{සම්පූර්ණයෙන් ම පිරී ඇති පරිදි අසුරා ඇති භාජනයේ පරිමාව}}$$

යන අනුපාතය සඳහා ප්‍රකාශනයක් m සහ r ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න. මෙය ගෝලවල **තොග ඝනත්වය** (bulk density) (d_B) ලෙස හැඳින්වේ.

$d_B = \frac{m}{512\, r^3}$ --- 01

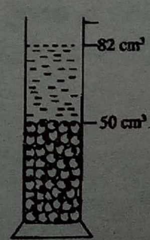
(512 වෙනුවට 8^3 යොදා ඇත්නම් ලකුණු නැත)



(2) රූපය

(e) ගෝල සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය (d_M) සඳහා ප්‍රකාශනයක් m, r සහ π ඇසුරෙන් ලියන්න.

$d_M = \frac{m}{\frac{256}{3}\pi r^3} = \frac{3m}{256\,\pi r^3}$ ------------------------------ 01



(3) රූපය

(f) පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රමයක් මගින් මුං ඇට සඳහා f_P, d_B සහ d_M යන පරාමිති සෙවීමට ශිෂ්‍යයෙක් තීරණය කළේ ය. එහිදී මුං ඇට ඇසිරී තිබුණේ අහඹු ආකාරයටය. එවැනි ඇසුරුමක් හඳුන්වනු ලබන්නේ **අහඹු ඇසුරුමක්** ලෙස ය. (2) රූපය බලන්න. f_P, d_B සහ d_M සඳහා ඉහත (c), (d) සහ (e) හි දැක් වූ අර්ථ දැක්වීම්, අහඹු ලෙස ඇසුරුම් කර ඇති ඕනෑම හැඩයක් සහිත අයිතමවලට ද වලංගු වේ.

ඔහු පළමුවෙන් ම වියළි මුං ඇට මිනුම් සරාවකට දමා (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි

මුං ඇට සඳහා 50 cm^3 ක ඇසුරුම් පරිමාවක් ලබා ගත්තේ ය. ඉන්පසු ඔහු ඇසුරුම් පරිමාව 50 cm^3 වූ මුං ඇට සාම්පලයේ ස්කන්ධය මැන එය 3.8×10^{-2} kg බව සොයා ගත්තේ ය. ඉන් අනතුරුව ඔහු එම මුං ඇට සාම්පලය ජලය 50 cm^3 ක් අඩංගු මිනුම් සරාවකට ඇතුළත් කළ විට, එහි ජල මට්ටම් 82 cm^3 ලකුණ දක්වා වැඩි වූ බව සොයා ගත්තේ ය. (3) රූපය බලන්න.

(i) මුං ඇට සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ පරිමාව කුමක්ද?

මුං ඇට සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ පරිමාව = 32 cm^3 හෝ 3.2×10^{-5} m^3 -------- 01

(ii) මුං ඇටවල ඇසුරුම් භාගය (f_P) ගණනය කරන්න.

මුං ඇටවල ඇසුරුම් භාගය $f_P = \frac{32}{50}$ හෝ 0.64 ------------------- 01

(iii) මුං ඇටවල තොග ඝනත්වය (d_B), kg m^{-3} වලින් ගණනය කරන්න.

මුං ඇටවල තොග ඝනත්වය $d_B = \frac{3.8 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-6}}$

$= 7.6 \times 10^2$ kg m^{-3} ----------------- 01

(iv) මුං ඇට සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය (d_M), kg m^{-3} වලින් ගණනය කරන්න.

මුං ඇට සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය $d_M = \frac{3.8 \times 10^{-2}}{3.2 \times 10^{-5}}$

$= 1.187 \times 10^3$ kg m^{-3} ($1.18 \times 10^3 - 1.19 \times 10^3$) kg m^{-3} ------------------ 01

(g) මුං ඇට 1 kg ක ප්‍රමාණයක් ඇසිරීම සඳහා පොලිතීන් බෑගයක් නිර්මාණය කිරීමට ඇත. එම බෑගයට තිබිය යුතු අවම පරිමාව ගණනය කරන්න.

බෑගයට තිබිය යුතු අවම පරිමාව $= \frac{1}{d_B} = 1.315 \times 10^{-3}$ m^3 හෝ $\frac{50}{38} \times 1000$ cm^3

$= 1315$ cm^3 (1.31×10^{-3} $m^3 - 1.32 \times 10^{-3}$ m^3) ----------------------- 01

මෙම ප්‍රශ්නය පරීක්ෂණ ලැයිස්තුවට ඇතුළත් නොවුනත් නිර්මාණකාරී ප්‍රශ්නයකි. පසෙහි තත්වය නිර්ණය කිරීම සඳහා ඉංජිනේරුවන් හා කෘෂිකර්මාන්ත ක්ෂේත්‍රවල නියැලෙන්නන් පසෙහි තොග ඝනත්වය (Bulk Density) භාවිත කරයි. පසෙහි තොග ඝනත්වය යම් ව්‍යුහයක් රඳවා තබා ගැනීමට ඇති හැකියාව මෙන්ම ජලය හෝ වෙනත් ද්‍රාව්‍යයක් පස් හරහා ගමන් කිරීමට ඇති හැකියාව, පසෙහි තදබව සහ පස් අතර කොපමණ හිඩැස් ඇතිද යන්න පිළිබඳව ඉඟි ලබා දෙයි. පසෙහි තොග ඝනත්වය වැඩි නම් එයින් ගම්‍ය වන්නේ පස් අංශු ඉතා තදට පවතින බව හා පස් අංශු අතර සවිවර බව අඩු බවයි. මෙවැනි පස් හරහා ගස්වල මුල් වැඩීම සහ පස් හරහා වාතය හා ජලය සංසරණය වීමට බාධා ඇති කරයි. පසෙහි ස්වභාවය අනුව පසෙහි තොග ඝනත්වය ගසක මුල් මනා වැඩීමකට (Root Growth) බලපාන අයුරු පහත පෙන්වා ඇත.

පසෙහි ස්වභාවය	ගසක් හොඳින් වැඩීමට අවශ්‍ය පසෙහි තොග ඝනත්වය (g cm^{-3})	මුල් වැඩීමට අවහිර කරන තොග ඝනත්වය (g cm^{-3})
වැලි සහිත	< 1.60	> 1.80
රොන් මඩ සහිත	< 1.40	> 1.65
මැටි මිශ්‍ර	< 1.10	> 1.47

අනෙක් අතට පාංශු ඛාදනය, පස් සේදී යන සහ නාය යාම් සිදුවන ප්‍රදේශවල පසෙහි තොග ඝනත්වය නියමිත අගයන්ට වඩා පහළ අගයක් ගනී.

(a) රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට එක් ඝන ගෝල ස්තරයක ගෝල 16ක් ඇත. එවැනි තට්ටු හතරක් ඇත. එමනිසා අසුරා ඇති ගෝල ගණන $16 \times 4 = 64$ කි. ගෝල සියල්ලම ඔබට නොපෙනේ. නමුත් ඉදිරියෙන් ඇති එක් සිරස් තට්ටුවක් පැහැදිලිව පෙනේ. එහි ඇති ගෝල සංඛ්‍යාව 4න් ගුණ කරන්න. මෙම උත්තරය වැරදුනොත් (a),(b)(c) හා (e) කොටස්වලට ලැබෙන ලකුණු නිතැතින්ම අහිමි වනු ඇත.

(b) අංක ගණිතයය. එක් ගෝලයක පරිමාව 64න් ගුණ කරන්න.

(c) ඇසුරුම් භාගය අර්ථ දක්වා ඇත. ගෝලවල මුළු පරිමාව පෙට්ටියේ පරිමාවෙන් ($8r \times 8r \times 8r$) බෙදිය යුතුය. ඇසුරුම් භාගයද මෙවැනි අවස්ථාවල ගණනය කළහැකි අගයකි. මෙහි ඒකක හෝ මාන නොමැත. මෙහි අගය 1 හෝ 1ට අඩුය. කිසිදු හිදැසක් නොමැතිව යම් ද්‍රව්‍යයක් භාජනයක අසුරා ඇත්නම් ඇසුරුම් භාගය 1 වේ. හිදැස් වැඩිවන්න වැඩිවන්න ඇසුරුම් භාගය 1ට වඩා අඩු වේ. ස්ඵටික විද්‍යාවේද (Crystallography) ඇසුරුම් භාගය යොදා ගැනේ. එයට පරමාණුක ඇසුරුම් භාගය (Atomic packing fraction - APF) කියා කියනු ලැබේ. එක් එක් ස්ඵටික ව්‍යුහයන්ගේ පරමාණු සකස් වී ඇති ආකාරය අනුව ඒවායේ APF අගයයන් විවිධ වේ.

(d) තොග ඝනත්වයද අර්ථ දක්වා ඇත. ඇත්තටම තොග ඝනත්වය ඇසුරුම් භාගය මත රඳා පවතී. ඇසුරුම් භාගය කුඩා වන විට (හිඩැස් වැඩි වන විට) තොග ඝනත්වය ද අඩු වේ. ඇසුරුම් භාගය 1 වුවහොත් (හිඩැස් කිසිවක් නැත) තොග ඝනත්වය ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වයට සමාන වේ. ඇත්තටම තොග ඝනත්වය අසුරන විධිය අනුව රඳා පවතී. පස් හොඳට තද කලොත් එහි තොග ඝනත්වය තද නොකොට අසුරා ඇති පස්වල තොග ඝනත්වයට වඩා වැඩි වේ.

(e) මෙයින් අසන්නේ ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වයය. එනම් ද්‍රව්‍යයේ ස්කන්ධය ද්‍රව්‍යයේ පරිමාවෙන් <u>පමණක්</u> බෙදිය යුතුය. මෙහි m යනු ගෝල 64 ම ස්කන්ධයයි. එය අමතක වුනොත් ප්‍රකාශනය වරදී. m, එක ගෝලයක ස්කන්ධය ලෙස ගතහොත් $m, \frac{4}{3}\pi r^3$ වලින් බෙදේ. මෙය වැරදිය. ඕනනම් $\frac{m}{64}, \frac{4}{3}\pi r^3$ බෙදිය හැක. තොග ඝනත්වය d_B, d_M සමඟ සංසන්දනය කළහොත් $d_B < d_M$ බව පෙනේ. මෙය එසේ විය යුතුය. මෙයින් ගම්‍ය වන්නේ ඇසුරුමේ හිඩැස් ඇති බවයි.

(f) මුං ඇට ගෝල මෙන් විධිමත් ලෙස ඇසිරීම අසීරුය. එසේ කිරීමට නම් මුං ඇට තනි තනිව එක මත එක ලස්සනට ඇසිරිය යුතුය. එසේ කලත් එක් එක් මුං ඇටයක පරිමාව එකම අගයක් ගැනීමට අවශ්‍ය නැත. විධිමත්ව ඇසුරූ පසු එසේ විධිමත්ව ඇසිරිය හැක්කේ එක විධියකට පමණි. අහඹු ලෙස ඇසුරූ පසු ඇසුරුම් පරිමාව අසුරන ආකාරය මත වෙනස් වේ. උදාහරණයක් වශයෙන් මුං ඇට මිනුම් සරාවට දමා මිනුම් සරාව සෙලෙව්වොත් ඇසුරුම් පරිමාව සුළු වශයෙන් වෙනස් කල හැක.

(i) මුං ඇටවල ඇසුරුම් භාගය සෙවීම සඳහා මුං ඇටවල පමණක් පරිමාව සෙවිය යුතුය. පෙර පරිදි මෙන් ගෝලයක පරිමා සූත්‍රය දමා මෙය ගණනය කල නොහැක. මෙය සෙවීම සඳහා ආකිමිඩීස් සොයාගත් ක්‍රමය අනුගමනය කල යුතුය. ආකිමිඩීස් නාන-ඔරුවේ ගිලුණු විට ජලය පිටාර යනු දුටුවේය. ගිලුණු පරිමාවට සමාන ජල පරිමාවක් විස්ථාපනය වනු ඔහු නිරීක්ෂණය කළේය.

මුං ඇට හරියටම $50\ \mathrm{cm^3}$ ජල පරිමාවකට දමන්නේ ඇසුරුම් පරිමාව $50\ \mathrm{cm^3}$ අගයේ ම පවත්වා ගැනීමටය. ජල පරිමාව $50\ \mathrm{cm^3}$ සිට $82\ \mathrm{cm^3}$ දක්වා වැඩි විය. එමනිසා මුං ඇටවල පමණක් පරිමාව $82 - 50 = 32\ \mathrm{cm^3}$ විය යුතුය. මෙය හරියට තේරුම් නොගතහොත් (ii) කොටස කළ නොහැක.

(ii) මුං ඇට වල ඇසුරුම් භාගය $= \frac{\text{මුං ඇටවල පරිමාව}}{\text{ඇසුරුම් පරිමාව}} = \frac{32}{50}$; මෙය වෙන විදියකට අර්ථ දැක්වුවහොත් $50\ \mathrm{cm^3}$ පරිමාවකින් 64% ක් මුං ඇටවල පරිමාවය. මුං ඇට මුළු පරිමාවෙන් 64% අයත් කර ගනී. 36% ක පරිමාවක් මුං ද්‍රව්‍ය නැත. ඒ හරියේ ජලය පිරිලාය.

(iii) මුං ඇටවල තොග ඝනත්වය $= \frac{\text{මුං ඇටවල ස්කන්ධය}}{\text{මුං ඇට පිරී ඇති විට එහි පරිමාව}} = \frac{3.8 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-6}} = 7.6 \times 10^2\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$. ලකුණ ලබා ගැනීමට උත්තරය සුළු කල යුතුය. $\mathrm{cm^3}, \mathrm{m^3}$ වලට හැරවිය යුතුය. $\mathrm{cm^3}, \mathrm{m^3}$ වලට හැරවීමට දන්නෙ නැතිවුනොත් ලකුණු නොලැබේ.

(iv) මුං ඇටවල ස්කන්ධය දනී. මුං ඇටවල පමණක් පරිමාව දනී. ඉතින් මුං ඇට සෑදී ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය (d_M) සෙවිය නොහැකිද? හරියටම සුළු නොවේ. පරාසයක් දී ඇත.

වටැයීම තනි දශම ස්ථානයකට කරන්න එපා. උදාහරණයක් වශයෙන් 1.187×10^3 වෙනුවට 1.2×10^3 නොලියන්න. සෑමවිටම අවසාන උත්තරය සුලු නොවේ නම් උත්තරය $x.xxx \times 10^n$ ආකාරයෙන් තබන්න. මෙය මතකයේ තබා ගතහොත් ලකුණු නොකැපී අවසාන උත්තරවලට ලකුණු ලබා ගත හැක. මේ අයුරින් අවසාන උත්තර ලියන්නට පුරුදු උනොත් කිසිදු අවුලක් ඇති නොවේ. එනම් එක පූර්ණ සංඛ්‍යාවයි දශම ස්ථාන දෙකයි හෝ තුනයි. ඉතිරිය (ඉතිරියක් තිබ්බොත්) දහයෙ බලයක් හැටියට. කොහොමටත් මීට වඩා ලඝු පොතෙන් ගත නොහැක.

M යන්නෙන් නිරූපණය වන්නේ ද්‍රව්‍යයය. (material) මේ අවස්ථාවේදීද $d_B < d_M$ වේ.

(g) මෙහිදී ගත යුත්තේ d_B මිස d_M නොවේ. සීනි, පරිප්පු, මුං ඇට ආදී දෑ අසුරන විට ඇසුරුම් බෑගයේ පරිමාව සීනි, පරිප්පු, මුං ඇටවල පරිමාවට සමානව ගතහොත් බෑගය ඉඩ මදි වේ. කිටි කිටියේ තද කලත් ද්‍රව්‍ය අතර හිදැස් ශූන්‍ය කල නොහැක. එමනිසා බෑගයේ අවම පරිමාව තීරණය කල යුත්තේ ඇසුරුම් පරිමාව සමඟය. නැතුව ද්‍රව්‍යයේ පමණක් පරිමාවෙන් නොවේ.

තොග ඝනත්වය $7.6 \times 10^2\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$ යනු එක් ඝන මීටරයක් තුල මුං ඇට $7.6 \times 10^2\ \mathrm{kg}$ ස්කන්ධයක් ඇති බවයි. එම නිසා 1 kg යක ඇසුරුම් පරිමාව වන්නේ $\frac{1}{7.6 \times 10^2} \times 1\ \mathrm{m^3}$ ය. නැතහොත් $\frac{1}{d_B}$ ය. නැතිනම් මෙසේද උත්තරය ලබා ගත හැක. මුං ඇට $3.8 \times 10^{-2}\ \mathrm{kg}$ ස්කන්ධයක් ඇසිරී ඇති පරිමාව $50\ \mathrm{cm^3}$ ය. එසේනම් මුං ඇට 1 kg යක් ඇසිරීමට අවශ්‍ය පරිමාව වන්නේ $\frac{50}{3.8 \times 10^{-2}} \times 1 = 1315\ \mathrm{cm^3}$.

මීට වඩා වැඩි පරිමාවක් බෑගයට තිබ්බාට කමක් නැත. නමුත් අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට වඩා බෑග් ලොකු කරන්නේ කවුද? එසේ කිරීම ආර්ථික වශයෙන් පාඩුය. සීනි, පරිප්පු වැනි දෑ කිටි කිටියේ හිර කරන්නේ එබැවිනි. බෑගයේ පොඩි පලුද්දක් ඇති වුවහොත් සීනි, පරිප්පු එලියට පනී. කිටි කිටියේ හිර කරන ඕනෑම දෙයකට මෙය වලංගුය.

02. පරීක්ෂණාගාරය තුළ ඇති වාතයේ තුෂාර අංකය පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කිරීමට සහ එහි සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව සෙවීමට ඔබට පවසා ඇත.

(a) සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව (RH) සඳහා ප්‍රකාශනයක් සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩන ඇසුරෙන් ලියන්න.

$$\mathrm{RH} = \frac{\text{තුෂාර අංකයේ දී සංතෘප්ත (ජල) වාෂ්ප පීඩනය}}{\text{කාමර උෂ්ණත්වයේ දී සංතෘප්ත (ජල) වාෂ්ප පීඩනය}} \times 100 \quad \text{----------------} \quad 01$$

(b) මෙම පරීක්ෂණය සිදු කිරීම සඳහා මන්ථයක් සහ පියනක් සහිත ඔප දැමූ කැලරිමීටරයකට අමතරව ඔබට අවශ්‍ය අනෙකුත් අයිතම මොනවාද?

උෂ්ණත්වමානය $(0 – 50^0C)$, ජලය, අයිස් කැබලි (බීකරයක වූ),
[වීදුරු තහඩුව, ආධාරක දෙකක්, තෙත මාත්තු කඩදාසියක්]
(යටින් ඉරි ඇඳ ඇති අයිතම 3 ම නිවැරදි නම්) -------------------------- 01

(c) වඩා නිරවද්‍ය අවසාන ප්‍රතිඵලයක් ලබාගැනීම සඳහා පරීක්ෂණය **ආරම්භ කිරීමට පෙර** අවධානය යොමු කළ යුතු සාධක **දෙකක්** ලියා, ඒවා අවම කිරීම සඳහා ඔබ ගන්නා පරීක්ෂණාත්මක පූර්වෝපායයන් සඳහන් කරන්න.

	සාධක	පරීක්ෂණාත්මක පූර්වෝපායයන්
(1)	ප්‍රශ්වාස වාතය මඟින් කැලරි මීටරය අවට තෙතමන මට්ටම වෙනස් කිරීම.	ප්‍රශ්වාස වාතය වැළැක්වීමට වීදුරු තහඩුව තැබීම හෝ මුහුණු ආවරණයක් පැළඳීම ------------------ 01
(2)	විදුලි පංකා, සුළං හා වායුසමීකරණ මඟින් කැලරි මීටර පෘෂ්ඨය මත තුෂාර තැන්පත් වීමට බාධා ඇතිවීම.	විදුලි පංකා සහ වායු සමීකරණ විසන්ධි කිරීම සහ අවට ජනේල වසා දැමීම.---------------- 01

(d) මෙම පරීක්ෂණය සඳහා කුඩා අයිස් කැබලි භාවිත කරනු ලැබේ. එයට හේතු දෙන්න.

ජලයේ උෂ්ණත්වය පහත දැමීම සෙමින් හෝ පාලනයක් ඇතිව සිදු කිරීමට හැකිවීම හෝ තුෂාර ඇතිවීම හෝ නොපෙනී යාම හොඳින් නිරීක්ෂණය කළ හැකි වීම හෝ තුෂාර අංකය වඩා නිරවද්‍යව මැනීමට හැකිවීම හෝ තුෂාර අංකය නිරවද්‍යව නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි වීම හෝ තුෂාර ඇතිවීම ආරම්භවන උෂ්ණත්වය නිරවද්‍යව සටහන් කිරීමට නොහැකි වීම
----------------------- 01

(e) වරකට අයිස් කැබලි කිහිපයක් ජලයට එකතු කළහොත් ඔබට මුහුණපෑමට සිදු වන ප්‍රායෝගික දුෂ්කරතා මොනවාද?

කැලරිමීටර පෘෂ්ඨය මත තුනී ද්‍රව/ජල පටලයක් හට ගැනීම නිසා තුෂාර නොපෙනී යාම නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි වීම. -------------------------- 01

(f) මෙම පරීක්ෂණයේ දී ඔබ පාඨාංක ගනු ලබන්නේ හරියට ම කුමන මොහොතවල්වලදී ද?

තුෂාර හට ගැනීමේ සහ නොපෙනීයාමේ මොහොතවල්වලදී හෝ පෘෂ්ඨයේ ඔපය නැතිවීයාමේ සහ නැවත ඇතිවන මොහොතවල්වලදී ------------------------- 01

(g) මෙම පරීක්ෂණයේ දී කැලරිමීටරය, පියන සහිතව භාවිත කිරීමට හේතුව කුමක්ද?

කැලරි මීටරය තුළ පවතින සිසිල් වාතය පිටතට ඉහිරීම මඟින් තුෂාර සෑදීමට ඇතිවන බලපෑම වැළැක්වීම. ------------------------ 01

(h) මෙම පරීක්ෂණයේ දී ඔබ ලබා ගත යුතු අනෙක් පාඨාංකය කුමක්ද?

කාමර උෂ්ණත්වය. ------------------------ 01

(i) කිසියම් පරීක්ෂණාගාරයක උෂ්ණත්වය $28\ ^0C$ වූ විට එහි තුෂාර අංකය $24\ ^0C$ බව සොයා ගන්නා ලදී. පහත වගුව භාවිත කර පරීක්ෂණාගාරයේ සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව නිර්ණය කරන්න.

උෂ්ණත්වය (^0C)	20	22	24	26	28	30	32
සංතෘප්ත ජලවාෂ්ප පීඩනය (mmHg)	17.53	19.83	22.38	25.20	28.35	31.82	35.66

සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය $= \frac{22.38}{28.35} \times 100 = 79\%$

(78.9 % - 79%) ------------------ 01

(2) මෙම ප්‍රශ්නය කිහිප විටක් අසා ඇත. 2003, 1993. (c)(2) සහ (g) කොටස්වල ප්‍රශ්න හැර ඉතිරිය අසා ඇත. ඒත් දරුවන් අතින් මේවාට උත්තර සපයනවිට අතපසුවීම් සිදු වේ.

(a) සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩන ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කළ හැකි ප්‍රකාශනය ළකුණු දීමේ පටිපාටියේ දී ඇත. නමුත් RH හි දෙවන අර්ථ දැක්වීම වන්නේ මෙයය.

$$RH = \frac{\text{වාතයේ පවතින ජල වාෂ්පවල (ආංශික) පීඩනය}}{\text{කාමර උෂ්ණත්වයේදී සංතෘප්ත ජල වාෂ්ප පීඩනය}} \times 100$$

වාතයේ පවතින ජල වාෂ්පවල පීඩනය වෙනුවට තුෂාරාංකයේ දී සංතෘප්ත ජල වාෂ්ප පීඩනය යෙදීම බොහෝ අය තවමත් ප්‍රශ්න කරති. වාතය සිසිල් කරන විට වාතයේ පවතින ජල වාෂ්පවල පීඩනය අඩු නොවන්නේද කියා ප්‍රශ්න කරති. ඇත්තටම වාතය සීතල කරන්නේ තුෂාරඅංකය සෙවීමටය. නැතුව කාමරයක ඇති මුළු වාතයේ උෂ්ණත්වයේ අඩු කිරීමක් මෙහිදී බලාපොරොත්තු නොවේ.

(i) කොටසේ ඇති ගැටලුව අනෙක් අතට සාදා බලමු. පරීක්ෂණාගාරයේ සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය 79% ලෙස අප දන්නේ යැයි සිතමු. මෙයින් අපට පරීක්ෂණාගාරයේ ඇති ජල වාෂ්පවල ආංශික පීඩනය සෙවිය හැක.

$0.79 = \frac{P}{28.35}$; 28.35 mmHg යනු, පරීක්ෂණාගාර උෂ්ණත්වයේදී ($28°C$) ජලයේ සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩනයයි. මෙයින් $P = 22.38$ mmHg ලැබේ. නමුත් මේ අගය අප දන්නේ නැත. සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව අප දන්නේ නැත. එය සෙවීමට අවශ්‍යය. දැන් (i) හි දී ඇති වගුව දෙස බැලූ විට ඇත්තටම පරීක්ෂණාගාරයේ ඇති ජල වාෂ්ප පීඩනය වන 22.38 mmHg ට සමාන සංතෘප්ත ජල වාෂ්ප පීඩනයක් වගුවේ ඇත. එයට අනුරූප උෂ්ණත්වය $24°C$ කි. එමනිසා $24°C$ අප සොයා ගතහොත් ඊට අනුරූප සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩන අගයෙන් P ලැබේ. එමනිසා තුෂාරඅංකය සෙවීමෙන් අප කරන්නේ උෂ්ණත්වය සමග විචලනය වන සංතෘප්ත වාෂ්ප පීඩනයකට අපගේ ඇත්තටම ඇති P අගය match කිරීමකි. අප කරන්නේ අන්තර් නිවේශණයකි. (interpolation)

(b) අවශ්‍ය සියලුම අයිතම දී ඇත. ජලය අවශ්‍ය බව බොහෝ විට අමතක විය හැක. උෂ්ණත්වමානය සහ කුඩා අයිස් කැබලි පහසුවෙන් අමතක නොවේ. උෂ්ණත්වමානය සඳහා ගන්නේ $0.1°C$ ($°C$ අංශකයකින් 10න් එකක්) සලකුණ ඇති $0° - 50\ °C$ දක්වා කියවිය හැකි උෂ්ණත්වමානයකි. තුෂාරඅංකය කෙසේ වෙතත් කාමර උෂ්ණත්වය පවා $50°C$ වන්නේ නැත. එසේ වුවහොත් අපට ජීවත් විය නොහැක. මේ සඳහා $0° - 100\ °C$ පරාසයක් ඇති උෂ්ණත්වමානයක් වැඩක් නැත. $0° - 50\ °C$ පරාසය තුල ක්‍රමාංකනය කොට ඇත්නම් සලකුණු දෙකක් අතර පරතරය වැඩි වේ. එවිට උෂ්ණත්වමානයේ සංවේදීතාව වැඩිය. ආධාරක දෙකෙන් එකක් කැලරිමීටරය තැබීමටය. අනෙක වීදුරු තහඩුව රැඳවීමටය.

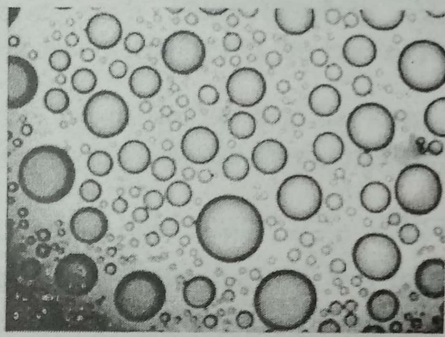
(c) මෙහි පළමු සාධකය සහ පූර්වෝපායය ලිවිය හැක. දෙවැන්න ලිවීම අසීරුය. වීදුරු තහඩුව කැලරි මීටරයත් පරීක්ෂණය කරන කෙනාගේ මුහුණත් අතර සිරස්ව සවි කල යුතුය. එවිට ඔහුගේ/ඇයගේ ප්‍රශ්වාස වාතය කැලරිමීටරයේ පිටත පෘෂ්ඨයේ වැදීම වැළකේ. තුෂාර ඇතිවන අවස්ථාව බලා ගැනීමට ඇසපිය නොහෙලා කැලරිමීටරයේ පිටත පෘෂ්ඨය දෙස බැල්ම දාගෙන සිටිය යුතුය. අපගේ ප්‍රශ්වාස වාතයේ නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව වැඩිය. පෙනහළුවලින් පැමිණෙන ප්‍රශ්වාස වාතයේ ඒකක පරිමාවකට තිබෙන ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය වැඩිය. එමනිසා කැලරිමීටරයේ පෘෂ්ඨය සීතලවීගෙන යනකොට අපගේ ප්‍රශ්වාස වාතය ඒ මතට වැදුනොත් ප්‍රශ්වාස වාතයේ ඇති ජලවාෂ්ප වලින් තුෂාර හටගැනේ. මෙය 2003 ප්‍රශ්නයේද අසා ඇත. එසේ වුවහොත් එම අවස්ථාවට අදාළ තුෂාරඅංකය පරීක්ෂණාගාරයේ තුෂාරඅංකය නොවේ. වීදුරු තහඩුවක් ගන්නේ ප්‍රශ්වාස වාතය කැලරිමීටර බිත්තියේ වැදීම වැළකිය යුතු වන්නාසේම කැලරිමීටර පෘෂ්ඨය හොඳින් නිරීක්ෂණය කිරීමටද හැකි විය යුතු නිසාය.

දෙවන සාධකයෙන් බලාපොරොත්තු වන්නේ කැලරිමීටර පෘෂ්ඨයට පිටතින් ඒඅවට සුළං ධාරා හැමීම වැලැක්වීමය. සුළං ප්‍රවාහයක් හැමුවොත් ඒ මඟින් තුෂාර සෑදීමට බාධා ඇතිවේ. නැවත නැවත අළුත් වාතය පෘෂ්ඨය සමීපයට පැමිණේ. තුෂාර(පිනි) ගසාගෙන යෑමද සිදුවිය හැක. හැබැයි ජනේල සියල්ල වසා පරීක්ෂණාගාරය තුළ සෑහෙන ළමයි සංඛ්‍යාවක් සිටියොත් ඔවුන් සියල්ලම පිටකරන ප්‍රශ්වාස වාතය මඟින් පරීක්ෂණාගාරය තුළ ඇති ජලවාෂ්ප සාන්ද්‍රණය (ස්කන්ධය) ඉහළ යාහැක. එවිට පරීක්ෂණය කිරීමට පෙර පරීක්ෂණාගාරය තුල තිබූ ජල

වාෂ්ප ස්කන්ධයට වඩා වැඩි අගයක් ඇතිවීම මඟින් තුෂාර අංකය ඉහළ ගොස් මනින සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව වැඩි විය හැක. කාමරයේ නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව වැඩි වුවහොත් අපගේ දහඩිය වාෂ්ප නොවීමෙන් අපට අපහසුවක් දැනේ.

කාමරයක වායු සමීකරණයක් ක්‍රියාත්මක වූ පසු කාමරය තුල නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව අඩුවේ. එමනිසා වායු සමීකරණ off කළහොත් වායුසමීකරණය ක්‍රියාත්මක වනවිට හා ක්‍රියා විරහිත කළවිට පරීක්ෂණාගාරයේ මැනෙන සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතා එක සමාන නොවිය හැක.

කෙසේ වෙතත් පරීක්ෂණය කරන විට සුළං පහරක් කැලරිමීටර පෘෂ්ඨය අවටට නොවැදීමට වග බලාගත යුතුය. ජනේල සියල්ල වසා, විදුලි පංකා සහ වායු සමීකරණ අක්‍රිය කරන්නේ මේ සඳහාය.



(d),(e),(f) මේ ප්‍රශ්න මෙවැනි ප්‍රශ්නයකදී අසන පොදු ප්‍රශ්න වේ. එනිසා මේ කොටස්වලට ඔබ අනිවාර්යයෙන්ම ලකුණු ලබා ගත යුතුය.

2003 විවරණයේ මා ලියු දෑ නැවත මෙහි සඳහන් කරන්නම්. තුෂාර යනු පිනිය. ජලය පටලයක් හෝ ජල බිංදු ඇතිවුවහොත් ඔබ තුෂාර අංකය පන්නා ගොසින්ය. ජල බිංදු ඇතිවුනොත් නම් ජල බිංදු නොපෙනී යන එක සුම්මා. මේ රූපයේ පෙන්වා ඇත්තේ ජල බිංදුය. වියළි තෙත මාත්තු කඩදාසියෙන් කැලරිමීටරයේ පිටත පිස දැමීමෙන් තුෂාර හට ගන්නා මොහොත හොඳින් නිරීක්ෂණය කල හැක. හැබැයි කැලරිමීටරයේ පිටත මුළු පෘෂ්ඨයම පිස දමන්න එපා. එසේ කළොත් තුෂාර නොපෙනීයෑම බලන්න තුෂාර ඉතිරිවී නොමැත. තුෂාර බැඳුනාද කියා බැලීමට ඇඟිල්ලකින් කැලරිමීටර පෘෂ්ඨයේ ඉරක් ඇඳීමද කළ හැක.

(g) මෙය අළුත්ම ප්‍රශ්නයකි. මහාචාර්ය සී. දහනායක මහතා විසින් සම්පාදිත පොතේ මේ පරීක්ෂණය සඳහා පියනක් සහිත කැලරි මීටරයක් ගන්න කියා සඳහන් කොට ඇත. නමුත් හේතුවක් එහි සඳහන් වී නොමැත.

අයිස් කැබලි ජලයේ පාවේ. එමනිසා අයිස් කැබලිවල යම් ප්‍රමාණයක් කැලරිමීටරය තුළ ඇති වාතයට නිරාවරණය වී ඇත. එමනිසා කැලරිමීටරය තුල ඇති වාතය ඉක්මනින් සිසිල් විය හැක. අයිස් කැබලි වාතයට නිරාවරණය කළ විට සමහර අවස්ථාවලදී ඒවායින් දුමක් වැනි දෙයක් ඉහළට නගින අයුරු ඔබ දැක ඇතුවාට සැක නැත.

ඇත්තටම සිදුවන්නේ අයිස් කැබලි අවට ඇති වාතය සිසිල් වන විට වාතයේ උෂ්ණත්වය තුෂාරඅංකයට පැමිණියහොත් වාතයේ ඇති ජල වාෂ්ප ඝනීභවනය වී එම තුෂාර තුනී වලාවක් සේ ඉහළට නැගීමයි.

එමනිසා මෙම පරීක්ෂණයේදී කැලරිමීටරය අවට ඇති වාතය තුෂාරංකයට ඒමට පෙර කැලරිමීටරය තුළ ඇති වාතය තුෂාරංකය කරා ලඟා වීමට හැකිය. ඒ කෙලින්ම අයිස් කැබලිවල ජලයෙන් උඩට ඇති ප්‍රමාණය වාතයට නිරාවරණය වී ඇති නිසාය. එසේ නම් තුෂාර දුමක් මෙන් ඉහළ නැගීමට යම් හැකියාවක් ඇත. වාතය සිසිල් වූ විට ඝනත්වය වැඩි වේ. එමනිසා සිසිල් වාතය ඉහළට නොයයි. කැලරිමීටරය තුළම තැන්පත් වේ.

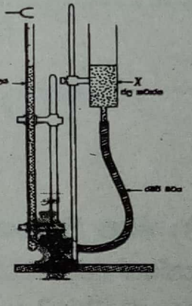
වායු සමීකරණ යන්ත්‍ර පවා උඩින් සවි කරන්නේ මේ නිසාය. එවිට සිසිල් වූ වාතය පහළට එයි. කිසිවිටෙක වායු සමීකරණ යන්ත්‍රයක් කාමරයක පහළින් සවි නොකරයි. නමුත් ඝනීභවනය වූ ජල වාෂ්ප ඉහළට නැගීමෙන් පරීක්ෂණයට යම් බලපෑමක් කල හැක. ජල වාෂ්පවල ඝනත්වය වාතයේ ඝනත්වයට වඩා අඩුය.

දිනේෂ් මකුලුගොල්ල ගුරුතුමා මෑතකදී පලකල ප්‍රායෝගික භෞතික විද්‍යා පොතේ මේ පරීක්ෂණය කිරීම සඳහාද දැල් ගොටු මන්ථයක් භාවිත කරන්න කියා සඳහන් කොට ඇත. කොහොමටත් අයිස් හි විලයනයේ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය සොයන පරීක්ෂණයේදී දැල් ගොටු මන්ථයක් අනිවාර්යයෙන්ම භාවිත කළ යුතුවේ.

කැලරිමීටරය තුළ ඇති වාතයෙන් තාපය ලබාගෙන අයිස් දිය වුවහොත් ගණනයන් වරදී. මේ පරීක්ෂණය සඳහා අයිස් කැබලි වාතයෙන් තාපය ලබා ගැනීම ප්‍රශ්නයක් නැත. මෙහිදී සොයන්නේ තුෂාරාංකයයි. නමුත් මෙහිදීද දැල් ගොටු මන්ථයක් භාවිත කළහොත් අයිස් කැබලි ජලය තුලම පවත්වා ගත හැක. අයිස් කැබලි ජලයේ පා නොවේ. එසේ වූ විට කැලරිමීටරය තුල ඇති වාතය වඩා ඉක්මනින් තුෂාරාංකයට පැමිණෙන්නේ නැත. සෑදිය හැකි ඉහළට යන දුම වැනි මීදුම/ තුෂාර(mist එක) ඇති නොවේ. පියන විවෘත කරගෙනම පරීක්ෂණය කල හැක. මන්ථනය, කුඩා අයිස් කැබලි වරකට එක බැගින් දැමීම සහ දැමූ අයිස් කැබලි සම්පූර්ණයෙන්ම දිය වුනාද කියා බලා ගැනීම කිසිම කරදරයකින් තොරව කල හැක. අනෙක් වාසිය නම් අයිස් කැබලි ජලය තුළම දිය වන නිසා ජලයේ උෂ්ණත්වය ඉක්මනින් පහල බසී. ඉක්මනින් තුෂාරාංකය නිරීක්ෂණය කළ හැක.

(h) අනෙක් පාඨාංකය බොහෝ දරුවන්ට අමතක විය හැක. ඊළඟ (*i*) කොටස කියවන විට (h) සඳහා උත්තරය මතක් විය යුතුය.

(i) වගුවෙන් අදාළ සංතෘප්ත ජලවාෂ්ප පීඩන කියවාගෙන සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව ගණනය කළ යුතුය. 2003 ප්‍රශ්නයේ ස. වා. පී. අගයයන් ප්‍රස්තාරයෙන් ලබාගත යුතුව තිබුණි.



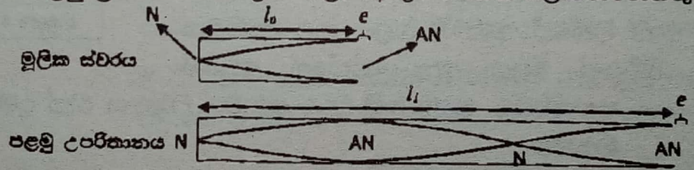
03. එක් කෙළවරක් වසා ඇති අනුනාද නලයක් භාවිත කර වාතය තුළ ධ්වනි වේගය සෙවීමට යොදා ගන්නා විකල්ප උපකරණයක් රූපයේ පෙන්වයි. මෙම උපකරණයේ මූලධර්මය පාසල් විද්‍යාගාරයේ සාමාන්‍යයෙන් භාවිත වන උපකරණයේ මූලධර්මයට සමාන ය. මෙම උපකරණයේ අනුනාද නලය ක්‍රමාංකිත පරිමාණයක් සහිත වීදුරු නළයකි. අනුනාද නලයේ ජල මට්ටම ඉහළ පහළ ගෙන යෑම, අනුනාද නලයට සුනම්‍ය රබර් බටයකින් සම්බන්ධ කර ඇති *X* ජල කටාරය ඉහළ පහළ ගෙන යෑමෙන් කළ හැක.

(a) අනුනාදයේ දී නලය තුළ සෑදෙන්නේ කුමන වර්ගයේ තරංගයක්ද?

ස්ථාවර තරංගයක් ------------------------- 01

(b) දන්නා f සංඛ්‍යාතයක් සහිත සරසුලක් ඔබට දී මූලික ස්වරයට සහ පළමු උපරිතානයට පිළිවෙළින් අනුරූප l_0 සහ l_1 අනුනාද දිගවල් ලබා ගැනීමට පවසා ඇත.

(i) කම්පන විධි දෙක සඳහා තරංග රටා ඇඳ, එහි l_0 හා l_1 දිගවල්, ආන්ත - ශෝධනය e, නිෂ්පන්ද (N) සහ ප්‍රස්පන්ද (AN) ලකුණු කරන්න.
(පළමු උපරිතානය සඳහා නලය ඇඳීම ඔබෙන් බලාපොරොත්තු වේ)



තරංග රටා දෙකම ඇඳීම සඳහා (උපරිතානයෙහි දිග ආසන්න වශයෙන් මූලිකය මෙන් තුන් ගුණයක් විය යුතුයි) ------------------------- 01

සෑම ලකුණු කිරීමක්ම නිවැරදි නම් (අඩුම තරමින් එක් රූපයක්වත්) ------- 01

(AN වෙනුවට A ද භාවිත කළ හැකි ය.)

(ii) (1) මූලික ස්වරයට අනුරූප තරංග ආයාමය λ නම්, λ සඳහා ප්‍රකාශනයක් l_0 සහ e ඇසුරෙන් ලියා දක්වන්න.

$\lambda = 4\,(l_0 + e)$ ------------------------- 01

(2) පළමු උපරිතානයට අනුරූප තරංග ආයාමය සඳහා ද එවැනිම ප්‍රකාශනයක් ලියා දක්වන්න.

$\lambda = \frac{4}{3}\,(l_1 + e)$ ------------------------- 01

(3) වාතයේ ධ්වනි වේගය υ නම්, දන්නා සහ මනින ලද රාශීන් භාවිත කර υ සඳහා ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

$$l_1 - l_0 = \frac{\lambda}{2}\ ,\Rightarrow\ v = f\lambda$$

$$v = 2f\,(l_1 - l_0)$$ ------------------------- 01

(c) l_0 සඳහා මිනුම් ලබා ගැනීමට පෙර අනුනාද නලයේ ජල මට්ටම ඉහළට ම ගෙන ආ යුතුය. මෙයට හේතුව පැහැදිලි කරන්න.

මූලික ස්වරය <u>අතහැරී නොගොස්</u> නිරාවරණය කර ගැනීම සඳහා හෝ <u>පළමුව මූලිකය</u> ලබාගැනීමට ------------------------- **01**

(d) සාමාන්‍යයෙන් පාසල් විද්‍යාගාරයේ ඇති උපකරණය භාවිත කිරීම හා සසඳන විට මෙම ප්‍රශ්නයේ දී ඇති උපකරණය භාවිත කිරීමේ පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රමවේදයේ ඇති ප්‍රධාන වෙනස්කම් **දෙකක්** ලියන්න.

(1) නලය අචල ලෙස සවිකර ඇත. (හෝ ජල මට්ටම ගමන් කරවිය හැක.)
(2) මිනුම් පරිමාණය අචල ලෙස සවිකර ඇත. (හෝ නලය ක්‍රමාංකනය කර ඇත.) හෝ මීටර් කෝදුවක් අවශ්‍ය නැත.
(පිළිතුරු දෙකම නිවැරදි නම්) ------------------------- **01**

(e) කාමර උෂ්ණත්වයේ දී (28^0 C) 512 Hz සරසුලක් භාවිත කළවිට මූලික ස්වරය සහ පළමු උපරිතානයට අනුරූප අනුනාද දිග පිළිවෙළින් 15.5 cm සහ 50.5 cm බව සොයා ගන්නා ලදී. කාමර උෂ්ණත්වයේ දී වාතයේ ධ්වනි වේගය ගණනය කරන්න.

$v = 2 \times 512\,(50.5 - 15.5) \times 10^{-2} \quad \Rightarrow \quad v = 358.4 \text{ m s}^{-1}$

නිවැරදි ආදේශය ------------------------- **01**

අවසාන පිළිතුර ------------------------- **01**

(3) මෙම ප්‍රශ්නයද මේ අකාරයෙන් නොවුනත් බොහෝ අවස්ථාවලදී පරීක්ෂා කොට ඇත. අළුත් ප්‍රශ්නයකට ඇත්තේ (d) කොටස පමණි. එමනිසා මෙහි ලකුණු සියල්ලම පාහේ ඔබ ලබා ගත යුතුය. අසා තිබූ ආසන්නතම අවුරුද්ද 2013 ය. මේ ප්‍රශ්න මේ අයුරින්ම අසා තිබුණි.

(a) සෑදෙන්නේ අන්වායාම ස්ථාවර තරංගයකි.

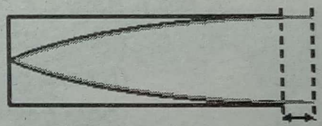
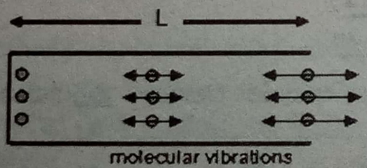


Figure 4 end correction (d)

(b) (i) ලකුණු කරන්න කියා ඇත්තේ විස්ථාපන ප්‍රස්පන්ද හා නිෂ්පන්දය. තරංග රටාව ආන්ත ශෝධනය කරාම යා යුතුය. $\lambda = 4(l_0 + e)$ ලෙස ප්‍රකාශ කරන්නේ එබැවිනි. 2013 විවරණයේ ලියූ දෑ නැවත ඉදිරිපත් කරන්නම්. ආන්ත ශෝධනයක් ඇති වන්නේ ඇයි ? නළය තුළ ඇතිවන ස්ථාවර අන්වායාම තරංගය තීර්යක් ලෙස ඇඳ ඇත්තේ අපගේ පහසුවටය. නැති නම් වායු අණුවල චලිතය තිත් දමා පෙන්විය යුතු ය. රූප බලන්න.



ඇත්තටම නළයේ විවෘත කෙළවරදී නළය තුළ ඇති තරංගය පරාවර්තනය වන්නේ පිටත ඇති වායුගෝලයේ ඇති වායු අණුවලිනි. පරාවර්තනය සිදු වන්නේ නළයේ කෙළවරේ ගැටී කියා වැරදි මතයක් පවතී. නළයේ විවෘත කෙළවරේ ඇතිවන්නේ විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දයකි. නමුත් පීඩන නිෂ්පන්දයකි. එනම් පීඩන විචලනය අවම වන්නේ විවෘත කෙළවරකදීය. මෙයින් අදහස් වන්නේ විවෘත කෙළවරේ පීඩනය හරියටම වාගේ වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන බවයි. නමුත් ප්‍රායෝගිකව හරියටම නළයේ කෙළවරේදීම පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන වන්නේ නැත. පීඩනය සමාන වන්නේ පොඩ්ඩක් එහාට ගිය පසුවය. වායුගෝලීය පීඩනයක් නොතිබුනේ නම් නළය තුළ ස්ථාවර තරංගයක් ඇති නොවේ. විවෘත කෙළවරේදී හරවා එවන්න කවුරුත් නැත.

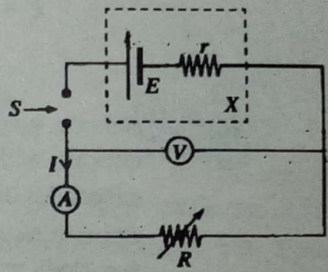
(ii) (1), (2), (3) සමීකරණ දෙකෙන් e ඉවත් කිරීම සඳහා දෙවැන්නෙන් පළමු සමීකරණය අඩු කළ යුතුය. $3\lambda - \lambda = 4(l_1 - l_0) \Rightarrow l_1 - l_0 = \frac{\lambda}{2}$

(c) මෙය සෑමවිටම අසන ප්‍රශ්නයකි. පරීක්ෂණාගාරයේ මෙය සිදු කරන විට අනුනාද නලය ජලය පිරී සරාවේ සම්පූර්ණයෙන් ගිල්වා ක්‍රම ක්‍රමයෙන් ඉහළට ගෙන ආ යුතුය. මෙහිදී දකුණු පස ජල කටාරය සහිත නලය උඩට ගෙන ආ යුතුය. එවිට අනුනාද නලයේ ඇති ජලයද නලය උඩටම එයි. මේ සඳහා නලයේ කෙටිම/ අවම දිග ලැබේ වැනි උත්තර නොලියන්න. ලැබෙන්නේ කෙටිම දිග බව ඇත්තය. අසන්නේ එයට හේතුවය.

(d) මෙයට ටිකක් සිතා සාමාන්‍ය දැනීමෙන් උත්තර සැපයිය යුතුය. වෙනස්කම් දෙක එකම ස්වභාවයෙන් නොවිය යුතුය. එකිනෙකට වෙනස් ස්වභාවයෙන් යුක්ත විය යුතුය. සාමාන්‍ය පරීක්ෂණාගාර සැකැස්මේ නලය චලනය කළ හැක. ජල මට්ටම ගමන් නොකරයි. නළය තුල ජල මට්ටම (නලය තුළ වායු කඳේ දිග) වෙනස් කරන්නේ නලය චලනය කිරීමෙනි. මෙහිදී අනුනාද නලය අචලය. නමුත් ජල මට්ටම ගමන් කරවිය හැක. අනෙක් කරුණ වන්නේ නලය ක්‍රමාංකනය කර තිබීමය. එමනිසා මීටර කෝදුවක් අවශ්‍ය නැත. මේ වෙනස්කම් වාසි හැටියටද සැලකිය හැක. පරීක්ෂණාගාරයේද මෙවැනි සැකැස්මක් සාදා ගතහොත් මේ පරීක්ෂණය පහසුවෙන් කළහැකි බව මගේ විශ්වාසයයි. මේ සඳහා උත්තරය ප්‍රශ්නයේ කඳේද ඇත. 'මෙම උපකරණයේ අනුනාද නලය ක්‍රමාංකිත පරිමාණයක් සහිත වීදුරු නළයකි. අනුනාද නලයේ ජල මට්ටම ඉහළ පහළ ගෙන යෑම, ජල කටාරය ඉහළ පහළ ගෙන යෑමෙන් කළ හැක.

(e) අගයන් ආදේශ කොට v ලබා ගත යුතුය. e සොයන්න නැති නිසා ගණිතය පහසුය.

04. ප්‍රස්තාර ක්‍රමයක් භාවිතයෙන් X වියළි කෝෂයක වි.ගා.බ. (E) සහ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (r), පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කිරීම සඳහා මෙහි දී ඇති පරිපථය පාසල් විද්‍යාගාරයේ දී භාවිත කළ හැක. වෙනස් I ධාරාවන් සඳහා කෝෂයේ අග්‍ර හරහා V විභව අන්තරය, ඉතා විශාල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත වෝල්ට්මීටරයක් මඟින් මැනීම පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රමයට අඩංගු වේ.



(a) V සඳහා ප්‍රකාශනයක් I, E සහ r ඇසුරෙන් ලියන්න.

$V = E - Ir$ ------------------------- 01

(b) (i) පාසල් විද්‍යාගාරයේ ඇති, මෙම පරීක්ෂණය සඳහා භාවිත කළ හැකි විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධකය නම් කරන්න.

ධාරා නියාමකය ------------------------- 01
(ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටිය සඳහා ලකුණු නැත)

(ii) මෙම පරීක්ෂණයෙන් අපේක්ෂිත ප්‍රතිඵල ලබා ගැනීමට S යතුර නිවැරදි ආකාරයට භාවිත කළ යුතුව ඇත.

(1) S සඳහා භාවිත කළ හැකි වඩාත් ම සුදුසු යතුරු වර්ගය කුමක්ද?

ටකන යතුර ------------------------- 01
(ටකන යතුරේ නිවැරදි රූපසටහනක්ද පිළිගත හැකිය.)

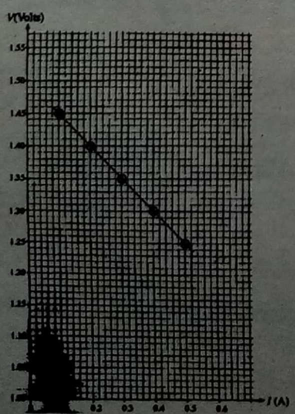
(2) යතුර ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී ඔබ යොදා ගන්නා පරීක්ෂණාත්මකව ක්‍රමවේදය කුමක්ද?

S විවෘතව තබා ගනිමින් R වෙනස් කළ යුතු අතර I සහ V පාඨාංක නිරීක්ෂණය කිරීමේ දී හෝ පාඨාංක ලබා ගැනීමේ දී පමණක් <u>ක්ෂණිකව යතුර වැසීම.</u>
------------------------- 01

(iii) මෙම පරීක්ෂණය සිදු කිරීමේ දී කෝෂය විසර්ජනය නොවී ඇති බව ඔබ පරීක්ෂණාත්මකව තහවුරු කර ගන්නේ කෙසේද?

අවසාන කියවීම ලබා ගැනීමෙන් පසු <u>නැවත මුල් පාඨාංකයට ගොස්</u> එහි අගය වෙනස් වී ඇති දැයි පරීක්ෂා කර බැලීම. ------------------------- 01

(c) මෙවැනි පරීක්ෂණයකින් ලබා ගන්නා ලද දත්ත කට්ටලයක් උපයෝගී කරගෙන අඳින ලද I ට එදිරිව V ප්‍රස්තාරයක් පහත පෙන්වා ඇත.



(i) පහත සඳහන් දෑ සෙවීම සඳහා ප්‍රස්තාරය භාවිත කරන්න.

(1) කෝෂයේ, r අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය

ප්‍රස්තාරයෙහි අනුක්‍රමණය $= \dfrac{1.44 - 1.24}{0.12 - 0.52} = -0.5$

$r = 0.5\,\Omega$ ------------------------- 01

(එකිනෙකට දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය තෝරාගත යුතුය.)

(2) කෝෂයේ, E වි.ගා.බ.

අන්තඃඛණ්ඩය = $E = 1.5$ V ------------------------- 01

(මෙම ලකුණු ලබාදීමේ දී අන්තඃඛණ්ඩය සෙවීම සඳහා ප්‍රස්තාරය දික් කර ඇති දැයි බලන්න. හෝ එක් ලක්ෂ්‍යයක් සමීකරණයෙහි ආදේශ කර E ලබා ගැනීම.)

(ii) ඉහත (c) (i) හි ලබාගත් අගයයන් සහ (a) යටතේ ලබාගත් ප්‍රකාශනය භාවිත කර, කෝෂය ලුහුවත් කළහොත් එය හරහා ධාරාව (I_{SC}) අපෝහනය කරන්න.

$V = E - Ir$ සමීකරණය යොදා ගෙන කෝෂය ලුහුවත් කර ඇති විට V ශූන්‍ය ලෙස ගැනීමෙන්

$E = I_{SC}r$ හෝ $I_{SC} = \frac{1.5}{0.5}$ ------------------------- 01

$= 3.0$ A

(d) එක්තරා ඉලෙක්ට්‍රෝනික අයිතමයක් නියම ආකාරයට ක්‍රියාත්මක කිරීමට 8.6 V – 9.0 V පරාසය තුළ සැපයුම් වෝල්ටීයතාවක් යෙදිය යුතු වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනික අයිතමයේ සැපයුම් වෝල්ටීයතා අග්‍ර අතර ප්‍රතිරෝධය 30 Ω වේ. මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝනික අයිතමය ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා ඔබට $E = 9$ V සහ $r = 10\ \Omega$ වන තනි වියළි කෝෂ බැටරියක් හෝ ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇති එක එකක් $E = 1.5$ V සහ $r = 0.2\ \Omega$ වන වියළි කෝෂ හයක බැටරි සංයුක්තයක් තෝරා ගැනීමේ අවස්ථාව ඇතැයි සිතන්න. මෙම කොටසේ දී ඇති දත්ත භාවිත කර, ඔබ සුදුසු බැටරියක් තෝරා ගන්නා අන්දම පැහැදිලි කරන්න.

$E = 9$ V හා $r = 10\ \Omega$ වූ වියළි කෝෂය සම්බන්ධ කළ විට ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංගයේ අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාවය $V = \left(\frac{9}{30+10}\right) \times 30 = 6.75$ V ලෙස ලැබේ.

සහ $E = 9$ V හා $r = 0.2 \times 6\ \Omega$ වන සේ 1.5 V වියළි කෝෂ හය සම්බන්ධ කළ විට ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංගයේ අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාවය (V), $V = \frac{9}{30+1.2} \times 30 = 8.65$ V ලෙස ලැබේ.

----------- 01

(එක් වෝල්ටීයතාවයක් ගණනය කිරීම සඳහා නිවැරදි ආදේශයට මෙම ලකුණ ලබා දෙන්න.)

එමනිසා 8.5 V ට වඩා වැඩි අගයක් සැපයිය හැක්කේ 1.5 V වියළි කෝෂ හය මඟින් පමණි.

------------------------- 01

(මෙම ලකුණු ලබා දීමට වෝල්ටීයතාවයන් හි ගණනය කළ අවසාන අගයන් දෙකම සහ තර්කය නිවැරදි විය යුතුයි)

විකල්ප ක්‍රමය

ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංගයේ අග්‍ර අතර වෝල්ටීයතාව වෙනුවට ඒ හරහා ධාරාව ගණනය කිරීමෙන් ද ඉහත පිළිතුර ලබාගත හැකි ය.

8.6 V – 9.0 V වෝල්ටීයතා පරාසය ධාරාවට පරිවර්තනය කළ විට 0.287 A – 0.30 A ලෙස ලබා ගත හැකි ය.

------------------------- 01

එක් එක් කෝෂය මඟින් ලබාගත හැකි ධාරාවන් ගණනය කර නිවැරදිව තර්කය ගොඩ නැගීම.

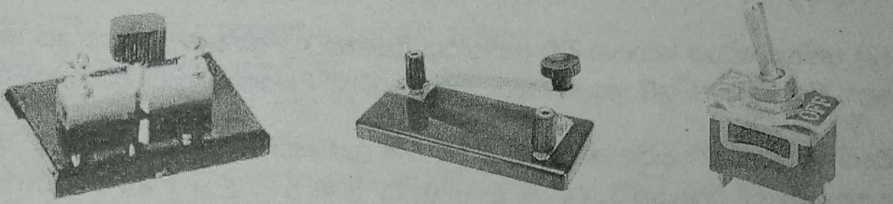
------------------------- 01

(4) විභවමානය ඇසුරෙන් කෝෂයක වි. ගා. බලය සහ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය සෙවීමේ ප්‍රශ්න බොහෝ අවස්ථාවලදී දී ඇත. මෙහිදී කෝෂය තුළින් ගලන ධාරාව සහ එහි අග්‍ර අතර විභව අන්තරය කෙළින්ම මැනීමෙන් E සහ r සොයා ගනු ලැබේ.

(a) r, කෝෂයට පිටතින් ඇඳ ඇතත් එය කෝෂයේම කොටසකි. කෝෂයේ අග්‍ර හරහා මැනෙන විභව අන්තරය $E - Ir$ ය.

(b) (i) මෙහිදී R හි අගයයෙන් වැඩක් නැත. R වෙනස් කොට අදාළ V සහ I කියවනු ලැබේ. ලබාගන්නා පාඨාංක වනුයේ I හා ඊට අදාළ V අගයයන්ය. ධාරා නියාමකය භාවිත කළවිට අවශ්‍ය පරිදි එය සීරු මාරු කිරීම මගින් අවශ්‍ය I අගයයන් ලබා ගත හැක. උදාහරණයක් වශයෙන් (c) ට අනුව ලබාගෙන ඇති I අගයයන් වන්නේ 0.1A, 0.2A, 0.3A යනාදී වශයෙන් සම පරතරයකින් යුතු ධාරා අගයයන්ය.

ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියක් භාවිත කළේ නම් සන්තතිකව R අගයයන් වෙනස් කල නොහැක. ධාරා අගයයන් ලබා ගත හැක්කේ ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියෙන් ලබා ගත හැකි ප්‍රතිරෝධ සඳහා පමණි. නමුත් ධාරා නියාමකය අවශ්‍ය පරිදි සීරුමාරු කිරීම මගින් ප්‍රස්තාරය ඇඳීම සඳහා සම පරතරයකින් යුත් ධාරා අගයයන් ලබා ගත හැක. R හි අගය අවශ්‍ය වූයේ නම් ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියක් භාවිත කළ යුතුය.

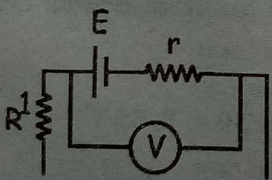


(ii) (1) බොහෝ දරුවන්ට මේ සඳහා ජේනු යතුර යෝජනා කළ හැක. ජේනු යතුර දිගටම සංවෘතව / වසා තැබුවහොත් කෝෂය හරහා දිගටම ධාරාව ගැලීම මගින් කෝෂය විසර්ජනය විය හැක. දී ඇත්තේද වියලි (dry) කෝෂයකි. එය විදුලි පන්දම් කෝෂයක් ලෙස සැලකිය හැක. එවැනි කෝෂයකින් ටිකක් වෙලා ධාරාවක් ලබා ගැනීමේදී කෝෂය බැසිය/විසර්ජනය විය හැක. එමනිසා අවශ්‍ය වන්නේ පාඨාංක ලබා ගන්නාවිට පමණක් පරිපථය සංවෘත කිරීමය. ඇත්තටම ජේනු යතුරකිනුත් මේ වැඩේ කල හැක. නමුත් එය පාඨාංක ගන්නා විට වසා තබා නැවත විවෘත කළයුතුය. අමතක වීමකින් ජේනුව දිගටම වසා තැබුවොත් කෝෂය විසර්ජනය විය හැක. ඔබට හොඳ මතකයක් ඇත්නම් ජේනු යතුර භාවිත කළාට කමක් නැත. අවශ්‍ය වන්නේ ඕන වෙලාවට touch කොට ඊට පසුව ඇත්වීමයි. මෙයට හොඳම ටකන/සවුන (tap) යතුරයි. ලන්ඩන් විභාගවලදී දෙන්නේ (toggle switch) ටොගල් ස්විචයකි. එය ඕන වෙලාවට ON කොට අනවශ්‍ය වෙලාවට OFF කල හැක.

(2) ප්‍රශ්නය කියවනකොට නිවැරදි යතුර පිලිබඳ ඉඟියක් ඔබට ලැබෙනු ඇතැයි මම සිතමි. S ජේනු යතුරක් නම් (2) හි ප්‍රශ්නය නොඅසනු ඇත. ජේනුව ඉවත් කරනවා, ආයේ දානවා වැනි උත්තරයක් බලාපොරොත්තු නොවන බව සාමාන්‍ය දැනීමෙන් නිශ්චය කල හැක.

විභවමාන පරිපථයකදී නම් විභවමාන කම්බිය හා සම්බන්ධ කරන්නේ ජේනු යතුරකි. විභවමාන කම්බියේ ඒකක දිගකට විභව බැස්ම නියත අගයක් ගත යුතුය. එසේ වීමට නම් ප්‍රාථමික පරිපථය (ඇකියුම්ලේටර පරිපථය) අනවරත අවස්ථාවට පත් විය යුතුය. යතුර ඇරල, ඊලඟට වහල මේ අනවරත අවස්ථාව ලඟා කර ගත නොහැක. 2007, 2012 ව්‍යුහගත රචනා (4) ප්‍රශ්නය බලන්න.

ටකන යතුරක සුලු ප්‍රතිරෝධයක් තිබිය හැක. ටකන යතුරේ ප්‍රතිරෝධය (R') සැලකුවහොත් ප්‍රශ්නයේ වෝල්ට්මීටරය කෝෂය හා යතුර යන දෙකම අන්තර්ගත වන පරිදි සම්බන්ධ කොට ඇති නිසා වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය V සමාන වන්නේ $V = E - I\,(r + R')$ ටය. එවිට ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය සමාන වන්නේ $r + R'$ ටය. r ට නොවේ. නමුත් යතුරක ප්‍රතිරෝධය නොසලකන නිසා R' අමතක කළ හැක.



වෝල්ට්මීටරය කෝෂය හරහා පමණක් සම්බන්ධ කළේ නම් $V = E - Ir$ ලෙස ලිවිය හැක. එවිට ටකන යතුරේ ප්‍රතිරෝධය ගණනයට අදාළ නොවේ.

(iii) මෙම කරුණ මෙවැනි පරිපථ ගැටළු වලදී පරීක්ෂා කොට ඇත. 2011, ව්‍යුහගත රචනා (4) ප්‍රශ්නය. මුල් පාඨාංකවලට ගොස් ඒවා වෙනස් වී නොමැතිනම් කෝෂය විසර්ජනය වී නොමැත. වෙනස් වී ඇත්නම් කෝෂය විසර්ජනය වී ඇති බව නිගමනය කළ හැක. මේ ප්‍රශ්නය කියවන විටද, S යතුර ගැන ඉඟියක් ඔබට ලැබේ.

(c) (i) (1) ප්‍රස්තාරය ඇඳ ඇත. අනුක්‍රමණය සොයන විට එකිනෙකට දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් තෝරා ගත යුතුය. ලඟින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් තෝරා ගත්තත් අනුක්‍රමණය නිවැරදිව ලැබෙනවා නේද යන තර්කය කාටහරි ගොඩ නැගිය හැක. මෙහිදී ලස්සනට සියලු දත්ත ලක්ෂ්‍ය හරහා සරල රේඛාව යයි. නමුත් මේ සෑම දත්ත

ලක්ෂ්‍යයකම දෝෂ / අවිනිශ්චිතතා ඇති නිසා ප්‍රායෝගිකව දත්ත ලක්ෂ්‍යවල විසිරුමක් අපේක්ෂා කල හැක. එවිට ඇඳිය යුත්තේ ලක්ෂ්‍ය හරහා යන හොඳම (best) සරල රේඛාවයි. එමනිසා අනුක්‍රමණය සෙවීමේ තාක්ෂණික ක්‍රමය වන්නේ හැකි තරම් ඈතින් ඈති ලක්ෂ්‍ය දෙකක් තෝරා ගැනීමයි. එවිට අනුක්‍රමණයේ ගණනය කිරීමේ භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂය කුඩා වේ. අගයයන් විශාල වන විට ඒවාහි දෝෂය එකම වුවත් භාගික දෝෂය කුඩා වේ.

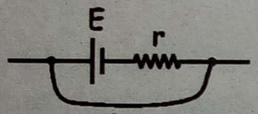
එමනිසා සෑම විටම අනුක්‍රමණය සොයන විට ලස්සනට ප්‍රස්තාරයේ පරිමාණ කැපී යන ඈතින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් තෝරා ගන්න. නැවතත් මෙහිදී සරල රේඛාව දත්ත ලක්ෂ්‍ය හරහා යන පරිදි ඇඳ ඇත. නමුත් දත්ත ලක්ෂ්‍යවල දෝෂ සනිටුහන් කොට හොඳට සීහෙන (best fit) ප්‍රස්තාරය ඇන්ඳ විට එම සරල රේඛාව දත්ත ලක්ෂ්‍ය හරහා යා යුතුය කියා නියමයක් නැත.

(2) අන්තඃඛණ්ඩය සොයන විට ප්‍රස්තාරය දික්කොට V-අක්ෂය කැපෙන සේ ඇඳිය යුතුය. අනුමානයෙන් $E = 1.5$ V ලෙස ලියා තිබුනේ නම් ලකුණු නැත. සරල රේඛාව දික්කොට ඇති බව පෙන්වා තිබිය යුතුය.

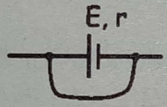
එසේ නොමැතිනම් සරල රේඛාවේ පිහිටි යම් ලක්ෂ්‍යයක ඛණ්ඩාංක $V = E - Ir$ හි ආදේශ කොට E සෙවිය හැක. උදාහරණයක් වශයෙන් $1.44 = E - 0.12 \times 0.5 \Rightarrow E = 1.44 + 0.06 = 1.5$ V

ප්‍රස්තාරයකින් අන්තඃඛණ්ඩය නිර්ණය කරන විට X-අක්ෂය (මෙහිදී I-අක්ෂය) ශූන්‍යයෙන් (බින්දුවෙන්) පටන් අරං තිබේද යන්න පරීක්ෂා කල යුතුමය. බින්දුවෙන් පටන් අරං නොතිබේ නම් ප්‍රස්තාරය Y- අක්ෂය කපන උසෙන් අන්තඃඛණ්ඩය නොලැබේ. එසේ වූවිට ඉහත පෙන්වා ඇති පරිදි ඛණ්ඩාංක ලක්ෂ්‍යයක් සමීකරණයේ ආදේශ කොට අන්තඃඛණ්ඩය සෙවිය යුතුය. Y-අක්ෂය බින්දුවෙන් ආරම්භ කල යුතුම නැත.

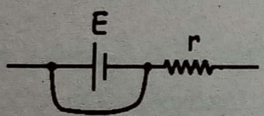
(ii) කෝෂය ලුහුවත් කරන විට r කෝෂය තුළ ඇති බව (කෝෂයටම අයිති බව) සැලකිය යුතුය. ලුහුවත් කිරීම යනු කෝෂයේ අග්‍ර හරහා ප්‍රතිරෝධයක් නොමැති කම්බියක් සම්බන්ධ කිරීමය.



හෝ

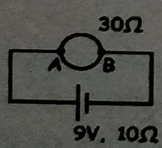


මෙවිට $E = Ir \Rightarrow I = \frac{E}{r}$

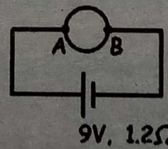


මෙහෙම හිතුවොත් වැඩේ වරදී. r වෙන් කොට ඇන්ඳද එය ඇත්තේ කෝෂයේ අග්‍ර හරහාය. පරිපථ සටහනේද E සහ r වටකොට කඩ ඉරි වලින් කොටුවක් ඇඳ ඇත්තේ r අනෙකෙකු සතු දෙයක් නොව r තමාගේම කොටසක් බව ඒත්තු ගැන්වීමටය.

(d) මෙම ප්‍රශ්නය පරීක්ෂණයට අදාළ නැත. මෙය සාමාන්‍ය ගැටලුවකි. ලකුණු ලබා ගැනීමට ගණනයන් කොට තර්ක කළ යුතුය. ඇත්තටම ඕන නම් ගණනයක් නොකොට වුවත් සුදුසු බැටරිය තෝරා ගත හැක. බැටරි දෙකේම වි.ගා.බල සමානය ($E = 9$ V හා $1.5 \times 6 = 9$ V) නමුත් පළමු බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය $10\,\Omega$ වේ. දෙවැන්නේ එය $1.2\,\Omega$ (0.2×6) කි. එමනිසා දෙවැන්නෙන් වැඩිපුර වෝල්ටීයතාවයක් බාහිර භාරයකට සැපයිය හැකිය. දෙවැන්නේ බැටරියේ අග්‍ර හරහා බසින විභව බැස්ම අඩුය. තමන් තුළ බසින ප්‍රමාණය අඩු වූ විට වැඩි ප්‍රමාණයක් බාහිර කෙනෙකුට ප්‍රදානය කළහැක. ප්‍රශ්නයට අනුව තෝරා ගත යුත්තේ එක් බැටරියක් පමණක් වන නිසා එය අනිවාර්යයෙන්ම දෙවැන්න විය යුතුය.



$V_{AB} = \left(\frac{9}{30+10}\right) 30 = 6.75$ V



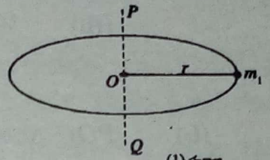
$V_{AB} = \left(\frac{9}{30+1.2}\right) 30 = 8.65$ V

8.6 V සහ 9.0 V අතරට වැටෙන්නේ 8.65 V පමණය. ධාරාවෙන් තර්ක කරන්නේ නම් අයිතමයට අවශ්‍ය ධාරාව $\frac{8.6}{30}$ A සිට $\frac{9.0}{30}$ A පරාසයේ පැවතිය යුතුය. එනම් 0.287A $-$ 0.300 A අතර පැවතිය යුතුය. පළමු බැටරියෙන් ලැබෙන ධාරාව $= \frac{9}{40} = 0.225$ A; දෙවැන්නෙන් ලැබෙන ධාරාව $= \frac{9}{31.2} = 0.289$ A. එමනිසා අවශ්‍ය පරාසයට හසුවන්නේ 0.289 A පමණි.

B කොටස - රචනා

ප්‍රශ්න හතරකට පමණක් පිළිතුරු සපයන්න. (ගුරුත්වජ ත්වරණය, $g = 10\ N\ kg^{-1}$)

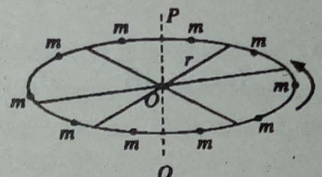
05. (a) (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ස්කන්ධය නොසලකා හැරිය හැකි වූද අරය r වූ ද තිරස් වළල්ලක ගැට්ටට ස්කන්ධය m_1 වූ අංශුවක් සවි කර ඇත. POQ යනු වළල්ලේ O කේන්ද්‍රය හරහා යන සිරස් අක්ෂයකි.



(1) රූපය

(i) POQ සිරස් අක්ෂය වටා අංශුවෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණය I_1 සඳහා ප්‍රකාශනයක් m_1 සහ r පද මඟින් ලියන්න.

(ii) ස්කන්ධය m_2 වන තවත් අංශුවක් m_1 පිහිටන විෂ්කම්භයේ m_1 ට ප්‍රතිවිරුද්ධ ලක්ෂ්‍යයක දී වළල්ලේ ගැට්ටට සවිකර, පද්ධතිය POQ අක්ෂය වටා ω නියත කෝණික වේගයකින් භ්‍රමණය කරනු ලැබේ. I_2 යනු POQ අක්ෂය වටා m_2 ස්කන්ධයේ අවස්ථිති ඝූර්ණය නම් පද්ධතියේ සම්පූර්ණ භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය (E) සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.



(2) රූපය

(iii) I_0 මඟින් දක්වන්නේ POQ අක්ෂය වටා ඉහත (a) (ii) හි, දී ඇති පද්ධතියේ මුළු අවස්ථිති ඝූර්ණය නම්, (a) (ii) හි ලබා ගත් ප්‍රකාශනය භාවිත කර $I_0 = I_1 + I_2$ බව පෙන්වන්න.

(b) ඉහත m_1 සහ m_2 අංශු වෙනුවට දැන් එක එකෙහි ස්කන්ධ m වූ සර්වසම අංශු 10 ක් සමාන පරතර ඇතිව වළල්ලෙහි ගැට්ටට සවි කර ඇත. POQ සිරස් අක්ෂය වටා එක් අංශුවක අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම් එම අක්ෂය වටා පද්ධතියේ මුළු අවස්ථිති ඝූර්ණය (I_T) සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

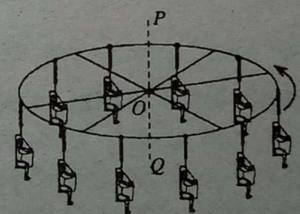
(c) දැන් (2) රූපයෙහි දක්වා ඇති පරිදි ඉහත (b) හි විස්තර කරන ලද වළල්ල POQ සිරස් අක්ෂය සමඟ සම්පාත වන නොගිණිය හැකි අවස්ථිති ඝූර්ණයක් සහිත ඇක්සලයකට, ස්කන්ධය නොගිණිය හැකි සමමිතික ලෙස සවි කරන ලද ස්පෝක් කම්බි මඟින් සවි කරනු ලැබේ. ඉන්පසු පද්ධතිය කාලය $t = 0$ දී නිශ්චලතාවයෙන් පටන් ගෙන POQ අක්ෂය වටා තිරස් තලයක α නියත කෝණික ත්වරණයකින් භ්‍රමණය වී ω නියත කෝණික වේගයකට ළඟා වේ.

(i) (1) පද්ධතියට ω නියත කෝණික වේගයට ළඟා වීම සඳහා ගත වන කාලය t සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න.

(2) පද්ධතිය ω නියත කෝණික වේගයට ළඟා වන විට, එය කොපමණ පරිභ්‍රමණ සංඛ්‍යාවක් සිදු කර තිබේද?

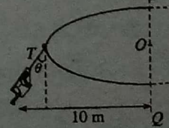
(ii) ω නියත කෝණික වේගයකින් POQ සිරස් අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වන විට එක් අංශුවක් මත ක්‍රියා කරන (F) කේන්ද්‍ර අභිසාරී බලය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

(d) (3) රූපයෙහි දක්වා ඇති, නිශ්චලතාවේ පවතින මෙරිගෝ රවුමට ඉහත (c) හි විස්තර කරන ලද පද්ධතියෙහි ව්‍යුහයට සමාන ව්‍යුහයක් ඇත. එනමුදු සවිකර ඇති m ස්කන්ධ වෙනුවට මෙම පද්ධතියේ ඇත්තේ නොසලකා හැරිය හැකි ස්කන්ධයක් සහිත දම්වැල්වලින් එල්ලා ඇති පදින්නන් සහිත ආසන 10 කි. **පදින්නන් සහ ආසන රහිතව** POQ අක්ෂය වටා මෙරිගෝ රවුමෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණය $32\ 000\ kg\ m^2$ වේ.



(3) රූපය

මෙරිගෝ රවුම එහි සියලුම ආසන, පදින්නන්ගෙන් පිරී ඇති විට එය මිනිත්තුවකට පරිභ්‍රමණ 12 ක නියත කෝණික වේගයකින් POQ අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වන අවස්ථාවක් සලකන්න. මෙරිගෝ රවුම භ්‍රමණය වන විට දම්වැල් සියල්ල ම සිරසට ආනතව θ කෝණයක් සාදන අතර, (4) රූපය මඟින් එක් පදින්නකුට අදාළ ව එම අවස්ථාව පෙන්වා ඇත. අදාළ ගණනයන් හි දී $\pi = 3$ ලෙස ගන්න.



(4) රූපය

(i) එක් එක් පදින්නාගේ ස්කන්ධය 70 kg ද එක් එක් ආසනයේ ස්කන්ධය 20 kg ද වේ නම්, POQ අක්ෂය වටා පද්ධතියෙහි මුළු අවස්ථිති ඝූර්ණය ගණනය කරන්න. පදින්නකුගෙන් සමන්විත ආසනයක අවස්ථිති ඝූර්ණය ගණනය කිරීමේ දී පුද්ගලයාගේ සහ ඔහුගේ ආසනයෙහි සම්පූර්ණ ස්කන්ධය POQ අක්ෂයෙහි සිට 10 m තිරස් දුරකින් **සාන්ද්‍ර වී** ඇති බව උපකල්පනය කරන්න.

(ii) θ හි අගය ගණනය කරන්න.

(iii) මුළු පද්ධතියෙහි භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය කුමක්ද?

(a) **(i)** POQ සිරස් අක්ෂය වටා අංශුවෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණය,

$I_1 = m_1r^2$ ---------------------------- 01

(ii) පද්ධතියෙහි මුළු භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය,

$E = \frac{1}{2} I_1\omega^2 + \frac{1}{2} I_2\omega^2$ හෝ $E = \frac{1}{2} m_1r^2\omega^2 + \frac{1}{2} m_2r^2\omega^2$ ---------------- 01

(iii) $\frac{1}{2} I_0\omega^2 = \frac{1}{2} I_1\omega^2 + \frac{1}{2} I_2\omega^2$ ---------------------------- 01

$\therefore I_0 = I_1 + I_2$

(b) POQ අක්ෂය වටා පද්ධතියෙහි මුළු අවස්ථිති ඝූර්ණය

$I_T = I_1 + I_2 + ... I_{10} \quad = mr_1^2 + mr_2^2$ ....

$= 10mr^2 = 10I$ ---------------------------- 01

(c) **(i)** (1) α ඒකාකාර කෝණික ත්වරණයකින් භ්‍රමණය වන පද්ධතියක ආරම්භක හා අවසාන කෝණික වේග ω_0 හා ω අතර සම්බන්ධය $\omega = \omega_0 + \alpha t$ වේ.

$\therefore \omega = 0 + \alpha t$

$t = \frac{\omega}{\alpha}$ ---------------------------- 01

(2) පද්ධතිය භ්‍රමණය වී ඇති මුළු කෝණය θ දෙනු ලබන්නේ,

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$ හෝ $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$ ---------------------------- 01

$\theta = \frac{\omega^2}{2\alpha}$

පද්ධතිය ω කෝණික වේගය දක්වා පැමිණීමේ දී සිදුකර ඇති පරිභ්‍රමණ සංඛ්‍යාව $= \frac{\theta}{2\pi}$

$= \frac{\omega^2}{4\pi\alpha}$ ---------------------------- 01

(ii) අංශුව මත ක්‍රියා කරන කේන්ද්‍ර අභිසාරී බලය $F = m\omega^2 r$ -------------- 01

(d) **(i)** POQ අක්ෂය වටා පද්ධතියෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණය

$= 32,000 + (70 + 20) \times 10^2 \times 10$ ---------------------------- 01

$= 122,000 \text{ kg m}^2$ ---------------------------- 01

(ii) පදින්නෙකු සහිත ආසනයක ස්කන්ධය m ලෙස ගන්න,

$T\cos\theta = mg$ ---------------------------- 01

$\left.\begin{aligned} T\sin\theta &= ma \\ &= m\omega^2 r \end{aligned}\right\}$ (එක් සමීකරණයක් සඳහා) ---------------------- 01

$\therefore \tan\theta = \frac{\omega^2 r}{g}$

$= \left(\frac{12 \times 2\pi}{60}\right)^2 \times \frac{10}{10}$ ---------------------------- 01

$= 1.44$

$\theta = 55^0 \ (55^0 - 55^0\ 13')$ ---------------------------- 01

[π හි අගය 3.14 ලෙස ගෙන ඇත්නම් $\tan\theta = 1.58$ ද, $\theta = 57^0 \ (57^0 - 57^0\ 40')$ ද වේ.]

(iii) පද්ධතියෙහි මුළු භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය $= \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 122000 \times 1.44$

$= 87840$ J (87840 J – 87850 J) ------- 01

[π හි අගය 3.14 ලෙස ගෙන ඇත්නම් පිළිතුර 96220 J (96220 J – 96230 J) වේ.]

(5) දිග ප්‍රශ්නයක් වගේ පෙනුනට ඉතා සරල ප්‍රශ්නයකි. මගේ නිගමනයට අනුව ප්‍රශ්න පත්‍රයේ සරලම ප්‍රශ්නය මෙය වේ. මා මේ ප්‍රශ්න පත්‍රය කලේ නම් මං තෝරන ප්‍රශ්න හතර වන්නේ 5,7,8 හා 9(A)ය. මෙරිගෝ රවුම ගැන මුලින් කථා නොකොට අංශුවලින් ප්‍රශ්නය ආරම්භ කොට ඇත්තේ මුලින් මෙරිගෝ රවුමක් දුන්නම දරුවන් භය වන නිසාය. මගේ උපදෙස වන්නේ යම් කාලයක් වැයකොට හරි තමන්ට වැටහෙන පරිදි වැඩි ලකුණු සංඛ්‍යාවක් කරා යාහැකි ප්‍රශ්න හතරක් තෝරා ගන්නා ලෙසයි.

(a) (i) අංශුවේ අවස්ථිති ඝූර්ණය නිකම්ම m_1r^2 ලෙස ලිවිය හැක. අංශුවක් යනු ස්කන්ධ ව්‍යාප්තියක් නැති දෙයකි. (ii) හා (iii). මෙම කොටස් අසා ඇත්තේ අවස්ථිති ඝූර්ණ එකතු කල හැකි බව ඔබට ඒත්තු ගන්වන්නටය. සම්පූර්ණ භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය $\frac{1}{2}m_1r^2\omega^2 + \frac{1}{2}m_2r^2\omega^2 = \frac{1}{2}\left(m_1r^2 + m_2r^2\right)\omega^2$. මෙයින් ගම්‍ය වන්නේ පද්ධතියේ මුළු අවස්ථිති ඝූර්ණය $m_1r^2 + m_2r^2$ වන බවයි. එනම් $I_0 = I_1 + I_2$.

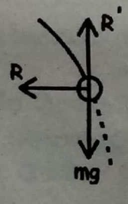
අවස්ථිති ඝූර්ණය අදිශ රාශියකි. යම් අක්ෂයක් වටා අංශු පද්ධතියක මුළු අවස්ථිති ඝූර්ණය, එම අක්ෂය වටා එක් එක් අංශුවේ අවස්ථිති ඝූර්ණවල එකතුවට සමානය. r ධන වුනත් ඍණ වුනත් r^2 ධනය. අවස්ථිති ඝූර්ණයට ඍණ අගයක් ගත නොහැක. අවස්ථිති ඝූර්ණයෙන් මැනෙන්නේ යම් වස්තුවක භ්‍රමණ චලිතයට දක්වන ප්‍රතිරෝධයයි. අවස්ථිති ඝූර්ණය වැඩි වන විට භ්‍රමණ චලිතයට දක්වන ප්‍රතිරෝධය වැඩි වේ.

(b) අංශු 10ක අවස්ථිති ඝූර්ණය $10mr^2$ ය. වෙන මොනවා වෙන්නද? මුළු ගැටලුව පුරාම වළල්ලේ හා ස්පෝක් කම්බිවල ස්කන්ධ නොසලකා හැර ඇත. එමනිසා ඒවායේ අවස්ථිති ඝූර්ණද නොසලකා හැරිය හැක. නැතිනම් ස්කන්ධය M වූ හා අරය r වූ තුනී වළල්ලක එහි කේන්ද්‍රය හරහා වළල්ලේ තලයට ලම්බ අක්ෂයක් වටා වළල්ලේ අවස්ථිති ඝූර්ණය Mr^2 වේ. ස්පෝක් කම්බිද ඒකාකාර දඬු ලෙස සලකා ඒවායේද අදාළ අක්ෂය වටා අවස්ථිති ඝූර්ණ සැලකිය යුතුය.

(c) (i) (1) නිශ්චලතාවයෙන් පටන් ගන්නා නිසා $\omega_0 = 0$. $\omega = \omega_0 + \alpha t$ යෙදූ විට t ලැබේ. පද්ධතියට α නියත කෝණික ත්වරණයක් ලබා දීමට නම් පද්ධතිය මත යෙදෙන නියත ව්‍යාවර්තයක් තිබිය යුතුය. $(\tau = I\alpha)$ මෙම ව්‍යාවර්තය ලබා දෙන්නේ ඇක්සලයට සවිකළ මෝටරයකිනි.

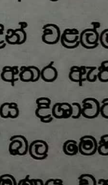
(2) පද්ධතිය භ්‍රමණය වූ කෝණය සෙවිය යුතුය. එය පෙන්වා ඇති පරිදි චලිත සමීකරණ දෙකෙන් එකක් යොදා ගනිමින් සෙවිය හැක. එක් පරිභ්‍රමණයක් සඳහා 2π රේඩියන කෝණයක් කරකැවේ. එසේ නම් θ කෝණයක් කරකැවෙන විට කොපමණ පරිභ්‍රමණ සංඛ්‍යාවක් කරයිද? $\frac{1}{2\pi} \times \theta$

(ii) අංශුවක කේන්ද්‍ර අභිසාරී බලය $mr\omega^2$ වේ $\left(\frac{mv^2}{r}\right)$. මෙම බලය ලබා ගන්නේ කොහොමද? අංශු මත



අනිවාර්යයෙන්ම කේන්ද්‍රය වෙතට එල්ල වූ සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් අවශ්‍යය. අංශුව මැදින් වළල්ල යනවා කියා මා උපකල්පනය කොට ඇත. මෙම බලය ලබා දෙන්නේ අංශුව හා වළල්ල අතර ඇති ප්‍රතික්‍රියාවෙනි. භ්‍රමණ චලිතයේ යෙදෙන විට අංශුව වළල්ල හා තෙරපීමෙන් කේන්ද්‍රය දිශාවට එල්ල වූ ප්‍රතික්‍රියාවක් ඇති කරයි. ඇත්තටම සවිකොට ඇති අංශුව මත ක්‍රියා කරන බල මෙහි පෙන්වා ඇත. සිරස් අතට ඇති බල සැලකූ විට $R' = mg$. වළල්ල අංශුව සමඟ භ්‍රමණය වන විට අංශුව වළල්ලේ තෙරපීමෙන් R බලය ජනිත කර ගනී.

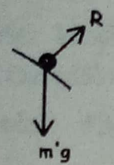
(d)(i) දැන් මෙරිගෝ රවුමට පැමිණ ඇත. නැවතත් දම්වැල්වල ස්කන්ධය නොසලකා හැර ඇත. ආසන සහ පදින්නන් යන සියල්ලම අංශු ලෙස සලකා ඇත. නැතිනම් අවස්ථිති ඝූර්ණ ගැනීම A/L මට්ටමේදී කළ නොහැක. පදින්නන් සහ ආසන රහිතව මෙරිගෝ රවුමෙහි අවස්ථිති ඝූර්ණය දී ඇත. එයින් ගම්‍ය වන්නේ වළල්ලේ, ස්පෝක් කම්බි වල (ඇත්තටම මෙරිගෝ රවුමේ සැකිල්ලේ) ඇක්සලයේ ආදී සියල්ලගේම අවස්ථිති ඝූර්ණය $32,000\ \mathrm{kg\,m^2}$ බවයි. එක් පදින්නෙකු සහ එක් ආසනයක අවස්ථිති ඝූර්ණය $= 90 \times 10^2\ \mathrm{kg\,m^2}$. එවැනි පදින්නන් සහ ආසන 10ක් ඇති නිසා එම 10යේ අවස්ථිති ඝූර්ණය $= 90 \times 10^2 \times 10\ \mathrm{kg\,m^2}$ මෙය $32,000\ \mathrm{kg\,m^2}$ ට එකතු කල යුතුය.



(ii) පදින්නෙකු සමඟ ආසනයක් මත ක්‍රියාකරන බල සලකන්න. $\uparrow T\cos\theta = mg$; $\rightarrow F = ma$ යෙදීමෙන් $T\sin\theta = ma = mr\omega^2$

මෙහිදී කේන්ද්‍රඅභිසාරී බලය ලබා දෙන්නේ දම්වැලේ ආතතියේ තිරස් සංරචකයෙනි. මෙවැනි මෙරිගෝ රවුම්වල දම්වැල් මෙරිගෝ රවුම භ්‍රමණය වනවිට ආනත වන්නේ මේ කේන්ද්‍රඅභිසාරී බලය ලබා දීම සඳහාය. ඉහත සමීකරණ දෙක බෙදීමෙන් $tan\theta$ සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගත හැක.

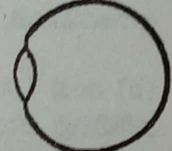
මිනිත්තුවට පරිභ්‍රමණ 12 යනු තත්පරයට පරිභ්‍රමණ $\frac{12}{60}$ කි. එමනිසා $\omega = 2\pi \times \frac{12}{60}$ ($\omega = 2\pi f$) එක් පරිභ්‍රමණයකදී කරකැවෙන කෝණය 2π ය. පදින්නා මත පමණක් බල ඇඳ බලමු. R යනු ආසන තට්ටුවෙන් පදින්නා මත ක්‍රියා කරන ප්‍රතික්‍රියාවයි. පදින්නා වෘත්තයක ගෙන යෑමට දායක වන්නේ මේ R හි තිරස් සංරචකයෙනි. ඕන නම් පදින්නා සලකාද θ සෙවිය හැක.



$Rcos\theta = m'g; Rsin\theta = m'a$. සමීකරණ බෙදූ විට m' කැපී යයි. θ හි අගය m' වලින් ස්වායත්තය.

(iii) නිකම්ම $\frac{1}{2}I\omega^2$ ට ආදේශ කිරීමෙන් සෙවිය හැක.

06. ස්වච්ඡයේ සහ අක්ෂි කාචයේ සඵල නාභීය දුර, ඇසෙක නාභීය දුර ලෙස සැලකිය හැක. මාංශ පේශීන් මඟින් පාලනය කරනු ලබන කාචයේ වක්‍රතාව නිසා ඇසට එකිනෙකට වෙනස් දුරවලින් පිහිටි වස්තූන්ගෙන් නිකුත්වන ආලෝකය දෘෂ්ටි විතානය මත නාභිගත කර ගැනීමට අවකාශය ලබාදෙයි. සඵල නාභීය දුර සහිත අක්ෂි කාචයක් සමඟ ඇසෙහි සරල රූප සටහනක්, මෙම රූපයෙහි පෙන්වා ඇත. ඇසෙහි මාංශ පේශීන් ලිහිල්ව ඇති විට ළමයෙකුගේ නිරෝගී ඇසක නාභීය දුර 2.5 cm වේ. ඔහුගේ ඇසෙහි අවිදුර ලක්ෂ්‍යයට අක්ෂි කාචයේ සිට ඇති දුර 25 cm වේ. (රූපයේ දී ඇති රූප සටහන පිටපත් කරගෙන කිරණ රූප සටහන් අඳින විට එය භාවිත කරන්න.)



(a) නිරෝගී ඇසක් ඇති ළමයාගේ ඇසෙහි මාංශ පේශීන් නිදහසේ ඇති විට, ඉතා ඈත පිහිටි වස්තුවක සිට පැමිණෙන ආලෝකය ළමයාගේ ඇසෙහි දෘෂ්ටි විතානය මත නාභිගත වන අවස්ථාවක් සඳහා කිරණ රූප සටහනක් අඳින්න. අක්ෂි කාචය සහ දෘෂ්ටි විතානය අතර දුර කොපමණද?

(b) අවිදුර ලක්ෂ්‍යයේ තබන ලද ලක්ෂ්‍යාකාර ආලෝක ප්‍රභවයක් නිරෝගී ඇසක් ඇති ළමයාට පැහැදිලිව පෙනෙන අවස්ථාව සඳහා කිරණ රූප සටහනක් අඳින්න. මෙම මොහොතෙහි ඇසෙහි නාභීය දුර ගණනය කරන්න.

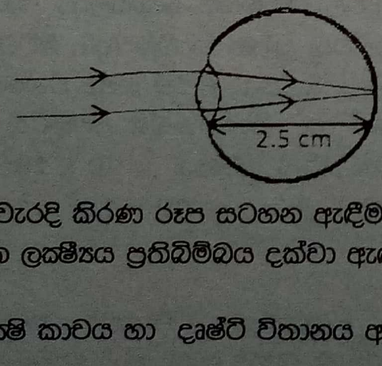
(c) තවත් ළමයෙකුගේ ඇසේ මාංශ පේශීන් ලිහිල්ව ඇති විට, ඔහුට නිරෝගී ළමයාගේ නාභීය දුර සමාන නාභීය දුරක් ද (b) කොටසේ අවස්ථාව සඳහා ගණනය කළ නාභීය දුර ද ඇත. එහෙත් ඔහුගේ දෘෂ්ටි විතානය නිරෝගී ළමයාගේ දෘෂ්ටි විතානයේ පිහිටීමට වඩා 0.2 cm ක් පිටුපසින් පිහිටා ඇත.

(i) ඉහත (b) හි සඳහන් කළ ආකාරයට ලක්ෂ්‍යාකාර ආලෝක ප්‍රභවයකින් නිපදවන ප්‍රතිබිම්බය උපයෝගී කර ගනිමින් මොහුගේ අවිදුර ලක්ෂ්‍යය සහ විදුර ලක්ෂ්‍යය වෙන වෙන ම කිරණ රූප සටහන් දෙකක් ඇඳ විදහා දක්වන්න. මෙම ළමයාගේ අවිදුර ලක්ෂ්‍යයට සහ විදුර ලක්ෂයට අක්ෂි කාචයේ සිට ඇති දුරවල් ගණනය කරන්න.

(ii) සුදුසු කාචයක් භාවිත කරමින් අවශ්‍ය නිවැරදි කිරීම කළ හැකි අන්දම, දළ කිරණ සටහනක් ඇඳ විදහා දක්වන්න. නිවැරදි කිරීම සඳහා අවශ්‍ය කාචයේ නාභීය දුර ගණනය කරන්න.

(d) යම් පුද්ගලයකු වයසට යන විට ඇස්වල නාභීය දුර වෙනස් කිරීමේ හැකියාව දුර්වල වී ඇසෙහි අවිදුර ලක්ෂ්‍යයට ඇති දුර වැඩිවේ. ඉහත (c) කොටසේ සඳහන් ළමයාට මෙම අවස්ථාවට මුහුණපෑමට සිදු වුවහොත් ළමයා විසින් පැළඳිය යුතු අමතර නිවැරදි කිරීමේ කාචයේ වර්ගය කුමක්ද? (අභිසාරී ද / අපසාරී ද) ඔබගේ පිළිතුරට හේතු දෙන්න.

(a)

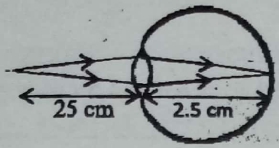


නිවැරදි කිරණ රූප සටහන ඇඳීම සඳහා ------------------------ 01

(දෘෂ්ටි විතානය මත ලක්ෂ්‍යය ප්‍රතිබිම්බය දක්වා ඇඳ ඇති ඊතල සහිත සමාන්තර රේඛා දෙකක් සඳහා)

අක්ෂි කාචය හා දෘෂ්ටි විතානය අතර දුර = 2.5 cm ------------------------ 01

(b)



නිවැරදි කිරණ රූප සටහන ඇඳීම සඳහා ------------------------ 01

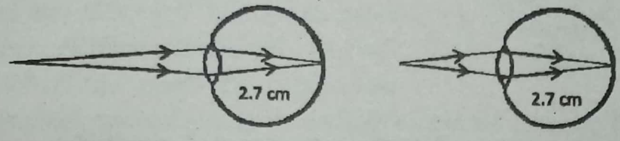
(ලක්ෂ්‍යය ප්‍රභවයක සිට දෘෂ්ටි විතානය මත ලක්ෂ්‍යය ප්‍රතිබිම්බය දක්වා ඇඳ ඇති ඊතල සහිත රේඛා දෙකක් සඳහා)

$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ ($u = 25$cm ; $v = -2.5$ cm)

$\frac{1}{-2.5} - \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$ (නිවැරදි ආදේශයට) ------------------------ 01

$f = -2.273$ cm හෝ 2.273 cm (2.27 cm – 2.30 cm) ------------------------ 01

(c) (i)



(a) දුර ලක්ෂ්‍යය (b) අවිදුර ලක්ෂ්‍යය

දුර ලක්ෂ්‍යයෙහි ඇති වස්තුවක් සඳහා නිවැරදි කිරණ රූප සටහන (a) ඇඳීම සඳහා ------------------------ 01

අවිදුර ලක්ෂ්‍යයෙහි ඇති වස්තුවක් සඳහා නිවැරදි කිරණ රූප සටහන (b) ඇඳීම සඳහා ------------------------ 01

(මෙම ලකුණු දීම සඳහා ලක්ෂ්‍යය ප්‍රභවයක සිට දෘෂ්ටි විතානය මත ලක්ෂ්‍යය ප්‍රතිබිම්බය දක්වා ඇඳ ඇති ඊතල සහිත රේඛා දෙකක් තිබේදැයි බලන්න.)

දුර ලක්ෂ්‍යයට ඇති දුර ගණනය කිරීම : $f = -2.5$ cm, $v = -2.7$ cm, $u = ?$

$\frac{1}{-2.7} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-2.5}$ (නිවැරදි ආදේශයට) ------------------------ 01

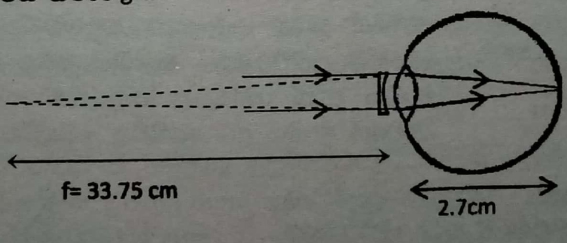
$u = 33.75$ cm ------------------------ 01

අවිදුර ලක්ෂ්‍යයට ඇති දුර ගණනය කිරීම : $f = -2.273$ cm, $v = -2.7$ cm, $u = ?$

$\frac{1}{-2.7} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-2.273}$ (නිවැරදි ආදේශයට) ------------------------ 01

$u = 14.37$ cm (14.20 cm – 14.40 cm) ------------------------ 01

(ii) දෘෂ්ටිය නිවැරදි කිරීමේ කාචය සහිතව කිරණ රූප සටහන



අවතල කාචයක් තෝරා ගැනීම ------------------------ 01

නිවැරදි කිරණ රූප සටහන ------------------------ 01

(දෙවන ලකුණ දීම සඳහා ලක්ෂ්‍යය ප්‍රභවයක සිට එන කඩ ඉරි දෙකක් සහ දෘෂ්ටි විතානය මත ලක්ෂ්‍යය ප්‍රතිබිම්බය දක්වා ඇඳ ඇති ඊතල සහිත සමාන්තර රේඛා දෙකක් තිබේදැයි බලන්න.)

$f = 33.75$ cm ------------------------ 01

හෝ

දෘෂ්ටිය නිවැරදි කිරීමේ කාචයෙහි නාභීය දුර : $u = -2.5$ cm, $v = -2.7$ cm , $f = ?$

$$\frac{1}{-2.7} - \frac{1}{-2.5} = \frac{1}{f} \text{ හෝ } \frac{1}{33.75} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f}$$ ------------------------ 01

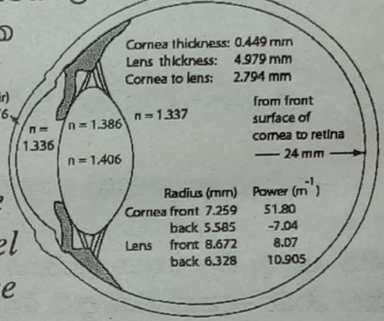
$f = 33.75$ cm

(d) දෘෂ්ටිය නිවැරදි කිරීමේ අතිරේක කාචය උත්තල විය යුතුය.

හේතුව :අක්ෂි කාචය මඟින් ඇතිවන ප්‍රතිබිම්බය දෘෂ්ටි විතානය හා සමපාත වන ලෙස ඒ දෙසට යොමු කළ යුතුය.

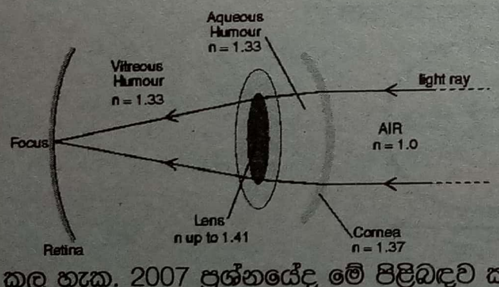
අක්ෂි කාචය දුර්වල වන විට අවිදුර ලක්ෂ්‍යයෙහි ඇති වස්තුවක ප්‍රතිබිම්බය දෘෂ්ටි විතානයට පිටුපසින් සෑදේ. එබැවින් අක්ෂි කාචය තුළින් ගමන් කරන ආලෝකය දෘෂ්ටි විතානයට අභිසාරී කළ යුතුය. ------------------------ 01

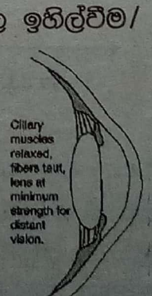
(6) ගණන මැදදී නාභි දුරවල් පටලවා ගත්තොත් වැඩ වරදී. එක් එක් කොටස්වල වර්තනාංක සමඟ මිනිස් ඇසක සැකැස්මක් මෙහි පෙන්වා ඇත. මිනිස් ඇසක වැඩිපුරම වර්තනය සිදු වන්නේ ආලෝකය වාතයේ සිට ස්වච්ඡය (ස්වච්ඡ මණ්ඩලය/සුදු ඉංගිරියාව) හරහා යාමේදීය. $n = 1$ සිට $n = 1.376$ කරා යන විට ආලෝකය සෑහෙන වර්තනයකට බඳුන් වේ. අපගේ ඇස්වල ඉදිරියෙන්ම ඇති වක්‍රව නෙරා ඇති කොටස ස්වච්ඡයයි. ඊට පසුව ඇති අම්මය රසයෙන් (aqueous humour) පිරුණු කොටසේ වර්තනාංකය 1.336 (ජලය මෙනි). ස්වච්ඡය හා අම්මය රසය අතුරු මුහුණතේදී එතරම් වර්තනයක් සිදු නොවේ. ඊට පසුව ඇත්තේ පහසුවෙන් නැවෙන (හැඩය වෙනස් කළ හැකි) අක්ෂි කාචයයි. අක්ෂි කාචයේ මැද කොටසේ වර්තනාංකය 1.406 වන අතර කෙළවරවල් වලදී එය 1.386 දක්වා අඩු වේ. ආලෝකය කාචයට ඇතුළු වන්නේ කණිනිකාව/කළු ඉංගිරියාව (pupil) හරහා කාචයේ මැද කොටසටය. එම ආලෝකය කාචයෙන් වර්තනය වී දෘෂ්ටි විතානයට පතිත වේ. එම ආලෝකය නැවත පරාවර්තනය නොවේ. එමනිසා ඔබ යම් කෙනෙකුගේ කණිනිකාව දෙස බැලුවොත් කළුවට දෘශ්‍යමාන වන්නේ එබැවිනි. කාචය හා දෘෂ්ටි විතානය අතර ඇත්තේද වර්තනාංකය 1.337 වූ කාච රසයයි.

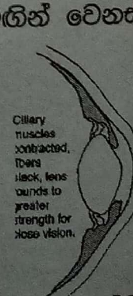


Scale Model of Eye

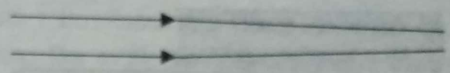
80% පමණ ආලෝකය අභිසාරී වන්නේ ස්වච්ඡයෙනි. එහි ඇති වක්‍ර හැඩයත් වාතයට වඩා වැඩි වර්තනාංකයත් ආලෝකය අභිසාරී කිරීමට උදවු වේ. කාචය සියුම් සැකැස්මක් ලෙස ක්‍රියා කර ඉතිරි සීරුමාරු කිරීම් කර ප්‍රතිබිම්බය දෘෂ්ටිවිතානයේ සාදයි. එමනිසා ගැටළුවලදී අප අක්ෂි කාචයේ නාභිය දුර ලෙස හඳුන්වන්නේ ස්වච්ඡයේ හා කාචය යන දෙකේම ප්‍රතිඵලයෙන් ලැබෙන සඵල නාභිය දුරයි. ස්වච්ඡය අචල නාභිය දුරක් සහිත උත්තල කාචයක් ලෙස සැලකිය හැකි අතර කාචයේ නාභිය දුර පේශිවල ඉහිල්වීම/ සංකෝචනය මඟින් වෙනස් කල හැක. 2007 ප්‍රශ්නයේද මේ පිළිබඳව කථා කොට ඇත.



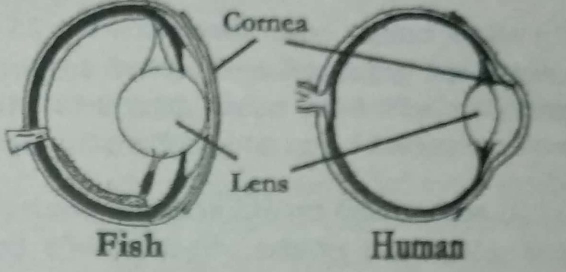




ඈත පිහිටි වස්තු දෙස බලන විට ප්‍රතියෝජක පේශි (cilliary muscles) ඉහිල් වේ. එවිට ප්‍රතියෝජක තන්තු (cilliary fibers) තදවී (බුරුල් නැතිවී) කාචයේ වක්‍රතාව අඩු වේ. කාචයේ වක්‍රතා අරය වැඩිවන විට නාභි දුර වැඩිවී, කාචයේ බලය අඩු වේ. ළඟ පිහිටි වස්තු දැකීම සඳහා ප්‍රතියෝජක පේශි සංකෝචනය වේ. පේශි සංකෝචනය වන නිසා පේශි හා කාචයේ කෙළවරවල් අතර දුර අඩුවී ප්‍රතියෝජක තන්තු බුරුල් වේ. එවිට කාචය රවුම්වී වක්‍රතාව වැඩි වේ. නාභි දුර අඩුවී කාචයේ බලය වැඩි වේ. (රූප බලන්න).



ජලය තුලදී අපට පැහැදිලිව නොපෙනෙන්නේ කිරණ ජලයේ ($n = 1.333$) සිට පැමිණෙන නිසා ස්වච්ඡයෙන් වර්තනයවීම ඉතා මඳ වශයෙන් සිදුවන නිසාය. එවිට කිරණ දෘෂ්ටිවිතානයට පිටුපසින් නාභි ගත වේ. (රූපය බලන්න). දිය යට පිහිනන අය ඇස්මුවාවන් (goggles) පැළඳිවිට මුවාව සහ ඇස් අතර වාතය පවත්වා ගත හැකි නිසා කිරණ වාතයේ සිට ස්වච්ඡයට පැමිණේ. එවිට ස්වච්ඡයට සිය කාර්යභාරය ඉටු කල හැක. කොහොමටත් goggles නැතිනම් ජලයේ ඇස් ඇරගෙන සිටිය නොහැක.

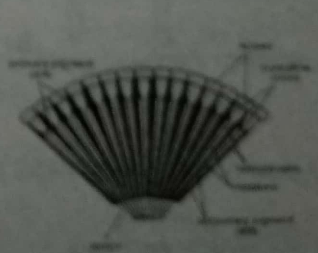


මාළුන් වැනි සතුන් ජලය තුළ ඇති දෑ නිරීක්ෂණය කරන්නේ කෙසේද? මිනිස් ඇසක් සහ මාළුවෙකුගේ ඇසක හරස්කඩ මෙහි පෙන්වා ඇත. මාළුන්ගේ ඇස්වල ස්වච්ඡයෙන් එතරම් කාර්යභාරයක් ඉටු නොකරයි. පෙර සඳහන් කල පරිදි ජලයේ සහ ස්වච්ඡයේ වර්තනාංක අතර එතරම් වෙනසක් නැත. එමනිසා මාළුන්ගේ කාචයේ වර්තනය වීමෙන් පමණක් කිරණ දෘෂ්ටි විතානයට නාභි ගතවේ. එමනිසා මත්ස්‍යයින්ගේ ඇස්කාච ඝනකම්, ගෝලීය හැඩයෙන් යුත් තද ව්‍යුහයන් ගනී. ඝනකමින් වැඩි නිසා ආලෝකය වැඩි දුරක් ගමන් කරන විට කිරණ හොඳින් අභිසාරී (නවා) කරගත හැක. එමනිසා මත්ස්‍යයින්ගේ කාච ආලෝකය නාභි ගත කිරීමේ මුළු ක්‍රියාවලියටම උර දේ. නමුත් මොවුන්ගේ කාච ඝන හා තද නිසා වක්‍රතාව වෙනස් කිරීම මගින් කාචයේ නාභි දුර වෙනස් කල නොහැක. මොවුන් කාචය ඔබ මොබ චලනය කිරීම මගින් කිරණ දෘෂ්ටි විතානයට නාභි ගතකර ගනී. ඇසේ ආරක්ෂාවට හැර ස්වච්ඡය මගින් එතරම් වර්තනයක් සිදු නොකරන නිසා මත්ස්‍යයන්ගේ ස්වච්ඡය අපගේ මෙන් ගෝලාකාර නැත. පැතැලිය. ගෝලාකාර වීමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත.

පරිණාමවාදයට අනුව ජීවය ආරම්භවූයේ ජලය තුල නිසා ජලයෙන් ගොඩ ආ ආදී මානවයන්ගේද ඇස් මේ විදිහට තියෙන්නට ඇතිය. නමුත් කාලයාගේ ඇවෑමෙන් වාතයේ සිට ස්වච්ඡයට කිරණ වර්තනය වන විට ස්වච්ඡය ගෝලාකාර වී කාචය මෘදු වී, ඝනත්වයෙන් අඩු වී, වඩා සුනම්‍ය වී නාභිය දුර වෙනස් කිරීමට සියුම්ව සකස් වන්නට ඇති!!

දිය කාවන්, මුහුදු ලිහිණියන්, කිමිදෙන තාරාවන් වැනි වාතයේ සහ ජලය තුළට කිමිදෙන පක්ෂීන්ගේ ස්වච්ඡය ප්‍රබල ලෙස වක්‍රව සෑදී ඇති අතර ජලය තුලදී ස්වච්ඡයෙන් සිදුවන කාර්යභාරය නිෂ්ප්‍රයෝජන වන නිසා ඔවුන්ට සුපිරි ලෙස අනුවර්තනය වූ කාචයක් ඇත. ජලය තුලදී ඔවුන් අක්ෂි කාච සුවිශේෂී ලෙස විකෘති කර ගන්නේ පැහැදිලිවම තම දඩයම හොඳින් නිරීක්ෂණය කරගැනීම සඳහාය.

මෙම රූපයෙන් පෙන්වා ඇති Anableps නමින් හැඳින්වෙන මත්ස්‍යයාට ඇස් සතරක් ඇත. එක් එක් ඇස තිරස්ව කොටස් දෙකකට බෙදී ඇත. පහළ අර්ධය අනුවර්තනය වී ඇත්තේ ජලය තුල බැලීමට වන අතර ඉහල අර්ධය අනුවර්තනය වී ඇත්තේ වාතයේ ඇති දෑ බැලීමටය. අර්ධ දෙකේ ඇති දෘෂ්ටි විතාන සංවේදී වන්නේද ස්වල්ප වශයෙන් වෙනස් වූ ආලෝක තරංග ආයාමවලටය. මේ මත්ස්‍යයාට එකම වෙලාවේ ජලය තුල සහ ජලයෙන් පිටත පෙනේ.



බොහෝ කෘමීන්ගේ ඇස් අනුවර්තනය වී ඇත්තේ පුදුමාකාර විධියකටය. (රූපය බලන්න) ඔවුන්ගේ ඇස් සංයුක්ත ඇස් (compound eyes)ලෙස හැඳින්වේ. ඇසේ පිටත පෘෂ්ඨයේ කුඩා කාච විශාල ප්‍රමාණයක් ඇත.

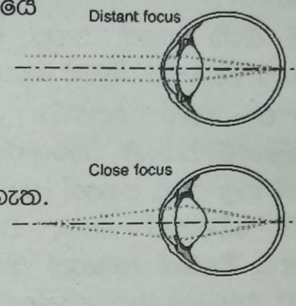
සෑම කාචයක්ම නළ ආකාරයේ ව්‍යුහයකට සම්බන්ධ වී ඇත. මේ සෑම නලයක් හරහාම ප්‍රතිබිම්බයේ ඉතා කුඩා කොටසක් ඇය තුළට යොමු කරයි. මෙය හරියට digital photo එකක් හෝ පරිගණක තිරයක් මත මැවෙන "පික්සල්" (pixell) ආකාරයෙන් ජනිත වන ප්‍රතිබිම්බයකි. මේ සියලු කුඩා "පික්සල්" එකට එකතු වූ විට මුළු ප්‍රතිබිම්බය නිර්මාණය වේ.

ස්වච්ඡය හා කාචයේ රුධිර නාල නොමැත. ඒවාට පෝෂණය සපයන්නේ වටවී ඇති තරලයන්ගෙනි. එනම් අම්මය

රසය සහ කාච රසයෙනි. දෘෂ්ටි විතානයේ rod (යෂ්ටි) සහ cones (කේතු) ලෙසින් හැඳින්වෙන ප්‍රභා ග්‍රාහක (photo receptors) පද්ධතියකින් සමන්විත වේ. කේතු මඟින් ආලෝකයේ වර්ණ සංවේදනය දනවයි. යෂ්ටි අඩ අඳුරේදී වස්තූන්ගේ පෙනීම සංවේදනය කරයි.

(a) සමාන්තර ආලෝකය දෘෂ්ටි විතානය මත නාභිගත වේ. නාභීය දුර කාචය සහ දෘෂ්ටි විතානය අතර ඇති දුරට සමානය.

(b) මෙයත් පහසුය. දන්නා ගණනයන්ය. $u = 25\text{ cm}$ ඇති වස්තුව දෘෂ්ටි විතානයේ නාභිගත කළ යුතුය. දැන් අක්ෂි කාචයේ නාභීය දුර 2.27cm කට අඩුවේ. එනම් ප්‍රතියෝජක පේශි මඟින් කාචයේ වක්‍රතාව වැඩි කොට ඇත. කාචය ටිකක් රවුම් කර ඇත. කාචයේ වක්‍රතා අරය (නාභීය දුර) අඩු වී, කාචයේ බලය වැඩිවී ඇත .

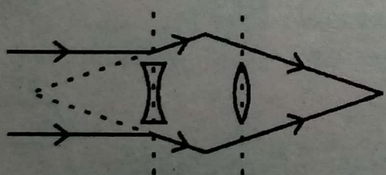


(c) (i) මෙම කොටස් පැටලිය හැක. මේ ළමයාගේ ප්‍රතියෝජක පේශිවල අවුලක් නැත. නාභි දුරවල් පෙර පරිදිමය. නමුත් උපතින්ම ඔහුගේ දෘෂ්ටි විතානය 0.2 cm පිටුපසින් පිහිටා ඇත. එනම් කාචයේ සිට දෘෂ්ටි විතානයට ඇති දුර 2.7cm වේ.

දැන් ඈතින් පැමිණෙන සමාන්තර කිරණ දෘෂ්ටි විතානයට නාභි ගත නොවේ. ඈත පිහිටි වස්තුවකින් එන කිරණ දෘෂ්ටි විතානයට ඉදිරියෙන් නාභිගත වේ. ඇයි? කාචයේ නාභිය දුර 2.5 cm නෙ. එනිසා ඈත සිට එන කිරණ කාචයේ සිට 2.5 cm පිටුපසින් නාභි ගත වේ. එමනිසා මේ ළමයාගේ විදුර/දුර/ ඈත ලක්ෂ්‍යය අනන්තය නොවේ. නාභිය දුරද 2.7cm වූවා නම් අවුලක් ඇති නොවේ. නමුත් පේශි ඉහිල්ව පවතින විට මේ ළමයාගේ කාචයේ නාභිය දුරද 2.5 cm ම වේ. එමනිසා අලුත් විදුර ලක්ෂ්‍යය සෙවිය යුතුය. $f = -2.5$ cm ම පවත්වා ගනිමින් $v = -2.7$ cm ට දාගන්න නම් u කොපමණ විය යුතුද ? මේ සඳහා තිබිය යුතු u, 33.75 cm වේ. මේ ළමයාගේ විදුර ලක්ෂ්‍යය 33.75 cm ක් වේ. අනන්තයේ සිට 33.75 cm දුරක් දක්වා ඇති වස්තු මේ ළමයාට පැහැදිලිව නොපෙනේ.

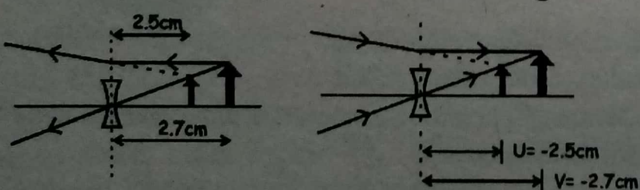
අවිදුර ලක්ෂ්‍යයටද මේ දේම වේ. අවිදුර ලක්ෂ්‍යය සඳහා ද කාචයේ නාභීය දුර වෙනස් වී නොමැත. නමුත් කාචයේ සිට දෘෂ්ටි විතානයට ඇති දුර වැඩිවී ඇත. $f = -2.273$ cm වන කාචයට $v = -2.7\text{ cm}$ කරගැනීම සඳහා අවශ්‍ය වන u කොපමණද ? එය 14.373 cm ලෙස ලැබේ. එනම් අවිදුර ලක්ෂ්‍යය 25 cm ට වඩා ලං වී ඇත. මෙය හොඳය. සාමාන්‍ය නිරෝගී ඇසක අවිදුර ලක්ෂ්‍යය 25 cm කි. මීට වඩා වස්තුව ලං උනොත් ප්‍රතිබිම්බය දෘෂ්ටි විතානයෙන් පිටුපසට යයි. නමුත් මේ ළමයාගේ දෘෂ්ටි විතානය කොහොමටත් ටිකක් පිටුපසින් වන්නට ඇති නිසා 25 cm සිට 14.37 cm දක්වා ඇති වස්තුද පැහැදිලිව පෙනේ. ඒ අතින් බලනකල අවිදුර ලක්ෂ්‍යය සඳහා ඔහුට රෝගී ඇසක් නැත. 14.37 ට වඩා දශමස්ථාන ලඝු පොතෙන් ගත නොහැක.

(ii) නිවැරදි කිරීමේ කාචය පැලඳිය යුත්තේ විදුර ලක්ෂ්‍යය සඳහා පමණි. විදුර ලක්ෂ්‍යය 33.75 cm සිට අනන්තය කරා ඈතට දැමිය යුතුය. එනම් අන්තයේ සිට පැමිණෙන කිරණ 33.75 cm දුරක සිට එනවා වගේ පෙනිය යුතුය.



එසේනම් කිරණ අක්ෂි කාචයට ඒමට පෙර අපසාරී කළ යුතුය. එසේනම් භාවිත කල යුත්තේ අවතල/අපසාරී කාචයකි. නාභිය දුර ගණනයකින් තොරව වුවද 33.75 cm ලෙස නිශ්චය කලහැක. අවතල කාචයකට පතිත වන සමාන්තර ආලෝක කදම්බයක් එහි නාභිය ලක්ෂ්‍යයේ සිට එනවා වගේ පෙනේ. $u = \infty;\ v = 33.75;\ f = ?$

f සෙවිය හැකි අනික් විදිය නම් කාචයේ කිරණ ප්‍රත්‍යවර්ත කිරීමය.



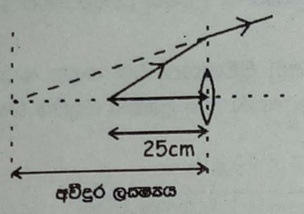
කිරණ ප්‍රත්‍යවර්ත කළවිට (අතාත්වික වස්තුව, තාත්වික ප්‍රතිබිම්බය)

2.5 cm ට එන්න ආපු එකක් 2.7 cm දැමිය යුතුය. අක්ෂි කාචය පමණක් තිබුනේ නම් සමාන්තර කිරණ නාභි ගත වන්නේ අක්ෂි කාචයේ සිට 2.5 cm දුරකිනි. නමුත් එම කිරණ 2.7 cm දුරකට විස්ථාපනය කල යුතුය. u සහ v

දෙකම මැනෙන්නේ ආලෝකය ගමන් කරන දිශාවටමය. දැන් කාචයට $\frac{1}{V}-\frac{1}{U}=\frac{1}{f}$ යෙදීමෙන් $-\frac{1}{2.7}+\frac{1}{2.5}=\frac{1}{f}$ මෙයිනුත් $f=33.75$ cm ලැබේ. නමුත් මෙච්චර කරදර විඳින්න ඕන නැත. මනෝමයෙන්ම 33.75 cm ලැබේ.

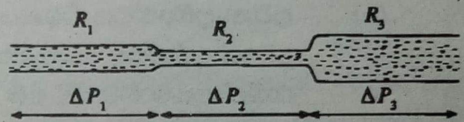
අවිදුර ලක්ෂ්‍යය සඳහා නිවැරදි කිරීමක් අවශ්‍ය නොවේ. එය කොහොමටත් 25 cm සිට 14.37 cm දක්වා අඩුවී ඇත. මේ වගේ ළමයෙක් අපි වගේ නාකි වෙනකොට කියවීමේ කාච බොහෝවිට පැළඳිය යුතු නැත.නාකි වෙනකොට අවිදුර ලක්ෂ්‍යය ඈත් වන නිසා අවිදුර ලක්ෂ්‍යය 14.37 cm සිට 25 cm කරාම යෑමට ඔහුට ඉඩ ප්‍රස්ථාව ඇත. උත්තල කාචයක් පළඳවා 14.37 cm, 25 cm ට දැමීමේ තේරුමක් නැත.

(d) වයසට යන විට අවිදුර ලක්ෂ්‍යය ඈත් වන නිසා 25 cm (සාමාන්‍ය කෙනෙකුගේ) ඇති වස්තුවක් අවිදුර ලක්ෂ්‍යයෙන් එනවා වගේ පේන්න සැකසිය යුතු නිසා පැළඳිය යුත්තේ උත්තල කාචයකි. මේ ළමයාට තම අවිදුර ලක්ෂ්‍යය 25 cm ට ඈත් වන තුරුම කන්නාඩි පැළඳිය යුතු නැත. 25 cm ටත් එහා ගියොත් සුදුසු නාභි දුරක් සහිත උත්තල කාචයක් පැළඳිය යුතුය. මේ දරුවා සුවිශේෂී දරුවෙකි. දෘෂ්ටි විතානය ඇතින් පිහිටීම ළඟ දේවල් බැලීමට හොඳය. ප්‍රශ්නයක් ඇති වන්නේ දුර දේවල් බලන විටය. අපට වඩා ළං වන අය මොහුට හොඳට පෙනේ. ඒකත් නරක නැත.



07. ΔP පීඩන වෙනසක් යටතේ තිරස් සිලින්ඩරාකාර පටු නලයක් තුළින් ද්‍රවයක් ගලන ශීඝ්‍රතාව Q සඳහා පොයිසෙල් සමීකරණය ලියා දක්වන්න. ඔබ යොදා ගත් අනෙකුත් සෑම සංකේතයක් ම හඳුන්වන්න.

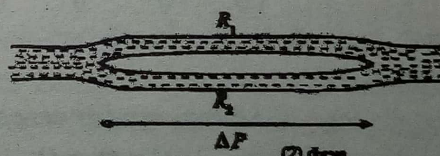
ඉහත තත්ත්වය යටතේ ද්‍රවය ගලන ශීඝ්‍රතාව වන Q ට එරෙහිව නලය දක්වන ප්‍රතිරෝධය, ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය $R=\frac{\Delta P}{Q}$ ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි ය.



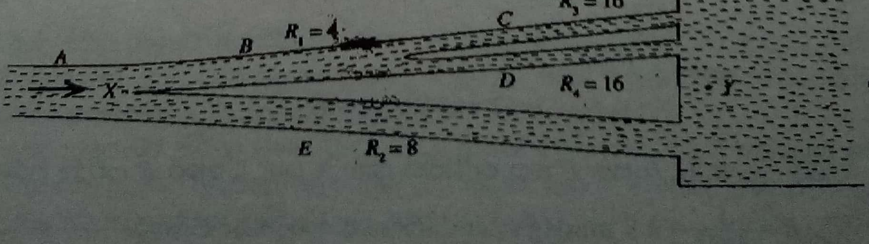
(a) ද්‍රවය හා නලය සම්බන්ධ කුමන භෞතික රාශීන්, R ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය නිර්ණය කරයිද?

(b) (1) රූපයෙහි පෙන්වා ඇති පරිදි ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇති තිරස් පටු නල තුනක් හරහා ΔP_1, ΔP_2 සහ ΔP_3 යන පීඩන අන්තරයන් යටතේ ද්‍රවයක් ගලා යන විට නල මඟින් ඇති කරන ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධයන් පිළිවෙළින් R_1, R_2 සහ R_3 වේ. R සඳහා ඉහත දී ඇති අර්ථ දැක්වීම භාවිත කරමින්, පද්ධතියේ R_0 ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය, $R_0=R_1+R_2+R_3$ මඟින් ලිවිය හැකි බව පෙන්වන්න. (ගැටි නිසා ඇතිවන බලපෑම නොසලකා හරින්න.)

(c) (2) රූපයෙහි පෙන්වා ඇති ආකාරයට එකිනෙකට සමාන්තරව සම්බන්ධ කර ඇති තිරස් පටු නල දෙකක් හරහා ΔP පොදුපීඩන අන්තරයක් යටතේ ද්‍රවයක් ගලා යන විට, එම නල මඟින් ඇති කරන ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධයන් R_1 සහ R_2 වේ. පද්ධතියේ ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය වන R_0, $\frac{1}{R_0}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$ මඟින් ලිවිය හැකි බව පෙන්වන්න. (ආන්ත බලපෑම් නොසලකා හරින්න.)



(d) X සිට Y දක්වා ද්‍රවයක් ගලා යා හැකි පරිදි X ලක්ෂ්‍යය හා Y පොදු කටාරයක් සම්බන්ධ කර ඇති A, B, C, D හා E යන තිරස් පටු නල කට්ටලයක් (3) රූපයේ පෙන්වයි. X හා Y හි පීඩනයන් නියත අගයන්වල පවත්වා ගෙන ඇත. එක් එක් නලයෙහි ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය mmHg s/cm^3 යන ඒකකවලින් රූපයෙහි ලකුණු කර ඇත. B නලය, ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධයන් සමාන වූ C සහ D නල දෙකකට බෙදී ඇත. මෙම සරල කරන ලද ආකෘතිය, ධමනි සහ ශිරා හරහා රුධිරය ගලා යෑම විදහා දැක්වීම සඳහා ද භාවිත කළ හැකිය.



(3) රූපය

පහත, (i) (ii) සහ (iii) කොටස්වලට පිළිතුරු, දක්වා ඇති ඒකකවලින් ලබාදීම ප්‍රමාණවත් වේ. ($\pi = 3$ ලෙස ගන්න.)

(i) (1) *B*, *C* සහ *D* නල පද්ධතිය නිසා *X* හා *Y* ලක්ෂ්‍ය අතර ඇති කරන ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය ගණනය කරන්න.

(2) *B*, *C*, *D* සහ *E* නල අඩංගු පද්ධතිය නිසා *X* සහ *Y* ලක්ෂ්‍ය අතර ඇති කරන ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය ගණනය කරන්න.

(ii) *X* හරහා ද්‍රවයේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව $6\ cm^3/s$ නම්, *X* හා *Y* හරහා පීඩන අන්තරය ගණනය කරන්න.

(iii) ඉහත ප්‍රතිඵල භාවිත කර *E* නලය හරහා ද්‍රවයේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව ගණනය කරන්න.

(iv) *E* නලයේ දිග 2 cm නම්, *E* නලයෙහි අභ්‍යන්තර අරය ගණනය කරන්න. ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවිතාව 4.0×10^{-3} Pa s වේ. [1 mmHg = 133 Pa ලෙස ගන්න.]

(e) ඉහත (d) කොටසෙහි සඳහන් නල පද්ධතියේ එක් නලයක උෂ්ණත්වය අඩු වුවහොත් එම නලය හරහා ද්‍රවයේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවට කුමක් සිදුවේද යන්න පැහැදිලි කරන්න. නලයේ අරයෙහි සහ දිගෙහි සිදුවිය හැකි වෙනස්වීම් නොසලකා හරින්න.

පොයිසෙල් සමීකරණය : $Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 \eta l}$ ------------------------ 01

η – ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය ; l – නලයේ දිග ; r – නලයේ අරය

සියල්ලම නිවැරදි නම් ------------------ 01

(ගැලීමට විරුද්ධ ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය, $R = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{8 \eta l}{\pi r^4}$)

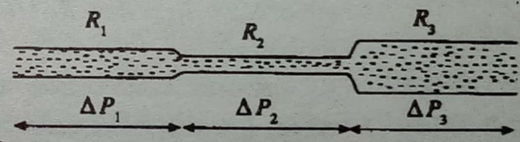
(a) ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය නිර්ණය කරන සාධක :
ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය, නලයේ දිග හා නලයේ අරය
රාශීන් තුනම නිවැරදි නම් ------------------------ 01

(b) $\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ -- 01

$R_0 Q = R_1 Q + R_2 Q + R_3 Q$ -- 01

හෝ

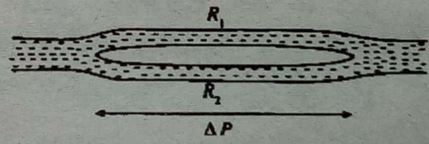
$\left[\frac{\Delta P}{Q} = \frac{\Delta P_1}{Q} + \frac{\Delta P_1}{Q} + \frac{\Delta P_3}{Q} \ \ldots\ldots\ldots (01)\right]$



$\therefore R_0 = R_1 + R_2 + R_3$

(c) ΔP නල දෙකටම පොදුවේ

$Q = Q_1 + Q_2$



$\left[\frac{\Delta P}{R_0} = \frac{\Delta P}{R_1} + \frac{\Delta P}{R_2}\right]$ ------------------------ 01

$\therefore \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

(d) (i) (1) $R_{CD} = \frac{1}{\frac{1}{16} + \frac{1}{16}}$ හෝ 8 mmHg s / cm^3 (නිවැරදි ආදේශය / පිළිතුර) ----- 01

$R_{BCD} = 8 + 4$

$= 12$ mmHg s / cm^3 ------------------------ 01

(2) *B*, *C*, *D* සහ *E* නල පද්ධතිය නිසා *X* සහ *Y* අතර *R* ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය :

$R = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{8}} = 4.8$ mmHg s / cm^3 (නිවැරදි ආදේශය/ පිළිතුර) ----------------- 01

(ii) පීඩන අන්තරය : ΔP

$\frac{\Delta P}{Q} = R$ හෝ $\frac{\Delta P}{6} = 4.8$ ------------------------ 01

$\therefore\ \Delta P = 28.8$ mmHg ------------------------ 01

(iii) E තුළ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව Q

$$Q = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{28.8}{8}$$

$$= 3.6\ \text{cm}^3/\text{s}$$ ------------------------ 01

(iv) E නලයෙහි අරය ගණනය කිරීම.

$$Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8\eta l}$$

$3.6 \times 10^{-6} = \frac{3 \times 28.8 \times 133 \times r^4}{8 \times 4.0 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2}}$ (නිවැරදි ආදේශය)---------------------- 01

$r = 6.69 \times 10^{-4}$ m $= 0.669$ mm (6.68×10^{-4} m – 6.70×10^{-4} m)-------------- 01

[π හි අගය 3.14 ලෙස ගෙන ඇත්නම් $r = 6.619 \times 10^{-4}$ m (6.61×10^{-4} m – 6.62×10^{-4}m) වේ.]

(e) නලය තුළ උෂ්ණත්වය අඩුවන විට ද්‍රවයේ දුස්ස්‍රාවිතාවය වැඩිවන නිසා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව අඩුවේ.

------------------------ 01

(7) මෙය සරල ගැටලුවකි $Q = \frac{\Delta P \pi r^4}{8\eta l}$. η දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය වේ.

මේවා සඳහා මූලය වන්නේ ඉංග්‍රීසි වචනයි. Viscosity - දුස්ස්‍රාවිතාව යනු තරලයකට අයිති ගුණයකි. Expansion - ප්‍රසාරණය යනු වෙන දේය. Expansion වලින් Expansivity යන වචනය සෑදිය හැක. එවිට එය ප්‍රසාරණතාව වේ. නමුත් Viscosity යන වචනය එලෙස වෙනස් කල නොහැක. Friction යන වචනයෙන් Frictionvity වැනි වචන සෑදිය නොහැක. එමනිසා Viscosity, Friction යන වචනවලට පෙර coefficient (සංගුණකය) යන වචනය ඇඳයි. ප්‍රත්‍යාගති සංගුණකය තවත් උදාහරණයකි. අපි A/L කරන කාලේ රේඛීය ප්‍රසාරණතාව හැඳින්වූයේ රේඛීය ප්‍රසාරණ සංගුණකය ලෙසය. ලකුණු ලබා ගැනීම සඳහා දුස්ස්‍රාවිතා සංගුණකය ලෙස η හැඳින්විය යුතුය. භෞතික විද්‍යාවේ සංගුණකය ලෙස අර්ථ දක්වන්නේ යම් ගුණයක් මැනීමට දායක වන සාධකය ලෙසයි.

ඉහත පොයිසෙල් සමීකරණය $\Delta P = \frac{8\eta l}{\pi r^4} Q$ ලෙස ලිවිය හැක. මෙම සම්බන්ධතාව විද්‍යුත් පරිපථයක් සඳහා ලියනු ලබන ඕම් නියමයට ($\Delta V = RI$) ප්‍රතිසම/ තුල්‍යරූප කල හැක. විද්‍යුත් පරිපථයක ධාරාවක් ගලන්නේ විභව අන්තරයක් (ΔV) නිසාය. එලෙසම දුස්ස්‍රාවී තරලයක් ගැලීම සඳහා පීඩන අන්තරයක් (ΔP) අවශ්‍ය ය. විද්‍යුත් පරිපථයක ධාරාව (I) යනු තත්පරයකට ගලන ආරෝපණ සංඛ්‍යාවයි. එලෙසම ඉහත සමීකරණයේ Q යනු තත්පරයකට ගලන තරල පරිමාවයි.

$\Delta V = RI$ සහ $\Delta P = \frac{8\eta l}{\pi r^4} Q$ යන සමීකරණ දෙක සසැඳීමේදී $\Delta V = RI$ හි එන R විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධයට සමක කල හැකි, ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධයක් $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$ ලෙස අර්ථ දැක්විය හැක. මෙහි වාසිය වන්නේ නල ශ්‍රේණිගතව සහ සමාන්තරගතව සම්බන්ධ වී ඇති විට අප දන්නා විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධයන්ගේ සමක ප්‍රතිරෝධය සඳහා වන සූත්‍ර ඒ අයුරින්ම භාවිත කල හැකිවීමයි.

(b) සහ (c) කොටස්වලින් ඔප්පු කොට පෙන්වන්න කියා ඇත්තේ සමක ප්‍රතිරෝධය සඳහා වන සූත්‍රයි. නල ශ්‍රේණිගතනම් ඒවා තුලින් ගලා යන ද්‍රව පරිමා ශීඝ්‍රතා එකමය. (ධාරාව මෙන්) මුළු පීඩන අන්තරය සෙවීම සඳහා එක් එක් පීඩන අන්තර එකතු කළ හැක. (විද්‍යුත් පරිපථයක විභව අන්තර මෙන්)
නල සමාන්තරගත නම් සෑම නලයක්ම හරහා පීඩන අන්තරය (විද්‍යුත් පරිපථයක විභව අන්තරය මෙන්) එකමය. ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතා එකට එකතු කළ යුතුය. අතුවල ගලන මුළු ද්‍රව පරිමා ශීඝ්‍රතා එකතුව තනි නලය තුලින් ගැලිය යුතුය. (සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධ සැකැස්මක් සඳහා $i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots$)

මේ මාදිලියේ ගැටළුවක් 2007 දී ලංකාවේ භෞතික විද්‍යා ඔලිම්පියාඩ් තරඟය සඳහා දී ඇත. එය මං මෙහිදී එකතු කොට ඇත. බලන්න මෙය සෑදිය හැකිද කියා.

දුස්ස්‍රාවී අසම්පීඩ්‍ය තරලයක අනවරත ප්‍රවාහයක් සඳහා ඒකක කාලයකදී නලයක් තුලින් ගලන තරල පරිමාව ΔV සඳහා පොයිසෙල් සමීකරණය මෙහි දක්වා ඇත. $\Delta V = \frac{\pi r^4}{8\eta l}\Delta P$. මෙහි සෑම සංකේතයකටම සුපුරුදු තේරුම ඇත. පොයිසෙල් සමීකරණය පහත දැක්වෙන අයුරින් නැවත ලිවිය හැක. $\Delta V = \frac{\Delta P}{R}$ මෙහි $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$ වන අතර තරල ප්‍රවාහය සඳහා නලය මඟින් ඇති කරන ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය ලෙසට සැලකිය හැක. ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධ $R_1, R_2, R_3 \ldots$ වන නල N සංඛ්‍යාවක් සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කොට ඒවා අතර එක සමාන පීඩන අන්තරයක් යොදා ඇත්නම් පද්ධතියේ සමක ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය R,

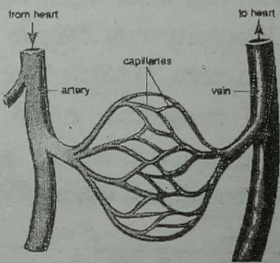
$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$ ආකාරයෙන් ලිවිය හැකි බව පෙන්වන්න. විවේකීව සිටින මිනිසෙකුගේ රුධිර සංසරණය සලකා බලන්න. හදවතේ වම් කෝෂිකාවේ සිට දකුණු කර්ණිකාව දක්වා රුධිරය ගලා යන ශීඝ්‍රතාවය $\mathbf{100\ cm^3\ s^{-1}}$ ය. එක් එක් කේශනාලිකාවක දිග 1 m හා අරය 4 μm නම් සියලුම කේශනාලිකා සමාන්තරගතව සම්බන්ධවී ඒවා අතර බලපාන පීඩන අන්තරය 1 kPa නම් පහත දෑ ගණනය කරන්න. (රුධිරයේ දුස්ස්‍රාවීතාව $= \mathbf{4.5 \times 10^{-3}\ kg\ m^{-1}\ s^{-1}}$)

(i) තනි කේශනාලිකාවකින් ඇති කරන ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය ගණනය කරන්න.

(ii) මිනිස් සිරුරේ කොපමණ කේශනාලිකා ප්‍රමාණයක් ඇතිද?

(iii) කේශනාලිකාවක රුධිරය ගලා යන ප්‍රවේගය සොයන්න.

(d) අප දන්නා පරිදි හෘදය වස්තුවෙන් නික්මෙන රුධිරය ධමනි (artery) ඔස්සේ ගලා ගොස් ශිරා (vein) ඔස්සේ නැවත හදවතට පැමිණේ. ධමනි හා ශිරා පටු කේශනාලිකා (capillaries) මඟින් එකිනෙකට සම්බන්ධ වේ. (රූපය බලන්න)



මේ කේශනාලිකා හරහා ඔක්සිජනීකෘත රුධිරය සෛල හරහා ගමන් කිරීමේදී ඔක්සිජන් සහ අනෙකුත් ප්‍රයෝජනවත් ද්‍රව්‍ය සෛලවලට ලබා දී අනවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය සෛලවලින් බැහැර කරයි. ප්‍රශ්නයේ දී ඇති X පැත්ත ධමනියක් හැටියටත් Y පැත්ත ශිරාවක් හැටියටත් සැලකිය හැක. ප්‍රශ්නයේ ඇඳ ඇත්තේ මුලින් කේශනාලිකා දෙකකට බෙදී එක් කේශ නාලිකාවක් තවත් අතු දෙකකට බෙදීම පමණි. නමුත් එක අවයවයකට යන මෙවන් කේශනාලිකා ඉතා විශාල ප්‍රමාණයක් ඇත. එවන් අවස්ථාවක් සඳහාද මෙම තර්කයම යෙදිය හැක. හදවතෙන් රුධිරය පොම්ප කරන්නේ වම් කෝෂිකාව මඟින්ය. (left ventricle) රුධිරය නැවත හදවතට යන්නේ දකුණු කර්ණිකාවටය. රුධිරය පොම්ප කරන පැත්තේ පීඩනය අනිවාර්යයෙන්ම වැඩිය.

(i) (1) C සහ D සමාන්තරගතය. එයට B ශ්‍රේණිගතය. එමනිසා සමක ප්‍රතිරෝධය සොයන අන්දමට සමක ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය සෙවිය හැක. 16 යි 16 යි සමාන්තරගත වූ විට සමකය 8 යි. එයට 4 එකතු කරන්න. 12 යි.

(2) ඉහත සැකැස්මට අනුව E ද සැලකූවිට 12 ට 8 සමාන්තරගතය. මෙයින් මුළු පද්ධතිය සඳහාම සඵල ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය ලැබේ. 12 ටත් 8 ත් වඩා සඵල ප්‍රතිරෝධය අඩු විය යුතුය.

(ii) දැන් ඇත්තේ ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය 4.8 mmHg s cm^{-3} වූ තනි නලයකි. $\Delta P = RQ$ යොදා ΔP ගණනය කල හැක.

(iii) E තනි නලය හරහාද ඇත්තේ ඉහත පීඩන අන්තරයමය. එමනිසා $Q = \frac{\Delta P}{R}$ යොදා Q ගණනය කරන්න.

(iv) දැන් r සෙවීම සඳහා E නලයට පොයිසෙල් සමීකරණය යෙදිය හැක. නමුත් ආදේශ කරන විට SI ඒකක භාවිත කළ යුතුය.

$$3.6\,\mathrm{cm^3\,s^{-1}} = 3.6 \times 10^{-6}\,\mathrm{m^3\,s^{-1}}, \Delta P = 28.8 \times 133\,\mathrm{Pa}, l = 2 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}$$

ඇත්තටම r සෙවීම සඳහා Q අවශ්‍යම නැත. E නලයේ ප්‍රවාහ ප්‍රතිරෝධය $8\,\mathrm{mmHg\,s\,cm^{-3}}$ ලෙස දන්නේය. $R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$ ය. $\therefore r^4 = \frac{8\eta l}{\pi R} = \frac{8 \times 4.0 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2}}{3 \times 8 \times 133 \times 10^6}$ $\therefore r^4 = 0.2005 \times 10^{-12}$

$\therefore r = 0.669 \times 10^{-3}\,\mathrm{m} = 6.69 \times 10^{-4}\,\mathrm{m}$

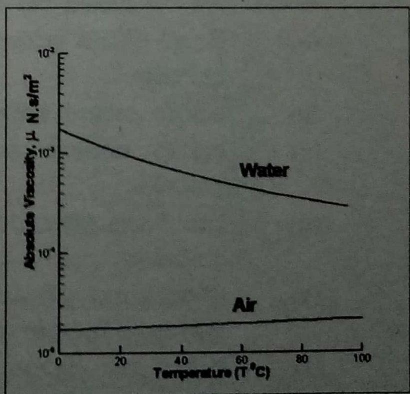
r^4 ලැබෙන නිසා r සෙවීම සඳහා ලඝු පොත් භාවිත කල යුතුය. වෙන විකල්පයක් නැත. r^4 ප්‍රකාශනයේ 10^{-12} මං හදා ගත්තේ $(10^{-12})^{\frac{1}{4}} = 10^{-3}$ වන නිසාය. 0.2005 යේ හතරේ මූලය සෙවිය යුතුය. ගණන් හදන විට ලඝු පොතක් භාවිත කළ දිනය මට මතක නැත. අවුරුදු 40 පුරාවටම මං ලඝු පොතක් අල්ලලාවත් නැත. අප ගණන් හදන්නෙත් calculators වලිනි. නමුත් අප දරුවන්ගෙන් ලඝු පොත් බලා ගණන් හැදීමේ කුසලතාව පරීක්ෂා කරයි. මොනවා කරන්නද?

මං calculator එකක් භාවිත කරත් 10 බල වෙනමම සුළු කරයි. 10^{-12} මං හදා ගත්තේ එහි හතරේ මූලය 10^{-3} වන නිසාය. 10^{-11} ගත්තොත් මේ වැඩේ කරන්න බැරිය. මූල ඇති විට මං කරන්නේ 10 බලය ඊට අනුරූපව හදා ගැනීමය. එවිට ඉතිරි වන සංඛ්‍යාවේ අවශ්‍ය මූලය තනිව සෙවිය හැක.

(e) උෂ්ණත්වය අඩුවන විට ද්‍රවයක දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩි වේ. උෂ්ණත්වය වැඩිකළ විට දුස්ස්‍රාවීතාව අඩු වේ. එනම් තරලතාව (fludity) ගලා යාමේ ප්‍රවනතාව වැඩි වේ. පැණි රත්කළ විට හොඳට ගලා යයි. උකු ගතිය අඩුවේ. වාහන එන්ජිමකට දමන තෙල්වල දුස්ස්‍රාවීතාව වාහනය පාවිච්චිකරන විට අඩු වේ. තරලතාව වැඩිවේ. උකු ගතිය අඩු වේ. උෂ්ණත්වය වැඩිවනවිට වායුවක නම් දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩි වේ. ද්‍රවයක හා වායුවක මේ වෙනස සිදුවන්නේ ඇයි?

උෂ්ණත්වය සමඟ දුස්ස්‍රාවීතාව වෙනස් වීමට කරුණු දෙකක් බලපායි. උෂ්ණත්වය වැඩිවන විට අංශු අතර ඇති සංසක්ති බල (බැඳීම්) අඩුවන අතරම අංශුවල වේගයද වැඩි වේ. සංසක්ති බල අඩුවීම දුස්ස්‍රාවීතාව අඩු කිරීමට හේතු වේ. බන්ධන දුර්වල වනවිට ඔහේ ගලාගෙන යයි. අපෙත් බන්ධන බිඳුණු විට වෙන්වීම දුකක් නොවේ. වෙන්වීමට ඇති ප්‍රතිරෝධය අඩුවේ. නමුත් අංශුවල වේගය වැඩිවීම දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩි වීමකට තුඩු දේ. අංශුවල වේගය වැඩි වන විට අංශු හයියෙන් ගොස් වැඩිපුර ගැටුම් සංඛ්‍යාවක් ඇති කරගනී. එමඟින් ප්‍රතිරෝධය (ඝර්ෂණය) වැඩි වේ. දුස්ස්‍රාවීතාවත් ඝර්ෂණයක් තමයි.

ද්‍රවයක අංශු ඇත්තේ ඉතා ළඟිනි. එමනිසා උෂ්ණත්වය වැඩි වනවිට ද්‍රව අණුවල මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය වැඩි වුවද අණුවලට කඩාගෙන යා නොහැක. එමනිසා ද්‍රවයක් සඳහා වැඩිපුර බලපාන්නේ පළමු සාධකය ය. එනම් බන්ධන ඉහිල් වී අණු ටිකක් ඈත්වීමය. වඩා තාක්ෂණිකව කිව්වොත් උෂ්ණත්වය වැඩි වනවිට ද්‍රවයක විරූපණ ප්‍රත්‍යාබලය අඩුවේ. දුස්ස්‍රාවීතාව අඩුවේ.



වායුවක අණු අතර පරතරය වැඩිය. බන්ධනද එතරම් නැත. එමනිසා උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට වායු අණු නිදහස්ව වැඩි වේගවලින් ගමන් කරයි. එහෙ මෙහෙ හයියෙන් යනකොට දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩි වේ. එමනිසා වායුවක් සඳහා වැඩිපුර බලපාන්නේ දෙවන සාධකය ය. උෂ්ණත්වය සමඟ ජලයේ හා වාතයේ දුස්ස්‍රාවීතාව විචලනය මෙම ප්‍රස්තාරයෙන් පෙන්වයි.

උෂ්ණත්වය අඩුවන විට දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩිවන නිසා ද්‍රවයේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව අඩුවේ. දුස්ස්‍රාවීතාව වැඩිවීම යනු උකු ගතිය වැඩිවීමයි. පොයිසෙල් සමීකරණයට අනුවත් η වැඩිවන විට Q අඩුවේ.

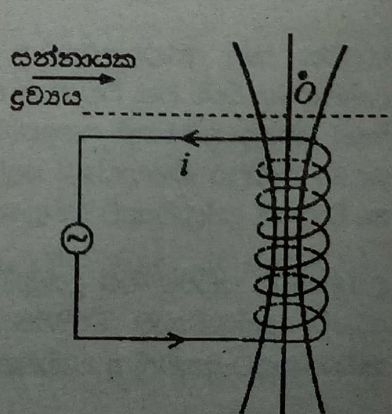
08. පහත සඳහන් ඡේදය කියවා ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සපයන්න.

අඩු තාපන කාලය, ස්ථානගත තාපනය, සෘජුතාපනය සහ කාර්යක්ෂම ශක්ති පරිභෝජනය වැනි වාසි නිසා ප්‍රේරණ තාපන (induction heating) තාක්ෂණ ක්‍රමවේදය නොයෙකුත් කාර්මික, ගෘහස්ථ සහ වෛද්‍ය යෙදුම් සඳහා තේරීම වී තිබේ. ප්‍රේරණ තාපනයේ මෙහෙයුම් මූලධර්මය පාදක වී ඇත්තේ මයිකල් ෆැරඩේ විසින් 1831 දී සොයා ගන්නා ලද විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය පිළිබඳ නියමය මත ය. ප්‍රේරණ තාපන පද්ධතියක ප්‍රධාන සංරචක දෙක වන්නේ අධි සංඛ්‍යාත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් ලැබීමෙන් කාල විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ජනනය කරන කම්බි දඟරයක් (බොහෝ විට තඹ දඟරයක්) සහ තාපය උත්පාදනය කරනු ලබන විද්‍යුත් සන්නායක ද්‍රව්‍යයකි. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවෙහි දිශාව වෙනස් වන විට චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ද එහි දිශාව වෙනස් කර ගනී. එවැනි කාල-විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට සන්නායක ද්‍රව්‍යයක්, අනාවරණය කළ විට සුළි ධාරා ලෙස හඳුන්වන ධාරා පුඩු, සන්නායක ද්‍රව්‍යය තුළ ප්‍රේරණය වේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය එහි දිශාව ශීඝ්‍රයෙන් වෙනස් කර ගන්නා විට සුළි ධාරාවන් ද ඒවායේ දිශාවන් ශීඝ්‍රයෙන් වෙනස් කර ගනී. සුළි ධාරා සැම විට ම සන්නායක ද්‍රව්‍යය තුළ සංවෘත පුඩු සාදන්නේ විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ලම්බක තලවලය. සන්නායක ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධයක් පැවතීම නිසා සුළි ධාරා මඟින් ජූල් තාපයක් (I^2R වර්ගයේ තාපය) ජනනය කරයි.

නිපදවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වඩා ප්‍රබල වන විට හෝ විද්‍යුත් සන්නායකතාව වඩා වැඩි වූ විට හෝ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වෙනස්වන ශීඝ්‍රතාව වඩා වැඩි වන විට හෝ වර්ධනය වන සුළි ධාරා ද වඩා විශාල වේ. චර්මාවරණය (skin effect) නමින් හඳුන්වන ආවරණය නිසා දඟරයේ ඇති අධි සංඛ්‍යාත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා මඟින් ජනනය වන සුළි ධාරා පවතින්නේ සන්නායක පෘෂ්ඨයට ආසන්න සීමාසහිත ඝනකමක් තුළ පමණි.

චර්මාවරණය යනු ඕනෑම අධි සංඛ්‍යාත විද්‍යුත් ධාරාවක්. සන්නායකයක් තුළ දී එහි පෘෂ්ඨයට ආසන්නව විශාලම ධාරා ඝනත්වයක් ද ද්‍රව්‍යයේ ගැඹුර සමඟ ඉතා ශීඝ්‍රයෙන් අඩු වෙමින් පවතින ධාරා ඝනත්වයක් ද සහිතව පැතිර පැවතීමට ඇති ප්‍රවණතාවයි. දඟරයේ ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව සහ සුළි ධාරා පුඩු අතර අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ෂණය නිසා සුළි ධාරා පැතිර පවතින ඝනකම තවදුරටත් අඩු වේ. මෙය සමීපත්ව ආවරණය (proximity effect) ලෙස හැඳින්වේ. ජූල් තාපනයට අමතරව ද්‍රව්‍ය තුළ මන්දායන ආවරණය (hysteresis effect) නමින් හඳුන්වන සංසිද්ධිය නිසා ද අමතර තාපයක් නිපද වේ. මෙය සිදු වන්නේ සමහර මල නොබැඳෙන වානේ, වීනච්චිටි සහ නිකල් වැනි පෙරෝ චුම්බක ද්‍රව්‍ය තුළ පමණි. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව නිසා ඇති කෙරෙන විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ප්‍රතිචාරයක් ලෙස මෙම ද්‍රව්‍ය තුළ ඇති චුම්බක වසම් (magnetic domains) ඒවායේ දිශානති නැවත-නැවත වෙනස් කර ගනී. මේවා එසේ දෙපසට හැරවීමට අවශ්‍ය ශක්තිය අවසානයේ දී තාපය බවට පරිවර්තනය වේ. මන්දායන ආවරණය නිසා තාපය ජනනය වන ශීඝ්‍රතාව, විචලනය වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ සංඛ්‍යාතය සමඟ වැඩි වේ. වාණිජ ලෙස පවතින ප්‍රේරණ තාපන පද්ධතිවල ක්‍රියාත්මක සංඛ්‍යාත ආසන්න වශයෙන් 60 Hz සිට 1 MHz දක්වා පරාසයක වන අතර වොට් කිහිපයක සිට මෙගාවොට් කිහිපයක් දක්වා ජව ලබා දේ.

වෙළඳ පොළෙහි ඇති ප්‍රේරණ ලිප් ලෙස හැඳින්වෙන ලිප් වර්ගය මෙම මූලධර්මය මත ක්‍රියාත්මක වන්නෙකි. ප්‍රේරණ ලිපක ආහාර පිසින බඳුන තබන ලිප් මුහුණතට (cooker top) යාන්තමින් පහළින් එයට නොගෑවෙන පරිදි සවිකර ඇති තඹ දඟරයක් හරහා ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් යවනු ලැබේ. ආහාර පිසින බඳුනේ සම්පූර්ණ පතුලම තාපය ජනනය කරන සන්නායක ද්‍රව්‍ය ලෙස ක්‍රියා කරයි. දඟරය මඟින් ඇති කරන විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ආහාර පිසින බඳුනේ පතුලට ඇතුළු වී සුළි ධාරා ඇති කිරීම මඟින් සහ මන්දායන හානි මඟින් තාපය නිපදවයි. තාපය නිපදවීම සඳහා මෙම ක්‍රියාවලි දෙක ම උපයෝගී කර ගනු පිණිස ආහාර පිසින බඳුන් හෝ ඒවායේ පතුල සාදා ඇත්තේ පෙරෝ චුම්බක ද්‍රව්‍ය වන සමහර මල නොබැඳෙන වානේ, වීනච්චිටි වැනි ද්‍රව්‍ය වලිනි.



(a) විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය පිළිබඳ ව ෆැරඩේ නියමය වචනයෙන් ලියා දක්වන්න.

(b) ප්‍රේරණ තාපනය භාවිත වන ක්ෂේත්‍ර **දෙකක්** නම් කරන්න.

(c) ප්‍රේරණ තාපනය හා සම්බන්ධ තාපන ක්‍රියාවලි **දෙකක්** ලියා දක්වන්න.

(d) වඩා විශාල සුළි ධාරා ඇති වීමට තුඩු දිය හැකි සාධක **තුනක්** ලියා දක්වන්න.

(e) ද්‍රව්‍යයක් තුළ සුළි ධාරා, පෘෂ්ඨයට ආසන්න, සීමාසහිත ඝනමකට සීමා කරන ආවරණ දෙක ලියා දක්වන්න.

(f) දී ඇති රූප සටහන පිටපත් කරගෙන පහත සඳහන් ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සපයන්න. එක්තරා ක්ෂණික කාලයක දී දඟරයක් තුළ

ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක දිශාව රූපයේ පෙන්වා ඇත. කාලය සමඟ මෙම ධාරාවේ විශාලත්වය වැඩිවෙමින් පවතින අවස්ථාවක් සලකන්න. පෙන්වා ඇති පරිදි දඟරයට ඉහළින් සන්නායක ද්‍රව්‍යයක් තබා ඇත.

(i) එක් ක්ෂේත්‍ර රේඛාවක් මත ඊතලයක් ඇඳීමෙන්, මෙම අවස්ථාවේ දී ඇති වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව පෙන්වන්න.

(ii) ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව වැඩිවෙමින් පවතින විට එක් සුළි ධාරා පුඩුවක් ද්‍රව්‍යය තුළ O ස්ථානයට ආසන්න ප්‍රදේශයක ඇඳ, සුළි ධාරාවේ දිශාව ලකුණු කර පෙන්වන්න.

(iii) ඔබ විසින් ඉහත (ii) හි අඳින ලද සුළි ධාරාවේ දිශාව නිර්ණය කළේ කෙසේ දැයි ලෙන්ස් නියමය යොදා ගෙන පැහැදිලි කරන්න.

(g) ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩි කරන විට, ද්‍රව්‍යයක රත් වන ශීඝ්‍රතාව ද වැඩි වන්නේ කෙසේදැයි පැහැදිලි කරන්න.

(h) කාල-විචල්‍ය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක්, අරය R වූද, ඝනකම b වූද, ප්‍රතිරෝධකතාව ρ වූද තැටියක් තුළට ඇතුළුවන අවස්ථාවක් සලකන්න. යොදනු ලබන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ B ස්‍රාව ඝනත්වය $B = B_0 \sin\omega t$ ආකාරයෙන් සයිනාකාරව විචල්‍ය වේ නම් සහ මෙහි B_0 යනු චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ විස්තාරය ද ω යනු කෝණික සංඛ්‍යාතය ද t යනු කාලය ද වේ නම්, ඉතා ම සරල කරන ලද එක්තරා ආකෘතියකට පදනම් ව සුළි ධාරා මඟින් තැටියෙහි ජනනය වන මධ්‍යන්‍ය ජවය $P = kB_0^2\,\omega^2$ මඟින් ලබා දිය හැකිය. මෙහි $k = \frac{\pi R^4 b}{16\rho}$ වේ.

$k = 0.5\ \mathrm{m^4\,\Omega^{-1}}$, $\omega = 6\ 000\ \mathrm{rad\ s^{-1}}$ හා $B_0 = 7.5 \times 10^{-3}\ \mathrm{T}$ නම්, තැටිය තුළ ජනනය වන ජවය ගණනය කරන්න.

(i) සුළි ධාරා නිසා පරිණාමකයක මධ්‍යය රත් වන අතර එය තාපය ලෙස ශක්තිය හානි වීමකට දායක වේ. පරිණාමක තුළ මෙම ශක්ති හානිය අවම කර ඇත්තේ කෙසේද?

(a) පරිපථයක ප්‍රේරණය වන වි.ගා.බ. පරිපථය හරහා කාලයත් සමඟ චුම්බක ස්‍රාවය වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාවයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

හෝ

පරිපථයක් හා සම්බන්ධ චුම්බක ස්‍රාවය වෙනස්වන විට ස්‍රාව වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාවයට සමානුපාතික වූ වි.ගා.බ. ක් පරිපථයෙහි ප්‍රේරණය වේ. ------------------------- 01

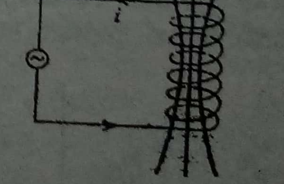
(b) කාර්මික / ගෘහස්ථ / වෛද්‍ය යෙදුම් (දෙකක් නිවැරදි නම්)------------------------- 01

(c) ජූල් තාප ජනනය (I^2R තාපය) හා මන්දායන ආවරණය (චුම්බක වසම් ඒවායේ දිශානති නැවත නැවත වෙනස් කිරීම) (දෙකම නිවැරදි නම්) ------------------------ 01

(d) නිපදවෙන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වඩා ප්‍රබල වීම, විද්‍යුත් සන්නායකතාව වැඩි වීම, චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාව විශාල වීම. (කරුණු තුනම නිවැරදි නම්)------------------------- 01

(e) චර්මාවරණය, සමීපත්ව ආවරණය (දෙකම නිවැරදි නම්)-------------- 01

(f) ක්ෂේත්‍ර රේඛාව මත නිවැරදි ව ඊතලය ඇඳීම සඳහා------- 01



(ii) දක්වා ඇති පරිදි ධාරා පුඩුව ඇඳීම----------------01

ඊතලය ඇඳ පෙන්වීම සඳහා------------------------ 01

(iii) ලෙන්ස් නියමයට අනුව සන්නායකයක් හරහා පවතින චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙහි වෙනස්වීමට විරුද්ධව චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් නිපදවෙන පරිදි සන්නායකය තුළ හටගන්නා ප්‍රේරිත වි.ගා.බ. සහ ප්‍රේරිත ධාරාවෙහි දිශාව සකස් වේ. ---------01

දඟරය මඟින් නිපදවෙන උඩු අතට පවතින චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වැඩිවෙමින් පවතී. එබැවින් සුළි ධාරාවේ දිශාව දඟරයේ ධාරාවේ දිශාවට විරුද්ධව ඇතිවිය යුතුය. -------------- 01

(g) ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩිවන විට සන්නායක ද්‍රව්‍යය හරහා පවතින චුම්බක ස්‍රාවයේ වෙනස්වීම ද වැඩිවේ. ------------------------ 01

එමනිසා සුළි ධාරාවල විශාලත්වය ද වැඩිවන අතර එමඟින් ජූල් තාප ජනනය ද ද්‍රව්‍යය රත්වීමේ ශීඝ්‍රතාවය ද වැඩිවේ. ------------------------ 01

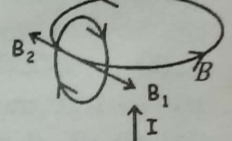
(h) $P = kB_0^2\omega^2 = 0.5\,(7.5 \times 10^{-3})^2 \times (6000)^2 = 1012.5\ \text{W}$ හෝ $P = 1013\ \text{W}$

නිවැරදි ආදේශයට------------------------ 01

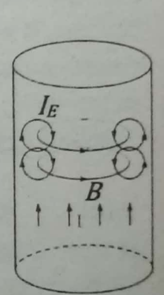
නිවැරදි පිළිතුරට------------------------ 01

(i) පරිණාමකයක මධ්‍යයේ සුළි ධාරා ඇතිවීම අවම වන ලෙස නිර්මාණය කර ඇත. එහි සන්නායක කොටස්/මධ්‍යය ආස්තරණය කොට ඇත. හෝ සන්නායක කොටස් / මධ්‍යය තුනී පතුරුවලින් සමන්විත අතර ඒවා කුසන්නායක ලැකර් හෝ ලෝහ ඔක්සයිඩ පටල මඟින් එකිනෙකින් වෙන්වන පරිදි ආවරණය කර ඇත. -- 01

(4) මෙහි විස්තර කෙරෙන්නේ ප්‍රේරණ තාපන තාක්ෂණ ක්‍රමවේදය පිළිබඳවයි. මෙය පිළිබඳ පැහැදිලි කිරීමක් ඡේදයේ ඇත. ඡේදයේ අඩංගු චර්මාවරණය (skin effect) සහ සමීපත්ම ආවරණය (proximity effect) පිළිබඳ දැනගැනීමට අවශ්‍ය නැත. (e) කොටසින් අසන්නේ ආවරණ දෙකේ නම් පමණි. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් කම්බියක හෝ සන්නායක පෘෂ්ඨයක ගමන් කරනවිට එම ධාරාව කම්බියේ හෝ සන්නායකයේ පෘෂ්ඨයට සමීපව ගමන් කිරීමට පෙළඹීමේ ප්‍රවණතාව චර්මාවරණය ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩිවත්ම ධාරාව බොහෝ දුරට පෘෂ්ඨය සමීපයටම සාන්ද්‍රගත වන අතර කම්බියේ මැද හරියේ (කේන්ද්‍රය අවට) ගලන ධාරාව ප්‍රායෝගිකව ශූන්‍ය වේ. මෙය සිදුවන්නේ ඇයි දැයි බලමු.

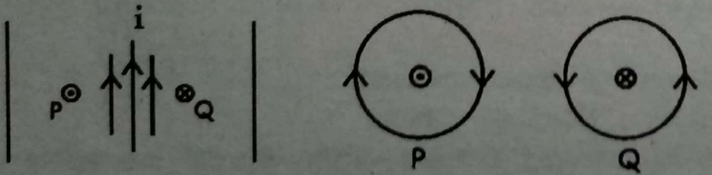


කම්බිය තුල I ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව ඉහලට වැඩි වන්නේ යයි සිතමු. ධාරාව ගලන සිරසට ලම්බකව කම්බිය තුල තිරස් තලයේ ඇති I ධාරාවෙන් වටවූ තුනී පුඩුවක් සලකන්න. I ධාරාව නිසා එම පුඩුව වටා රූපයේ පෙන්වා ඇති දිශාවට B චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයක් ඇතිවන බව අපි දනිමු. I ධාරාවක් රැගෙන යන කම්බියක් වටා ඇතිවන B හි දිශාව අපි දනිමු. දැන් I හි විශාලත්වය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේනම් පෙන්වා ඇති දිශාවට B හි අගය වැඩිවේ. පුඩුවේ යම් ලක්ෂ්‍යයක එය B_1 ලෙස පෙන්වා ඇත. I වැඩිවන විට B_1 හි විශාලත්වය වැඩිවන නිසා ලෙන්ස් නියමයට අනුව කම්බිය තුළ සුළි ධාරා ගොඩනැගෙන්නේ සුළි ධාරා මඟින් ඇතිවන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය, B_1හි දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට වන පරිදිය. B_1 තව තවත් වැඩි කරන්නට B_2 නොපෙළඹේ. මේ ස්වභාවධර්මයේ හැටිය.



B_2 (සුළි ධාරා මඟින් ජනිත වන B) B_1 හි දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට ඇති වීමට නම් පුඩුව තුළ I_E සුළි ධාරාවේ දිශාව සිරස්ව පහළට ගැලිය යුතුය. එවිට පුඩුවෙන් පිටත සුළි ධාරාවේ දිශාව සිරස්ව ඉහළට වේ. පුඩුවේ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක් ගත්තත් මෙය වලංගුවේ. රූපය බලන්න.

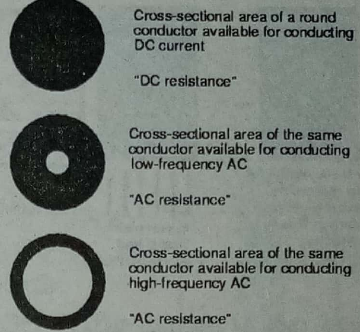
මේ නිසා පුඩුව තුළ සුළි ධාරාවලින් ඇතිවන ධාරාව යොමුවන්නේ සිරස් පහළටය. එනම් I ධාරාවේ දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවටය. පුඩුවෙන් පිටත සුළි ධාරාවල දිශාව I දිශාවටම වේ. මේ හේතුව නිසා පුඩුව තුළ සඵල ධාරාව අඩුවන අතර පුඩුවෙන් පිටත ධාරා I සමඟ එකට එකතුවී ගොඩ නැගේ. එමනිසා කම්බියේ මධ්‍යයට වන්නට ජනිතවන සුළි ධාරා මඟින් ගලන ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව ප්‍රබල ලෙස හීන වන අතර කම්බියේ පෘෂ්ඨයට සමීපව එයට ඇතුලතින් ගලන ධාරාවේ වර්ධනයක් සිදුවේ. මෙම ආවරණය පහත රූපයෙන්ද (කම්බිය සිරස් හරස්කඩයක් සලකා) මනාව පැහැදිලි කරගත හැක.



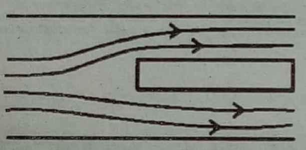
P සහ Q ලක්ෂ්‍යවලින් මායිම් වූ වපසරියේ ගලන i ධාරාව නිසා ඇතිවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය P ලක්ෂ්‍යයේදී කඩදාසියෙන් පිටතටත් Q ලක්ෂ්‍යයේදී කඩදාසිය තුළටත් යොමු වේ. දැන් i හි විශාලත්වය වැඩි වුවහොත් P හා Q ලක්ෂ්‍යවලදී ප්‍රේරණය වන සුළි ධාරා සෑදෙන්නේ ඒවා මඟින් ඇතිවන චුම්භක ක්ෂේත්‍රය i හි වැඩිවීම මඟින් ජනිත වන්නාවූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ වෙනසට විරුද්ධවය. එනම් P ලක්ෂ්‍යයේදී සුළි ධාරා දක්ෂිණාවර්ත දිශාවටත් Q ලක්ෂ්‍යයේදී සුළි ධාරා වාමාවර්ත දිශාවටත් ඇති විය යුතුය. i හි වැඩි වීම නිසා P ලක්ෂ්‍යයේ B කඩදාසියෙන් පිටතට වැඩි වේ. එමනිසා සුළි

ධාරාවෙන් ඇතිවන B කඩදාසිය තුළට යොමු විය යුතුය. එලෙසම i හි වැඩි වීම නිසා Q ලක්ෂ්‍යයේ B ඇතුළට වැඩි වේ. එම වෙනසට විරුද්ධ වන්නට නම් සුළි ධාරාවෙන් ජනිත වන B පිටතට යොමු විය යුතුය.

මෙයිනුත් පෙනී යන්නේ P හා Q අතර ප්‍රේරණය වන සුළි ධාරාවල දිශා i හි දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට ඇතිවන බවයි. සරල ධාරාවක් ගමන් කරන විට මේ තත්වය ඇති නොවේ. සරල ධාරාවක i නියත නිසා ජනිත වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ විචලනයක් නැත. $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0$ නිසා සුළි ධාරා ප්‍රේරණය නොවේ. එමනිසා සරල (DC) ධාරාවක් කම්බියක ගමන් කරන විට ධාරාව ඒකාකාරව හරස්කඩ වර්ගඵලය හරහා බෙදේ. නමුත් ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් ගමන් කරනවිට ගලන ධාරාව සන්නායකයේ පෘෂ්ඨයට සමීප වන්නට යත්න දරයි. මැදට (මධ්‍යයට) වන්නට ගලන ධාරාව පෘෂ්ඨයේ සිට ක්‍රමයෙන් අඩුවේ. ධාරාව ඒකරාශිවන සන්නායකයේ ඝනකමට චර්ම ගැඹුර (skin depth) කියා කියනු ලැබේ. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩිවත්ම ධාරාව තව තවත් පෘෂ්ඨය දෙසට තල්ලු වේ. එනම් චර්ම ගැඹුර අඩු වේ.



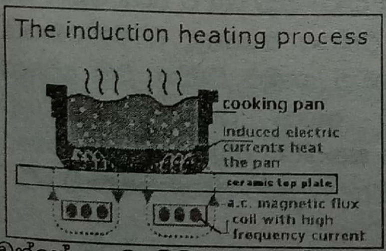
ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩිවන විට සන්නායකය හරහා ජනිතවන චුම්බක ස්‍රාවය විචලනය වන සීඝ්‍රතාවය වැඩිවේ. එමනිසා ජනිතවන සුළි ධාරාවල විශාලත්වයද වැඩි වන නිසා සන්නායකයේ මැද හරියට වන්නට ධාරාව ශුන්‍යම වේ. සිලින්ඩරාකාර කම්බියක මෙම චර්ම ගැඹුර, δ සඳහා සූත්‍රය වන්නේ (මෙය දැන ගත යුතු නැත) $\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$ ය. f = ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය ; μ = ද්‍රව්‍යයේ පාරගම්‍යතාව ; σ = ද්‍රව්‍යයේ සන්නායකතාව ($\sigma = \frac{1}{\rho}$; ρ = ප්‍රතිරෝධකතාව) μ වැඩි වීම යනු ද්‍රව්‍යයේ චුම්බක ගුණය වැඩි වීමයි. σ වැඩි වීම යනු ද්‍රව්‍යයේ සන්නායකතාව වැඩි වීමයි. මේ ගුණ දෙකම වැඩිවීම සුළි ධාරා ජනිතවීම වඩා කාර්යක්ෂම කරයි.

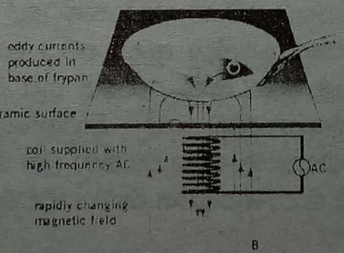


සුළි ධාරා ජනිතවීම විද්‍යුත් ප්‍රතිගාමක බලයක් (back e.m.f) ඇති වීමක් ලෙසටද සැලකිය හැක. ජලය ගලා යන නලයක මැදට වැසුනු නලයක් (බාධකයක්) දැමුවේ නම් සිදු වන්නේ කුමක්ද ? ජල ප්‍රවාහය ගලා යන නලයේ පෘෂ්ඨය දෙසට ලං වෙනවා හැර වෙන කුමක් කරන්නද? ජනිත වන්නාවූ විද්‍යුත් ප්‍රතිගාමක බලය නලයේ මැදට වන්නට ප්‍රබලය. මධ්‍යයෙන් (අක්ෂයෙන්)ඈත්වන විට එහි ප්‍රබලතාව අඩුවේ.

මෙම ආවරණය නිසා ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් සන්නායකයක ගලන විට එය මුහුණ දෙන සඵල ප්‍රතිරෝධය වැඩි වේ. සරල ධාරාවක් ගැලුවේ නම් සන්නායකයේ මුළු හරස්කඩ වර්ගඵලය පුරාම ධාරාව ගලයි. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව ගලන සඵල වර්ගඵලය කුඩා වන නිසා ප්‍රතිරෝධය වැඩි වේ. ($R = \rho \frac{l}{A}$) ප්‍රතිරෝධය වැඩිවන විට රත් වීමද වැඩි වේ.

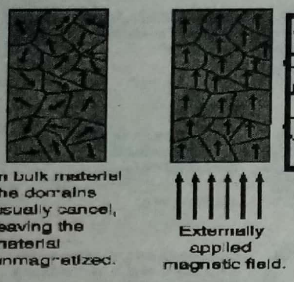
50 Hz - 60 Hz සංඛ්‍යාත සඳහා චර්මාවරණය එතරම් බලපෑමක් ඇති නොකරයි. ඇලුමිනියම් සඳහා 60 Hz දී, δ, 1 cm පමණ වේ. එමනිසා කම්බියේ අරය 1 cm ට වඩා අඩු නම් චර්මාවාරණයේ බලපෑමක් නැත. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා රැගෙන යන අපේ කම්බිවලට 2 cm ක විෂ්කම්භයක් නැත. Fe - Ni වලින් සෑදුනු කම්බියක 100 kHz දී δ, 0.002 mm තරම් කුඩා අගයක් ගනී.





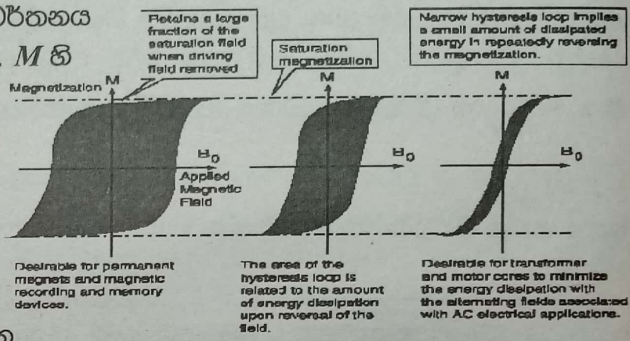
ප්‍රේරණ ලිපකට අදාළ රූප සටහන් දෙකක් මෙහි පෙන්වා ඇත. 20 වන සියවසේදී කෑම පිසීම සඳහා සොයාගත් නව නිපැයුම් වන්නේ මයික්‍රොවේව් උඳුන සහ ප්‍රේරණ උඳුනයි. ප්‍රේරණ උඳුනේ තාපය ජනිත වන්නේ කෑම පිසින බඳුනේ පතුළේය. වෙන ස්ථානයක තාපය ජනනය නොවේ. මෙයින් ඉතා ඉක්මනින් (අඩු කාලයකදී) අඩු ශක්ති ප්‍රමාණයකින් ආරක්ෂාකාරී ලෙස කෑම පිසිය හැක. දැඩි වීදුරුවලින් තනා ඇති ලිප් මුහුණත යට ඡේදයේ විස්තර කර ඇති පරිදි අධි සංඛ්‍යාත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් රැගෙන යන දඟරයක් ඇත. මේ ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ විචලනයෙන් ඇතිවන චුම්බක ක්ෂේත්‍ර විචලනය නිසා අහාර පිසින බඳුනේ පතුලේ සුළි ධාරා ප්‍රේරණය වේ. වැදගත් කරුණ වන්නේ ප්‍රේරණ ලිපක් සඳහා සාමාන්‍ය තඹ, ඇලුමිනියම් හෝ වීදුරුවලින් සාදා ඇති

භාජන පාවිච්චි කල නොහැකි වීමයි. මෙම බඳුන්වල පතුල් මල නොබැඳෙන වානේ, චීනච්චට්ටි (cast iron - වාත්තු යකඩ - Fe, C හා Si වලින් සැදි මිශ්‍ර ලෝහයක්) වැනි ද්‍රව්‍යවලින් සාදා තිබිය යුතුය. මෙවැනි ද්‍රව්‍ය අයත් වන්නේ පෙරෝ චුම්බක/ අයශ් චුම්බක (ferromagnetic materials) ද්‍රව්‍ය ගොන්නටය. මේ පිලිබඳ 2013 විවරණයේ සඳහන් කල දෑ මෙහි ගෙනහැර දක්වමි.

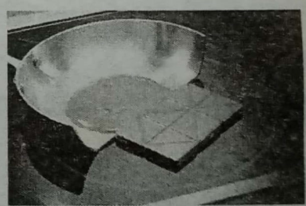


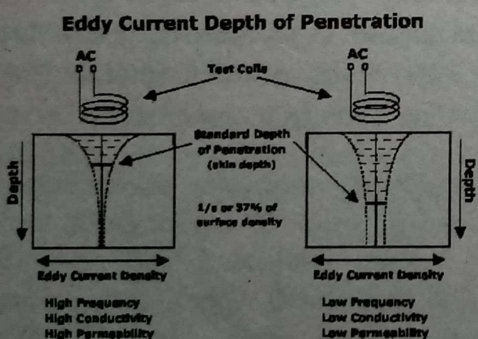
මේවාහි චුම්බකනයට ලක්වූ චුම්බක පෙදෙස්/වසම් (domains) ඇත. නමුත් බාහිර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් නොමැතිවිට මේ චුම්බක පෙදෙස් දිශානතිවී පවතින්නේ අහඹු (random) දිශාවන්ටය. (රූපය බලන්න) බාහිර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් (B_0) යෙදූවිට මේ චුම්බක පෙදෙස් බාහිර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට ක්‍රමයෙන් දිශානති වීමට පෙළඹේ. මෙම දිශානති වීම සම්පූර්ණවූ පසු ද්‍රව්‍යයේ චුම්බකනය (M; magnetisation) උපරිම සංතෘප්ත අගයකට පත්වේ. බාහිර චුම්බක ක්ෂේත්‍රය අඩුවන විට M අඩු වූවත් $B_0 = 0$ වූවත් M ශූන්‍ය වන්නේ නැත. යම් M අගයක් ඉතිරිව පවතී.

බාහිර ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව ප්‍රත්‍යාවර්තවී නැවත නැවත පුනරාවර්තනය වනවිට M විචලනයවන ආකාරය මෙම රූපයේ පෙන්වා ඇත. M හි මෙම හැසිරීම මන්දයනය (මන්දක ආකාරයක් ගන්නා නිසා) ලෙසින් හැඳින්වෙන අතර රූපයේ පෙන්වා ඇති පුඩු මන්දයන වල ලෙසින් හැඳින්වේ. මෙම චුම්බක පෙදෙස් නොනවත්වාම එහාට මෙහාට හැරෙන විට තාපය උපදී. මන්දයනයෙන් සිදුවන ශක්ති හානිය ලෙසින් හැඳින්වෙන්නේ මෙයයි. මන්දයන වලයේ වර්ගඵලය අඩුනම් උපදින තාපය අඩුය. බොහෝ බාහිර බලපෑම්වලට අපගේ සිත්වලද මන්දයන වල ජනිත වේ. සතුට හෝ වේදනාව වලයේ වර්ගඵලය අනුව තීරණය වේ.



මන්දායන ආවරණය නිසා ඇතිවන තාපයද ප්‍රේරණ ලිපක අත්‍යවශ්‍ය සාධකයකි. ජූල් තාපනය පමණක් ඇති කිරීමට නම් තඹ, ඇලුමිනියම් ද්‍රව්‍යවලට පුළුවන. ප්‍රේරණ ලිපක භාවිත කල හැකි බඳුනක පතුලට චුම්බකයක් ලං කලවිට එය ආකර්ෂණය විය යුතුය. මෙවැනි ලිප්වල භාජනවල පතුල් තැබිය යුතු ස්ථාන සලකුණු කොට ඇත. රත් වන්නේ බඳුනේ පතුල පමණි. සීමාවේ හා පිට පවතින වීදුරු මුහුණත රත් නොවේ. එමනිසා වීදුරු මුහුණත පිරිසිදු කිරීම ඉතා පහසුය. බඳුන තුල හා එයින් පිටත තබා ඇති චොක්ලට් පුවරුවක් රූපයේ පෙන්වා ඇත. බඳුන තුල ඇති චොක්ලට් දියවී ඇති අතර පිටත ඇති චොක්ලට් දියවී නොමැත.



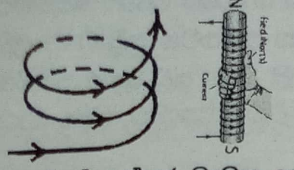


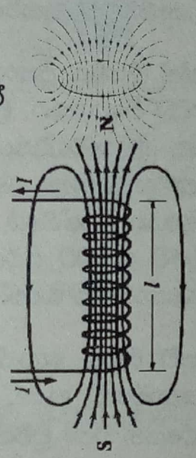
ඉහල සන්නායකතාවක් හා පාරගම්‍යතාවක් ඇති සන්නායක සමීපයේ අධි සංඛ්‍යාත ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් විචලනය වනවිට සන්නායකයේ දඟරයට සමීපව ඇති පෘෂ්ඨයේ සුළි ධාරා ඒකරාශී වී ඇති අයුරු වම් රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙය පෙර විස්තර කරනලද චර්මාවරණයයි. දකුණු පස ඇති රූපයේ සුළි ධාරාවල ගැඹුර වැඩිය. එහි ද්‍රව්‍යයේ සන්නායකතාව හා පාරගම්‍යතාව අඩුය. ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතයද අඩුය.එමනිසා සුළි ධාරා ඝනත්වය අඩුය. වම් පස රූපයේ සුළි ධාරා ඝනත්වය වැඩිය. එවිට ජනිතවන තාප ප්‍රමාණයද වැඩි වේ.

(a) පැරඩේ නියමය වචනයෙන් ලිවිය යුතුය. වචනයෙන් ලියන්න කියා ඇත්තේ නැතිනම් $E = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t}\left(\frac{-d\phi}{dt}\right)$ ලෙස ගණිතමය සම්බන්ධතාව ලිවිය හැකිවීම නිසාය. හරියට ලිව්වේ නැතිනම් ලකුණු නොලැබේ. දැන් අර්ථ දැක්වීම් අසන නිසා අර්ථ දැක්වීම් කට පාඩම් කලාට කමක් නැත.

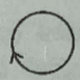
(b),(c),(d),(e) කොටස්වලට උත්තර ඡේදයෙන්ම ගත හැක.

(f) චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව සෙවීම සඳහා දඟරයේ ධාරාව ගමන් කරන දිශාව නිශ්චය කර ගත යුතුය. දඟරයේ ඉදිරියෙන් පෙනෙන කොටසේ ධාරාව ගලන දිශාව රූපයේ පෙන්වා ඇත. කඩ ඉරි ඇඳ ඇත්තේ දඟරයේ පිටුපස කොටසේය. දැන් දකුණු අතේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්බව තබා ඇඟිලි තුඩු ධාරාවේ දිශාවට යොමු කලවිට මහපට ඇඟිල්ලෙන් දඟරය තුළ ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව නිරූපණය කරයි. එසේ නොමැතිනම් දඟරයේ උත්තර ධ්‍රැවය යොමුවන්නේ මහපට ඇඟිල්ල දිශාවටය.





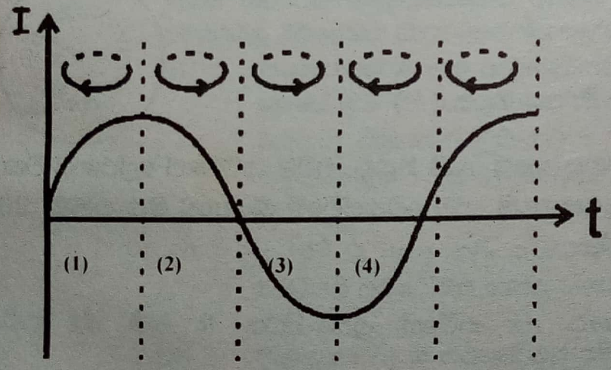
ධාරාවේ විශාලත්වය කාලය සමඟ වැඩිවන නිසා දඟරයේ චුම්බක ක්ෂේත්‍රය වැඩිවෙමින් පවතී. සන්නායකය තුල දඟරයෙන් ඇතිවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ඉහළට වැඩිවෙමින් පවතී. එමනිසා ප්‍රේරණය වන සුළි ධාරාවලින් ගොඩනැගෙන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය මේ වැඩිවීමට (වෙනසට) එරෙහිව ක්‍රියාත්මක විය යුතුය. එසේ නම් සුළි ධාරාවලින් ඇතිවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සිරස්ව පහළට යොමුවිය යුතුය. රූපය බලන්න. දකුණු අතේ ඇඟිලි ධාරාවේ දිශාවට යොමු කළවිට මහපට ඇඟිල්ල පහලට දිශානති විය යුතුය.



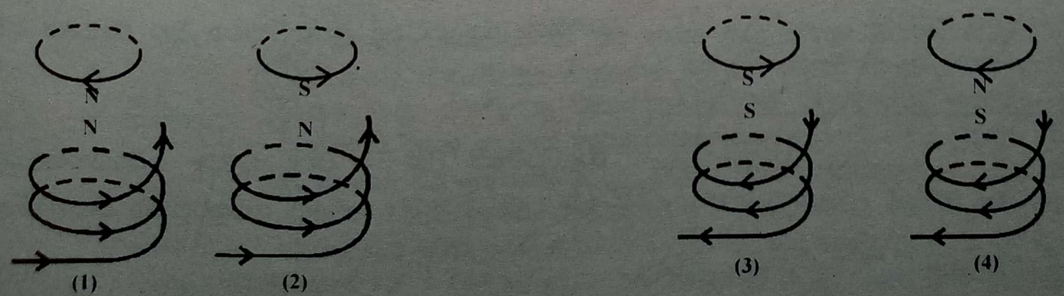
පුඩුව ඇඳ ධාරාව ගලන දිශාව පෙන්වීමේදී පරිස්සම් විය යුතුය. ඔබ අඳින්නේ ත්‍රිමාන රූපයකි. එමනිසා පුඩුව මෙලෙස නොඅඳින්න. සුළි ධාරාවල තලය තිරස් විය යුතුය. සුළියේ ඇතුලට යන කොටස කඩ ඉරිවලින් ඇන්දේනම් හොඳට ත්‍රිමාන ගතිය පෙනේ.

ධාරාවේ දිශාව ප්‍රත්‍යාවර්ත නොවී කාලය සමඟ ක්‍රමයෙන් අඩු වෙමින් පැවතියේ නම් දඟරය හරහා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව වෙනස් නොවුනද එය ක්‍රමයෙන් අඩුවෙමින් පවතී. එවිට සුළි ධාරාවන්ගෙන් ගොඩ නැගෙන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙන් මේ අඩුවීමේ වෙනසට ප්‍රතිචාර දැක්විය යුතුය. මෙසේ වීමට නම් සුළි ධාරා අනෙක් දිශාවට ගැලිය යුතුය. එවිට එයින් ජනිතවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය දඟරයේ ඉහළට පවතින චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ අඩුවීම හානිපූර්ණය කරයි.

රූපයේ පෙන්වා ඇති දිශාව ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ ධන දිශාව ලෙස ගතහොත් ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව කාලය සමඟ විචලනය වන විට සුළි ධාරා දිශා වෙනස්වන ආකාරය පහත පෙන්වා ඇත.



දඟරයේ ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාව සහ සුළි ධාරා පුඩු අතර අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ෂණය හා විකර්ෂණය යන දෙකම ඇත. සම්පත්ව ආවරණය ලෙස හඳුන්වන්නේ ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා දෙකක් එක ලඟ ගලනවිට දෙදෙනාට අනෙකාගෙන් ඇතිවන බලපෑම නිසා ඒවායේ ගලන ධාරා ව්‍යාප්තියට සිදුවන බලපෑමයි. එමඟින් ඇතිවන ඵලය ආකර්ෂණ හෝ විකර්ෂණ විය හැක. ඉහත විචලනයේ (1) කොටසේදී දඟරයේ ධාරාව සහ සුළි ධාරා පුඩු අතර අන්‍යෝන්‍ය විකර්ෂණයක් ඇතිවේ. විචලනයේ (2) කොටසේදී දඟරයේ ධාරාව සහ සුළි ධාරා පුඩු අතර අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ෂණයක් ඇතිවේ. නැවතත් (3) කොටසේදී දඟරයේ ධාරාව සහ සුළි ධාරා පුඩු අතර අන්‍යෝන්‍ය විකර්ෂණයක් ඇතිවේ. ආයෙත් විචලනයේ (4) කොටසේදී දඟරයේ ධාරාව සහ සුළි ධාරා පුඩු අතර අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ෂණයක් ඇතිවේ.



(2) හි ධාරාවේ දිශාව වෙනස්වී නොමැත. නමුත් කාලය සමඟ ධාරාව ක්‍රමයෙන් අඩු වෙමින් පවතී. (3) හි ධාරාවේ දිශාව වෙනස්වී ඇත. නමුත් කාලය සමඟ ධාරාව ක්‍රමයෙන් වැඩි වෙමින් පවතී. (4) හි ධාරාවේ දිශාව වෙනස්වී නොමැත. නමුත් කාලය සමඟ ධාරාව ක්‍රමයෙන් අඩු වෙමින් පවතී. නමුත් යම් මොහොතක ජනිතවන සුළි ධාරා පුඩු සියල්ලගේම දිශා නම් එකමය. එමනිසා ඒවා නම් එකිනෙකට ආකර්ෂණය වේ. එමනිසා සුළි ධාරා පුඩු අතර පවතින අන්‍යෝන්‍ය ආකර්ෂණය නිසා නම් සුළි ධාරා පැතිර පවතින ඝනකම තවදුරටත් අඩු වේ. එකම දිශාවට ගලන ධාරා පුඩු සෑමවිටම ආකර්ෂණය වේ.

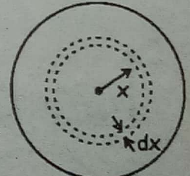
ලෙන්ස් නියමය ප්‍රකාශ කරනවිට චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙහි වෙනස්වීමට විරුද්ධව කියා ප්‍රකාශ කළ යුතුය. වෙනස්වීමට විරුද්ධ විය යුතුය. චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට විරුද්ධ විය යුතු නැත. වෙනසට (වැඩිවීමට හෝ අඩුවීමට) විරුද්ධ විය යුතුය. ස්වභාවධර්මය ප්‍රතිචාර දක්වන්නේ වෙනස්වීම්වලටය. අපත් එසේමය. සුළි ධාරා හටගැනෙන්නේ දඟරයෙන් ජනිතවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ වෙනසට විරුද්ධ වන ක්ෂේත්‍රයක් ගොඩනගන්නය. එමනිසා දඟරයට සමීපව ඇති සන්නායක පෘෂ්ඨයේ හට ගැනෙන සුළි ධාරාවන්ගෙන් මේ කාර්යභාරය ඉටුකළ පසු සන්නායකයේ පෘෂ්ඨයේ සිට ගැඹුරට යනවිට සඵල චුම්භක ක්ෂේත්‍රය හීන වේ. එවිට පෘෂ්ඨයේ සිට ගැඹුරට වන්නට සුළි ධාරා හට ගැනීමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත.

සමීපව සිටින සොල්දාදුවන්ගෙන් ප්‍රහාරය මැඩ පවත්වාගත හැකි නම් ඇතුලට වන්නට සොල්දාදුවන් සිටීමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත. එක් අතකින් බලනකල සන්නායක පෘෂ්ඨයේ හටගන්නා සුළි ධාරා මඟින් පිටතින් එන (දඟරයෙන් එන) චුම්බක ක්ෂේත්‍රය නිවාරණය (shielding) කරයි. සන්නායකය තුලටම එන්න නොදෙයි.

(g) සුළි ධාරාවල විශාලත්වය වැඩිවී ජූල් තාපනය වැඩිවන්නා සේම ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවේ සංඛ්‍යාතය වැඩිවන විට චුම්බක වසම්ද ඒවායේ දිශානති නැවත නැවත වෙනස් කර ගැනීමද ශීඝ්‍රයෙන් සිදුවේ. මේ නිසා චුම්බක වසම් අතර පවතින ඝර්ෂණයෙන් ජනිතවන තාපයද ද්‍රව්‍යය රත්වන ශීඝ්‍රතාව වැඩි කිරීමට දායක වේ.

(h) සූත්‍රයක් දී ඇති නිසා ඇත්තේ අගයයන් ආදේශ කොට අංක ගණිතය පමණි. මේ ප්‍රකාශනය ව්‍යුත්පන්න කිරීම අවශ්‍ය නැතත් සම්පූර්ණත්වය සඳහා එය ව්‍යුත්පන්න කරන්නම්. ජීව විද්‍යාව හදාරන දරුවන්ට මෙය තේරෙන්නේ නැතිනම් ගණන් ගන්න එපා. තැටියේ කේන්ද්‍රයේ සිට x දුරකින් ඇති dx පළලකින් යුත් තුනී පටියක් සලකන්න. මුළු තැටිය පුරාම සුළි ධාරා ප්‍රේරණය වන බව උපකල්පනය කළ යුතුය. චර්මාචාරණය නොසලකා හරිනු ලැබේ.

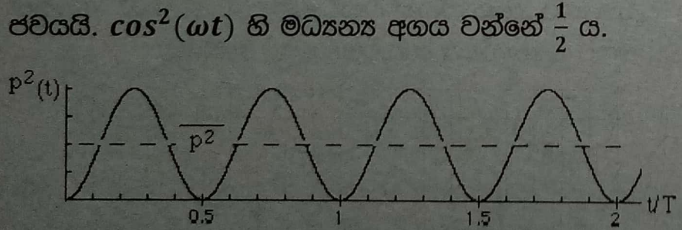
x අරයෙන් යුත් πx^2 වර්ගඵලය හරහා ගලා යන චුම්භක ස්‍රාවය $= \pi x^2 B = \pi x^2 B_0 sin\omega t$



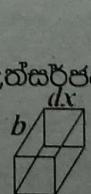
ස්‍රාවය වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාවය $=$ dx තීරුවේ ප්‍රේරණය වන වි. ගා. බලය (E)

පටිය වෙනුවට තුනී සන්නායක කම්බියකින් පටිය ප්‍රතිස්ථාපනය කලේ යැයි සිතමු. එවිට කම්බියේ ප්‍රේරණය වන වි. ගා. බලය රඳා පවතින්නේ කම්බියෙන් වටවූ කම්බියේ ඇතුළත ඇති ස්‍රාව වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාව මත පමණි. 2011 මූලාකෘති ප්‍රශ්න පත්‍රයේ (model paper) 48 ප්‍රශ්නය බලන්න.

$E = -\frac{d\emptyset}{dt} = -\pi x^2 B_0 \frac{d}{dt}(\sin\omega t) = -\pi x^2 B_0\, \omega \cos\omega t$. dx පටියේ ප්‍රතිරෝධය R නම් dx පටියේ උත්සර්ජනය වන ජවය $= \frac{E^2}{R}\left(\frac{V^2}{R}\right) = \frac{\pi^2 x^4 {B_0}^2 \omega^2 cos^2(\omega t)}{R}$. මධ්‍යන්‍ය ජවය යනු එක් ආවර්තයකදී උත්සර්ජනය වන ජවයයි. $cos^2(\omega t)$ හි මධ්‍යන්‍ය අගය වන්නේ $\frac{1}{2}$ ය.

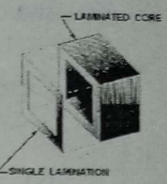


එමනිසා dx පටියේ උත්සර්ජනය වන මධ්‍යන්‍ය ජවය $= \frac{1}{2}\,\frac{\pi^2 x^4 {B_0}^2 \omega^2}{R}$



dx පටියේ දිග $= 2\pi x$; dx පටියේ හරස්කඩ වර්ගඵලය $= bdx$; $\therefore$ dx පටියේ ප්‍රතිරෝධය $R = \rho\frac{2\pi x}{bdx}\left(R = \rho\frac{l}{a}\right)$; $\therefore$ dx පටියේ උත්සර්ජනය වන මධ්‍යන්‍ය ජවය $= \frac{1}{2}\,\frac{\pi^2 x^4 {B_0}^2 \omega^2\, bdx}{\rho 2\pi x} = \frac{1}{4}\,\frac{\pi {B_0}^2 \omega^2\, b\, x^3 dx}{\rho}$

∴ මුළු තැටියේ උත්සර්ජනය වන මධ්‍යන්‍ය ජවය $= \frac{1}{4}\frac{\pi B_0^2\omega^2 b}{\rho}\int_0^R x^3 dx = \frac{1}{4}\frac{\pi B_0^2\omega^2 b}{\rho}\left[\frac{x^4}{4}\right]_0^R = \frac{1}{16}\frac{\pi B_0^2\omega^2 bR^4}{\rho}$



(i) මෙය බොහෝවිට පරීක්ෂාකොට ඇත. පරිණාමකයේ මධ්‍යය ආස්තරණය කොට ඒවා අතර කුසන්නායක ලැකර් ආලේප කොට හෝ ඔක්සයිඩ පටල රිංගවා ඇත.

ප්‍රේරණ තාපනය යොදාගන්නා සමහර යෙදුම්

(1) වාහන එන්ජින් කොටස් වැනි මෙවලම් දැඩි කිරීම (hardening) සඳහා ප්‍රේරණ තාපනය භාවිත වේ. අවශ්‍ය කරන කොටස් සෘජුවම රත්කොට සිසිල් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය නැවත නැවත කිරීම මඟින් වානේ මෙවලම් දැඩි කළ හැක. ප්‍රබලතාවය වැඩි කල හැක.

(2) ලෝහ කොටස් එකිනෙකට පෑස්සිය හැක. වෙල්ඩින් කලහැක. එලෙසම අවශ්‍ය තැන් මෘදු කල හැක.

(3) ලෝහ වර්ග ද්‍රව කළ හැක. ඊට පසු අවශ්‍ය හැඩවලින් යුත් නිර්මාණ ලබා ගත හැක.

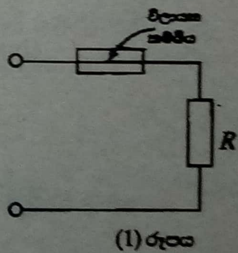
(4) බෙහෙත් වර්ග ඇතුළු අනෙකුත් දෑ අඩංගු බඳුන් මුද්‍රා තැබීම සඳහා ලෝහ පත් භාවිත වේ. මේවා බඳුනට සවි කරන්නේ ප්‍රේරණ තාපනය මඟිනි.

ප්‍රේරණ තාපනයේ තවත් ප්‍රධාන වාසියක් වන්නේ ගිනිදැල් නොමැති නිසා රත් කිරීම සඳහා O_2 වායුව අවශ්‍ය නොවීමයි.

09. (A) (a) ප්‍රතිරෝධය R වූ ප්‍රතිරෝධකයක් හරහා I ධාරාවක්, t කාලයක් තුළ යැවූවිට හානි වන ශක්තිය (W) සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

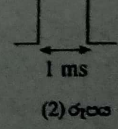
(b) විදුලි විලායකයක් යනු තුනී ලෝහ කම්බියක් අන්තර්ගත කුඩා මූලාවයවයකි. නිර්දේශිත ධාරාවලට වඩා වැඩි ධාරා (අධිභාර ධාරා සහ ලුහුවත් පරිපථ නිසා) ගලා යෑම නිසා විද්‍යුත්/ඉලෙක්ට්‍රෝනික පරිපථවලට සිදුවන හානිය වළක්වා ගැනීමට ඒවා හා ශ්‍රේණිගතව විදුලි විලායක සම්බන්ධ කර ඇත. කිසියම් පරිපථයක විලායකය හරහා ධාරාව, පරිපථයේ නිර්දේශිත ධාරා අගයට වඩා වැඩි වූ විට විලායකය දැවී (ද්‍රව වී) ගොස් පරිපථය ජව ප්‍රභවයෙන් විසන්ධි වේ. විදුලි විලායක තෝරා ගනු ලබන්නේ ඒවායේ ප්‍රමාණන, පරිපථවල නිර්දේශිත ධාරා අගයන්ට සමාන වන පරිදි ය.

(i) විලායකයක් R භාර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත පරිපථයකට සම්බන්ධ කරන්නේ කෙසේ දැයි (1) රූපයේ පෙන්වා ඇත.
එක්තරා විලායකයක ධාරාව 5 A ලෙස ප්‍රමාණනය කර ඇත. විලායක කම්බියේ දිග 3 cm ද එහි අරය 0.1 mm ද (හරස්කඩ වර්ගඵලය ~3×10^{-8} m^2), සහ 25 ^{0}C දී කම්බිය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධකතාව 1.7×10^{-8} Ω m ද නම්, කාමර උෂ්ණත්වය වන 25 ^{0}C හි දී විලායක කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය ගණනය කරන්න.

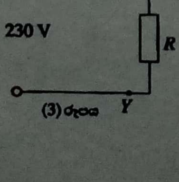


(1) රූපය

(ii) විලායකය (i) හි සඳහන් කළ ප්‍රමාණනයෙන් ක්‍රියාත්මක වන විට, අනවරත අවස්ථාවේ දී විලායක කම්බියෙන් ජනනය වන සම්පූර්ණ තාපය, විලායකය දැවී යාමකින් තොරව පරිසරයට හානි වේ. 5 A විලායකයෙන් ඒ ආකාරයට හානි වන ක්ෂමතාව ගණනය කරන්න. උෂ්ණත්ව පරාසය තුළ විලායක කම්බියේ ප්‍රතිරෝධයෙහි සාමාන්‍ය අගය (b) (i) හි ගණනය කළ අගය මෙන් පස් ගුණයක් ලෙස ගන්න.



(2) රූපය



(3) රූපය

(iii) විදුලි විලායක නිෂ්පාදකයන් සිදු කරන එක් පරීක්ෂා කිරීමක් වන්නේ විදුලි විලායකයක් ආසන්න වශයෙන් එක් මිලි තත්පරයක දී ද්‍රව වීමට (දැවීමට) අවශ්‍ය ධාරා ස්පන්දයක විස්තාරය සෙවීමයි. (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති, මිලිතත්පර එකක කාලයක් සහිත සෘජුකෝණාස්‍රාකාර ස්පන්දය සලකා (b) (i) හි, දී ඇති විලායක කම්බිය ද්‍රව කිරීමට අවශ්‍ය ස්පන්දයේ I_0 උච්ච ධාරාව ගණනය කරන්න. මෙම තත්වය යටතේ දී පරිසරයට සිදුවන තාප හානිය නොසැලකිය හැකි තරම් කුඩා යැයි උපකල්පනය කරන්න. (b) (i) හිදී ඇති විලායක කම්බියේ ස්කන්ධය 7.5×10^{-6} kg ලෙස සහ උෂ්ණත්ව පරාසය තුළ විලායක කම්බියේ ප්‍රතිරෝධයෙහි

සාමාන්‍ය අගය (b) (i) හි ගණනය කළ අගය මෙන් පස්ගුණයක් ලෙස ගන්න. විලායක කම්බිය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව 390 J kg^{-1} $^0C^{-1}$ වේ. විලායක කම්බිය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ ද්‍රවාංකය 1075 ^{0}C වේ.

(iv) (3) රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට 230 V වෝල්ටීයතාවක් යොදා ඇති භාරයක් සහිත පරිපථය *XY* හිදී ලුහුවත් වී ඇති අවස්ථාවක් සලකන්න. මෙම අවස්ථාවේ දී 5 A විලායකයක් හරහා ධාරාව ගණනය කරන්න. (b) (iii) හි ලබාගත් ප්‍රතිඵල භාවිතයෙන් මෙහිදී මිලි තත්පර 1 කට ප්‍රථම විලායකය දැවී යන බව පෙන්වන්න. (මෙහි ලැබෙන ධාරාව සෘජුකෝණාස්‍රාකාර ධාරා ස්පන්දයක් ලෙස උපකල්පනය කරන්න.)

(v) 1 μs කාලයක් තුළ ඇති වන 500 A සෘජුකෝණාසාක්‍රාර පටු ධාරා ස්පන්දයක් 5 A විලායකයක් හරහා ගමන් කරයි. මෙම අවස්ථාවේ දී විලායකය දැවී යයි ද? සුදුසු ගණනය කිරීමක් භාවිතයෙන් ඔබේ පිළිතුර සත්‍යාපනය කරන්න.

(a) $W = I^2Rt$ ------------------------ 01

(b) (i) $R = \frac{\rho l}{A}$ ------------------------ 01

$= \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-8}}$ (නිවැරදි ආදේශය) ------------------------ 01

$= 1.7 \times 10^{-2}\ \Omega$ ------------------------ 01

(ii) $P = I^2 R$

$= 5^2 \times (1.7 \times 10^{-2}) \times 5$ ------------------------ 01

$= 2.125$ W ------------------------ 01

(iii) $I_0^2Rt = mc\Delta\theta$ ($mc\Delta\theta$ විද්‍යුත් ශක්තියට සමාන කිරීම සඳහා)-------------- 01
(සංකේතවලට සුපුරුදු තේරුම් ඇත.)

$I_0^2 = \frac{(7.5 \times 10^{-6}) \times 390 \times 1050}{(1.7 \times 10^{-2}) \times 5 \times 10^{-3}}$ (නිවැරදි ආදේශයට)------------------------01

$= 3.613 \times 10^4$

$I_0 = 1.90 \times 10^2$ A (1.900×10^2 A – 1.901×10^2 A) ------------------------ 01

(iv) 5 A විලායකය හරහා ධාරාව $= \frac{230}{1.7 \times 10^{-2} \times 5}$ ---------------------------- 01

$= 2.706 \times 10^3$ A (2.705×10^2 A – 2.707×10^2 A) ----- 01

මෙම ධාරාව (iii) හි I_0 ට වඩා විශාල නිසා විලායකය එක මිලි තත්පරයකට පෙර දැවී යයි.
------------------------ 01

(ඉහත (iii) සහ (iv) හි ගණනය කළ ධාරා දෙකම නිවැරදි නම් පමණක් මෙම ලකුණ ලබා දෙන්න.)

විකල්ප ක්‍රමය
විලායකය දැවී යාමට ගතවන කාලය *t* නම් $I^2Rt = mc\Delta\theta$

$t = \frac{mc\,\Delta\theta}{I^2R}$

$t = \frac{(7.5 \times 10^{-6}) \times 390 \times 1050}{(2.706 \times 10^3)^2 \times 1.7 \times 10^{-3} \times 5}$ ------------------------ 01

$= 4.934 \times 10^{-4}$ s ------------------------ 01

∴ එක මිලි තත්පරයකට පෙර විලායකය දැවී යයි. ------------------------ 01
හෝ වෙනත් නිවැරදි විකල්ප ක්‍රමයක්

(v) නැත

සාධාරණීකරණය :

විලායක කම්බිය දැවීමට අවශ්‍ය ශක්තිය $mc\Delta\theta$ $= 7.5 \times 10^{-6} \times 390 \times 1050$ ----- 01

$= 3.07$ J

විලායක කම්බියෙන් උත්සර්ජනය වන ශක්තිය $= 500^2 \times (1.7 \times 10^{-2}) \times 5 \times 10^{-6}$ ------01

$= 2.125 \times 10^{-2}$ J

මෙම අගය විලායක කම්බිය දැවීමට අවශ්‍ය ශක්තියට (3.07 J) වඩා ඉතා කුඩාය.

එමනිසා විලායක කම්බිය දැවී නොයයි. ------------------------ 01

විකල්ප ක්‍රමය : විලායක කම්බියේ උෂ්ණත්ව වැඩිවීම $\Delta\theta$ නම්, $\Delta\theta = \frac{I^2Rt}{mc}$

$$\Delta\theta = \frac{500^2 \times (1.7 \times 10^{-2}) \times 5 \times 10^{-6}}{(7.5 \times 10^{-6}) \times 390}$$ ------------------------ 01

$= 7.26\ ^0C$

$\therefore$ විලායක කම්බිය අත්කර ගන්නා අවසාන උෂ්ණත්වය

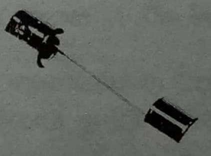
$(25 + 7.26) \quad = 32.26\ ^0C$ ------------------------ 01

එබැවින් විලායක කම්බිය දැවී නොයයි. ------------------------ 01

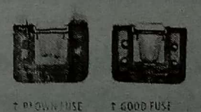
හෝ වෙනත් නිවැරදි විකල්ප ක්‍රමයක්

9(A) මෙම ප්‍රශ්නය පාදක වී ඇත්තේ විදුලි විලායක (electrical fuses) පිළිබඳවයි. ප්‍රශ්නයේ විස්තර කර ඇති පරිදිම විලායක භාවිත කරන්නේ ලුහුවත් වීමක් මඟින් හෝ අධිභාර (overloading) ධාරා ගැලීමෙන් හෝ නොසිතූ (නොගැලපෙන) භාර පරිපථයට සම්බන්ධ වීමෙන් හෝ විද්‍යුත් / ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපක්‍රමයේ (උපකරණයේ) වරදකින් හෝ නිර්දේශිත ධාරාවට වඩා වැඩි ධාරාවක් ගැලුවොත් එමඟින් පරිපථය / උපක්‍රමය ආරක්ෂා කර ගැනීමය.

අධිභාර ධාරාවක් යනු භාර ප්‍රමාණය වැඩිවීමකින් පරිපථය හරහා ගලා යා හැකි අධික ධාරාවයි. උදාහරණයක් වශයෙන් අපගේ නිවෙස්වල විදුලි පරිපථයේ නොයෙකුත් භාර (loads) සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ සමාන්තරගතවය. එයට හේතුව ඔබ දනී. මඟුල් ගෙයක් හෝ යම් උත්සවයකදී තව තවත් විදුලි බුබුළු පරිපථයට සම්බන්ධ කලවිට සඵල ප්‍රතිරෝධය අඩුවී (සමාන්තරගත නිසා) වැඩි ධාරාවක් මූලිකයෙන් ගලා එයි. මෙවැනි අවස්ථාවකදී fuse යයි. දැන්නම් ප්‍රධාන ගෘහස්ථ පරිපථවල ඇත්තේ පරිපථ බිඳිනයන්ය (circuit breakers). අප කුඩා කාලයේ මේවාට භාවිත කළේද විලායකය. පිඟන් (ceramic) පාදමක් තුල එතූ කම්බියකින් මේවා සමන්විත වී තිබුණි. කම්බිය දැවී ගියහොත් ඒ වෙනුවට වෙනත් කම්බියක් දැමිය යුතුය. ඒ අතින් පරිපථ බිඳින භාවිත කිරීම පහසුය. ඒවා පහසුවෙන්ම යලි පිහිටුවිය (reset) හැක.



විද්‍යුත් හා ඉලෙක්ට්‍රෝනික මෙවලම්වල, සමහර ජේනුවල, බහුවිධ ජේනුවල (multi - plug) සහ දිගුකළ හැකි රැහැන්වල (extension cords) මෙවැනි විලායක ඇත. ඕනෑවට වඩා උපකරණ ප්‍රමාණයක් extension cord එකට සම්බන්ධ කලොත් ගලන වැඩි ධාරාව උපකරණවලට අහිතකර විය හැකි නිසා විලායකය දැවී ගොස් පරිපථය බිඳෙයි.



සාමාන්‍යයෙන් භාවිත කරන විලායකවල රූප සටහන් මෙහි පෙන්වා ඇත. වාහනවල භාවිත කරන විලායක වර්ගයක්ද මෙහි පෙන්වා ඇත. වාහනවල විදුලි රැහැන් සහ විද්‍යුත් මෙවලම් ආරක්ෂා කර ගැනීම සඳහා මෙම විලායක භාවිත වේ. අධික ධාරාවක් ගැලුවොත් රැහැන්වල ගිනි ගැනීම් ඇතිවිය හැක. බොහෝ විලායකවල ධාරා ප්‍රමාණනය (current rating) එහි පෙන්නුම් කොට ඇත.

විලායක මූලාවයවයන් සින්ක්, තඹ, ඇලුමිනියම්, ටින් හෝ මිශ්‍ර ලෝහවලින් සෑදිය හැක. මෙවැනි විලායක ස්ථායී සහ පුරෝකථනය කළහැකි ලාක්ෂණික පෙන්විය යුතුය. එනම් ප්‍රමාණන (නිර්දේශිත) ධාරාව තෙක් හෝ ඊට අඩු ධාරා දිගටම ගලන විට ද්‍රව වී නොයා යුතුය. නමුත් නිර්දේශිත ධාරාවෙන් මඳක් හෝ ඉක්මවූ විට විලායකය දැවී යා යුතුය. තවද අවුරුදු ගානක් පාවිච්චි කළද එහි හැසිරීම වෙනස්වීම හෝ ඔක්සිකරණය (මල බැඳීම) සිදු නොවිය යුතුය.

විලායක සාදන ද්‍රව්‍යවල ද්‍රවාංකය ඉතා ඉහළ නොවිය යුතු අතර ප්‍රතිරෝධකතාව අඩුවිය යුතු අතරම මිලද අඩු විය යුතුය. ටින් (Sn), ඊයම් (Pb) සහ සින්ක්වල ද්‍රවාංක පහල අගයයන් ගනී. ($240°C$, $328°C$, $419°C$). ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩිවුවොත් තාප ජනනය වැඩිවේ. (දී ඇති ධාරාවක් සඳහා) එවිට ප්‍රමාණිත ධාරාවටත් විලායකය පිලිස්සී යා හැක. අවශ්‍ය වන්නේ ප්‍රමාණිත ධාරාව හෝ ඊට අඩු ධාරාවක් ගලන විට සිදුවන ක්ෂමතා උත්සර්ජනය අඩු අගයක පවත්වා ගැනීමය. එවිට ජනිතවන තාපය පරිසරයට හානිවේ. විලායකය පිලිස්සී නොයයි. ඊයම් සහ ටින් භාවිත කරන්නේ අඩු ධාරා ප්‍රමාණන ඇති විලායක සඳහාය.

(a) නිකම්ම i^2Rt ලිවිය යුතුය.

(b)(i) $R = \rho\frac{l}{A}$ යෙදිය යුතුය. සුළු කිරීම පහසුය. හරස්කඩ වර්ගඵලය පවා දී ඇත. අරය භාවිත කොට ගණනය කල යුතු නැත.

(ii) i^2R යෙදිය යුතුය. ඉහත ගණනය කල ප්‍රතිරෝධය 5න් ගුණ කරන්න අමතක නොකළ යුතුය. ඉහත (b)(i) හි R ගණනය කර ඇත්තේ කාමර උෂ්ණත්වය වන $25\ °C$ දීය. ධාරාව ගලන විට විලායකය රත්වේ. උෂ්ණත්වය වැඩිවූ විට ලෝහවල ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩිවේ. ප්‍රශ්නයේ දී ඇති විලායකය සාදා ඇත්තේ තඹ වලිනි. (ප්‍රතිරෝධකතාව $= 1.7 \times 10^{-8}\ \Omega\, m$) තඹවල ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය $3.9 \times 10^{-3}\ °C^{-1}$ පමණ වේ. කාමර උෂ්ණත්ව අගයෙන් පස් ගුණයක ප්‍රතිරෝධයක් ලබා දීමට නම් උෂ්ණත්වය වැඩිකළ යුතු ප්‍රමාණය $1026\ °C$ පමණ වේ. ඔබම සාදා බලන්න. එනම් විලායකයේ උෂ්ණත්වය $1051°C\ (1026 + 25)$ විය යුතුය. මෙම උෂ්ණත්වය තඹ වල ද්‍රවාංකයවන $1075\ °C$ ට වඩා අඩුය. ප්‍රමාණිත 5 A විලායකය හරහා ගියවිට උත්සර්ජනය වන තාපයේ ශීඝ්‍රතාවය 2.125 W වන සුළු අගයකි. මෙම ක්ෂමතාව විලායකය දැවීමකින් තොරව පරිසරයට හානි විය හැක. ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩි ද්‍රව්‍යයක් භාවිත කලේ නම් මෙම අගය වැඩිවේ.

(iii) විලායකයක් දැවී යාමට ගතවන කාලයද ඉතා වැදගත් වේ. ඉතා කෙටි කාලයකදී විලායකය දැවී යා යුතුය. ධාරාව අධික වන්නට වන්නට දැවී යෑමට ගතවන කාලය කුඩා විය යුතුය. නැත්නම් උපකරණ ආරක්ෂා කරගත නොහැක. ගලන අධික ධාරාවකට අදාළව විලායකය දැවී යාමට ගතවන කාලය විලායකයේ ක්‍රියාකාරක කාලය (operating time) ලෙසද අර්ථ දැක්විය හැකිය. මිලි තත්පරයක් ($10^{-3}\ s$) යනු ප්‍රශස්ත ක්‍රියාත්මක කාලයකි. (iv) කොටසේදී අපගේ ගෘහස්ථ වෝල්ටීයතාවය වන 230 V lුහුවත් වුනොත් විලායකය 1 ms ට පෙර දැවී යයි. මෙය හොඳය.

විලායක කම්බිය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ ද්‍රවාංකය $1075\ °C$ වේ. එමනිසා කම්බිය ද්‍රව වීමට වැඩිකළ යුතු උෂ්ණත්වය $1050°C\ (1075-25)$ වේ. $1075\ °C$ ගත්තොත් වරදී. මෙය වැරදිය හැක. $mc\Delta\theta$ යොදා ද්‍රව කිරීමට අවශ්‍ය තාප ප්‍රමාණය සෙවිය හැක. ${I_0}^2Rt$ යනු උත්පාදනය වන තාප ශක්තියයි. මේ දෙක සම කිරීමෙන් I_0 සෙවිය හැක. කාලය ඉතා කුඩා නිසා විලායකයෙන් පරිසරයට වන තාප හානිය නොසලකා හැරිය හැක. පටස් ගාල විලායකය රත් වේ. I_0 සඳහා 190 A පමණ ලැබේ.

අපට ලැබෙන ගෘහ මූලික ධාරා විචලනය ඍජුකෝණාස්‍රාකාර නොවේ. එහි විචලනය සයිනාකාරය. මෙහිදී ලැබෙන 190 A නියත ධාරාව සරල ධාරාවක් වේ. එබැවින් මෙම ධාරාව 190 A ක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල (I_{rms}) ධාරාවක් ලෙස අවශ්‍ය නම් සැලකිය හැක. 190 A උච්ච ධාරාව (peak current) නොවේ. සයිනාකාර විචලනයක r.m.s ධාරාව මගින් ඇතිවන තාප ඵලය r.m.s අගයට සමාන සරල ධාරාවකින් ලැබෙන තාප ඵලයට සමාන වේ.

(iv) XY හිදී lුහුවත් වූවොත් R අගයෙන් වැඩක් නැත. XY හරහා (R භාරය හරහා) කම්බියක් සම්බන්ධ කළා වැනිය. කම්බියේ ඇත්තේ නොගිණිය හැකි ප්‍රතිරෝධයකි. එමනිසා මුළු 230 V ම විලායකය හරහා බසී. එවිට ගලන ධාරාව 5 A නොවේ. 5 A ප්‍රමාණිත අගයයි. විලායකයට $V = IR$ යොදා I සෙවිය යුතුය. මෙහිදී නැවත ගත යුත්තේ පස් ගුණයකින් වැඩි ප්‍රතිරෝධයයි. ඒ ඇයි? lුහුවත් වූ සැනින් විලායකයේ උෂ්ණත්වය ශීඝ්‍රයෙන් වැඩි වේ. පෙර ගණනය කිරීමට අනුව ප්‍රතිරෝධ අගය පස් ගුණයකින් වැඩි වීමට නම් උෂ්ණත්වය $1051°C$ කට වැඩි විය යුතුය. ද්‍රව වීමට නම් උෂ්ණත්වය $1075°C$ විය යුතුය. ප්‍රායෝගිකව නම් විලායක ද්‍රව්‍යයේ ප්‍රතිරෝධය පස් ගුණයකටත් වඩා ටිකක් වැඩි විය යුතුය. (විලායකය දැවී යන නිසා) නමුත් මේ ඉතාම සුළු වෙනස නොසලකා හැරිය හැක. එමනිසා 5 A විලායකය හරහා ධාරාව වන්නේ $\frac{230}{1.7 \times 10^{-2} \times 5}$ ය. එය $\frac{230}{1.7 \times 10^{-2}}$ ලෙස ගැනීම යුක්ති

යුක්ත නැත. මෙලෙස ගත්තොත් ගලන ධාරාව 1.35×10^4 A (13500 A) වේ. එය 2706 A ට වඩා වැඩිය. තර්ක කලොත් නම් 13500, 190 (I_0) ට වඩා වැඩිය. එමනිසා විලායකය මිලි තත්පරයකටත් බොහෝ පෙර දැවී යන බව නිගමනය කල හැක. නමුත් 13500 A ධාරාව වැරදි නිසා තර්කය හරි ගියත් ලකුණු නොලැබේ.

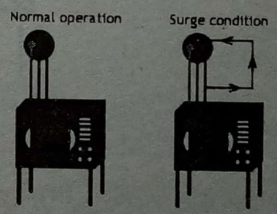
ගලන ධාරාව I_0 ට වැඩි නිසා 1 ms යකට පෙර දැවී යන බව නිතරඟයෙන් තර්ක කල හැක. ඕනනම් විකල්ප ක්‍රමයේ ඇති ගණනය කර අවශ්‍ය කාලය සොයා එම කාලය 5×10^{-4}s $< 1 \times 10^{-3}$ s නිසා තර්කය තවදුරටත් සාධාරණීකරණය කළහැක. නමුත් එය අවශ්‍ය නැත. එම ක්‍රමය සඳහාද I සෙවිය යුතුය. එමනිසා $I^2Rt = mc\Delta\theta$ නමුත් $I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{V^2t}{R} = mc\Delta\theta \quad \therefore t = \frac{(7.5\times10^{-6}) \times 390 \times 1050 \times 1.7 \times 10^{-2} \times 5}{(230)^2}$

(v) මේ කොටසත් දී ඇති ක්‍රම දෙකම මගින් විසඳිය හැක. පළමු ක්‍රමය වන්නේ විලායකය දැවී යාමට අවශ්‍ය තාපය සොයා 500 A ධාරාවක් විලායකය තුලින් 10^{-6} s කාලයක් යෑමේදී උත්සර්ජනය වන තාපය හා සංසන්දනය කිරීමයි. විලායකය දැවී යාමට අවශ්‍ය ශක්තිය 3.07 J වේ. නමුත් මේ අවස්ථාවේදී විලායකයෙන් උත්සර්ජනය වන ශක්තිය 2.125×10^{-2} J වේ. මෙය 3.07 J ට වඩා බෙහෙවින් අඩුය. අනෙක් ක්‍රමය නම් විලායක කම්බියේ උෂ්ණත්වය වැඩිවීම සොයා කම්බිය රත්වන උෂ්ණත්වය සොයා එය ද්‍රවාංකයට වඩා ඉතා අඩු බව පෙන්වීමය.

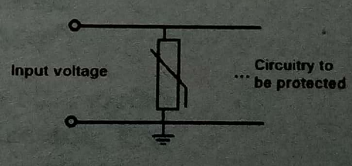
ඇත්තටම මෙහිදී විලායක කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය කාමර උෂ්ණත්ව අගය මෙන් පස් ගුණයක් ගත යුතුමද? ප්‍රතිරෝධය පස් ගුණයක් ලෙස සැලකූවිට පවා ගණනයෙන් ලැබෙන උෂ්ණත්ව වැඩිවීම 7.26°C කි. මෙය සොච්චම් අගයකි. මෙවැනි උෂ්ණත්ව වැඩිවීමකට ප්‍රතිරෝධය පස් ගුණයක් වන්නේ නැත. එමනිසා මෙම ගණනයේදී විලායක කම්බියේ කාමර උෂ්ණත්වයට අදාළ ප්‍රතිරෝධය සැලකුවත් වරදක් නැත. නමුත් ඉතින් ගණනය නොකර මෙම උෂ්ණත්ව වැඩිවීම සෙවිය නොහැක. එමනිසා ගණනය කිරීමට පෙර ප්‍රතිරෝධය පස් ගුණයක් සේ සලකනවා හැර වෙන කරන්න දෙයක් නැත.

නමුත් විලායක කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය $1.7 \times 10^{-2}\,\Omega$ ලෙස දරුවෙක් සැලකුවත් එහි වරදක් මා නොදකී. ඇත්තටම මෙම අගය ගැනීම වඩා සාධාරණය. එසේ ගැනීමෙන් තර්කය තවත් සාධාරණීකරණය වේ. පහ නොසලකා හැරියොත් කම්බියෙන් උත්සර්ජනය වන තාපය තවත් අඩුවේ. එය 4.25×10^{-3} J වේ. උෂ්ණත්ව වැඩිවීමද 7.26°C න් $\frac{1}{5}$ ක් වේ. උෂ්ණත්වය වැඩි නොවන තරම්ය. මෙම ගණනයෙන් අපට වැදගත් පාඩමක් කියා දෙයි. ඉහල ධාරාවක් 1 μs වැනි කුඩා කාලයක් තුළ ගැලුවිට විලායක කම්බි දැවී නොයන බවයි. විලායක කම්බිය රත්වී දැවී යෑමට යම් කාලයක් දිය යුතුය. 1 μs වැනි ඉතා කුඩා කාලයක් තුළ පවතින ධාරාවකින් විලායක කම්බිය දැවී යෑමට අවශ්‍ය ධාරාව I නම්

$$I^2 \times 1.7 \times 10^{-2} \times 10^{-6} = 3.07 \text{ විය යුතුය. } I^2 = \frac{3.07}{1.7} \times 10^8 \Rightarrow I = 13438\text{ A}$$

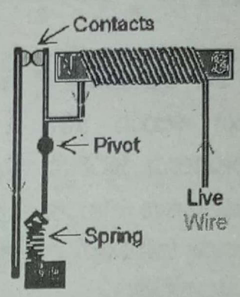


අකුණුවලින් විද්‍යුත්/ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපකරණවලට හානි සිදුවේ. අකුණු සැර වදින්නේ μs පරාසයේ ඉතා කුඩා කාලයකදීය. එමනිසා විද්‍යුත්/ඉලෙක්ට්‍රෝනික මෙවලම්වල ඇති විලායක දැවී යෑමට සමත් කාලයක් අකුණු සැර පවතින්නේ නැත. එමනිසා අකුණු ගසනවිට විද්‍යුත්/ඉලෙක්ට්‍රෝනික මෙවලම් ජේනුවලින් ඉවත් කිරීම කළ හැකි හොඳම ක්‍රියාවයි. සමහරු මෙවැනි උපකරණ සර්ජන ආරක්ෂක උපක්‍රමයකට (surge protector) සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. surge එකක් යනු μs වැනි කුඩා කාලයකදී සැලකිය යුතු වෝල්ටීයතාවයක් /ධාරාවක් ජනිත වීමය. Surge protector එකකින් කරන්නේ හදිසියේ ඇතිවූ වෝල්ටීයතා ඉහළ යෑමකින් ඇතිවන අමතර ධාරාව සජීවී කම්බියේ (live wire) සිට භූගත කම්බිය (ground wire) දක්වා හරවා යවා අමතර ධාරාව භූගත කිරීමය. රූපය බලන්න.



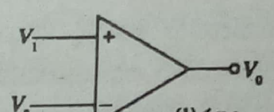
ජනිතවන අමතර ධාරාව මේ අන්දමින් හොර පාරකින් ගෙනියන්නේ කෙසේද? මෙම පාරේ varistor (voltage-dependent resistor) නම් උපක්‍රමයක් සවි කොට ඇත. මෙම උපක්‍රමය ලෝහ-ඔක්සයිඩ අර්ධ සන්නායකයකින් සාදා ඇති අතර සාමාන්‍ය වෝල්ටීයතා සඳහා කුසන්නායකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එමනිසා

230 V දී මේ හොර පාර (by pass) වැසී ඇත. නමුත් අධික වෝල්ටීයතාවයක් ඇතිවූ විට varistor එකේ ඇති අර්ධ සන්නායකය හොඳ සන්නායකයක් බවට පත්වේ. එවිට එම පාර සංවෘත වී අනවශ්‍ය ධාරාව එතුලින් ගලයි. Surge වෝල්ටීයතාව තියෙන තාක් කල් මෙම varistor වැනලය හානිකර ධාරාව භූගත කරයි. නැවත වෝල්ටීයතාව සාමාන්‍ය අගයට ආපසු එම පාර වැසෙයි. සමහර මිනිසුන්ද තමන්ගෙන් ලැබෙන Surges බලාත්මක කර ගැනීම සඳහා හොර පාරවල් පාවිච්චි කරති. Surge protector එකේද විලායකයක් ඇත. එය ප්‍රශ්නයක් නැත. අකුණු සැරකදී එය බොහෝවිට දැවී නොයයි. මෙයින් පැහැදිලි වන්නේ විලායක මඟින් ආරක්ෂා වන්නේ ලුහුවත්වීම් අධිභාර ධාරා ආදිය පමණක් බවයි.



සරල පරිපථ බිඳිනයක රූපයක් මෙහි පෙන්වා ඇත. සජීවී කම්බියේ සාමාන්‍ය ධාරාවක් ඇතිවිට විද්‍යුත් චුම්භකය ස්පර්ශක ඈත් කිරීමට තරම් ප්‍රබල නැත. නමුත් විශාල ධාරාවක් ගලා ගිය විට විද්‍යුත් චුම්බකය ප්‍රබලවී ස්පර්ශක (contacts) ඈත් කරයි. එවිට පරිපථය බිඳේ. දුන්න ස්පර්ශක දිගටම ඈත් කර තබයි. දෝෂය මඟහැරුණු පසු නැවත බිඳිනය යථා තත්වයට පත්කළ හැක. පිටතින් ඇති ලීවරය එසවීමෙන් නැවත සම්බන්ධය ඇති කළ හැක. ගොඩනැගිලිවල ඇති පරිපථ බිඳින MCB (miniature circuit breakers) ලෙසින් හැඳින්වේ. Miniature - ක්ෂුද්‍ර / කුඩා.

09. (B) විවෘත පුඩු වෝල්ටීයතා ලාභය A වන කාරකාත්මක වර්ධකයක පරිපථ සංකේතය (1) රූපයෙන් දක්වා ඇත.

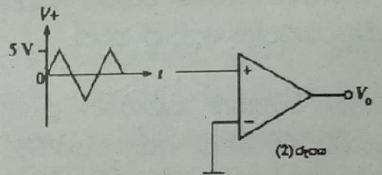


(1) රූපය

(a) V_0 ප්‍රතිදානය සඳහා ප්‍රකාශනයක් V_1, V_2 සහ A ඇසුරෙන් ලියන්න.

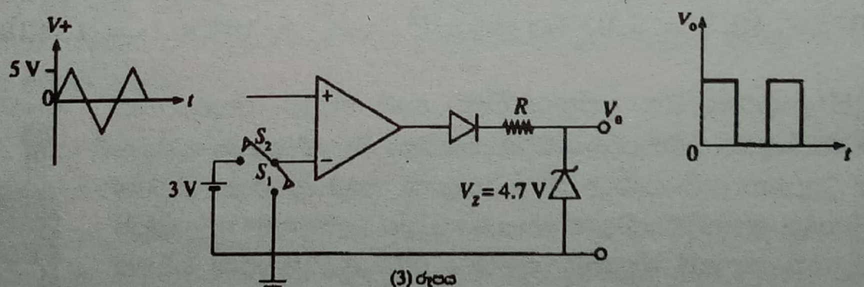
(b) කාරකාත්මක වර්ධකයේ ධන සහ ඍණ ප්‍රතිදාන සංතෘප්ත වෝල්ටීයතා $\pm$ 15 V සහ $A = 10^5$ නම්, එහි ප්‍රතිදානය සංතෘප්ත වීම දක්වා එළවන ප්‍රදාන වෝල්ටීයතා අන්තරයේ අවම අගය ගණනය කරන්න.

(c) (i) (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි පරිපථයේ + ප්‍රදානයට උච්ච විස්තාරය 5 V වන දී ඇති ත්‍රිකෝණාකාර වෝල්ටීයතා සංඥාව යෙදුවිට ලැබෙන ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා තරංග ආකෘතිය ඇඳ දක්වන්න. එහි උච්ච වෝල්ටීයතා අගයයන් ලකුණු කරන්න.



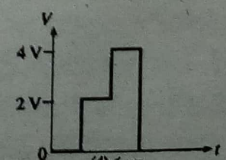
(2) රූපය

(ii) (2) රූපයේ පරිපථය දැන් (3) රූපයේ පෙනෙන ආකාරයට විකරණය කර ඇත. S_1 වසා S_2 විවෘත කළවිට පරිපථය ප්‍රදාන ත්‍රිකෝණාකාර සංඥාව සඳහා (3) රූපයේ පෙන්වා ඇති ප්‍රතිදාන තරංග ආකෘතිය නිපදවයි. (c) (i) හි ඔබ ඇඳින ලද තරංග ආකෘතිය සහ (3) රූපය මඟින් පෙන්වා ඇති ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා තරංග ආකෘතිය අතර වෙනසක් ඇතොත් එය (3) රූපයේ ඇති පරිපථ මූලාවයවයන්ගේ ක්‍රියාකාරීත්වය සලකමින් පැහැදිලි කරන්න. (3) රූපයේ ප්‍රතිදානයේ උච්ච වෝල්ටීයතාව කුමක්ද?



(3) රූපය

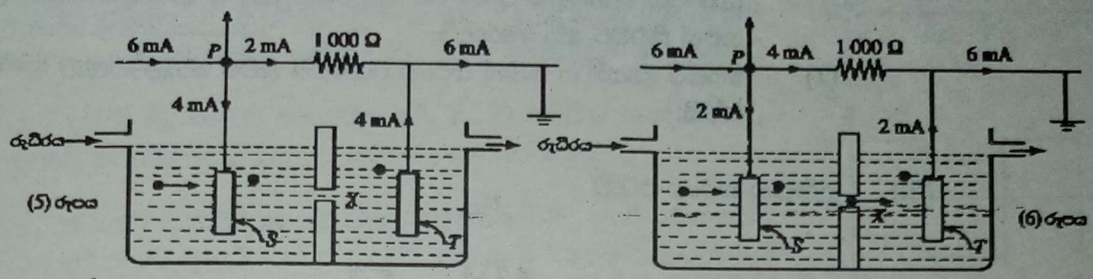
(iii) දැන් S_1 විවෘත කර සහ S_2 සංවෘත කර (3) රූපයේ ඇති කාරකාත්මක වර්ධකයේ −ප්‍රදානයට +3 V වෝල්ටීයතාවක් යොදනු ලැබේ. (4) රූපයේ පෙන්වා ඇති කල්පිත වෝල්ටීයතාවක් කාරකාත්මක වර්ධකයේ + ප්‍රදානයට යෙදූ විට පරිපථයෙන් බලාපොරොත්තු විය හැකි ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා තරංග ආකෘතිය ඇඳ වොල්ටීයතාවේ විශාලත්වය ලකුණු කරන්න.



(4) රූපය

(d) එක්තරා රුධිර සෛල ගිණුම් පද්ධතියක් (Blood cell Counting System) පහත ආකාරයට ක්‍රියාත්මක වේ. සුදුසු ද්‍රාවණයක දන්නා අනුපාතයකට තනුක කරන ලද රුධිරය (5) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි S සහ T ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් අතර තබා ඇති විෂ්කම්භය 50 μm ප්‍රමාණයේ වන X කුඩා සිදුර තුළින් ගලා යෑමට

සලස්වනු ලැබේ. රුධිර සෛල ගණන් කිරීම පදනම් ව ඇත්තේ රුධිර සෛලවල විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධකතාව, ද්‍රාවණයේ විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධකතාවට වඩා වැඩිය යන සත්‍යය මත ය.



(5) සහ (6) රූප මඟින් පෙන්වා ඇති පරිදි පද්ධතිය හරහා 6 mA නියත ධාරාවක් යවනු ලැබේ. X සිදුර හරහා **ද්‍රාවණය** ගමන් කරන විට 1 000 Ω ප්‍රතිරෝධකය සහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ධාරා (5) රූපයේ පෙන්වා ඇත. X සිදුර හරහා **රුධිර සෛලයක්** ගමන් කරන විට 1000 Ω ප්‍රතිරෝධකය සහ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ධාරා (6) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත. (5) සහ (6) රූපවල දැක්වෙන පරිපථවල P ලක්ෂ්‍යය (3) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිපථයේ කාරකාත්මක වර්ධකයෙහි + ප්‍රදානයට සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. මෙහි S_1 විවෘත කර සහ S_2 සංවෘත කර ඇත. V_0 ප්‍රතිදානය සංඥා ගණිනයකට (counter) සම්බන්ධ කර ඇත. (රූපයේ පෙන්වා නොමැත.)

(i) (5) සහ (6) රූපවල P ලක්ෂ්‍යයේ වෝල්ටීයතා මොනවාද?

(ii) (5) රූපයේ තත්වය (6) ට ප්‍රථම ඇති වන්නේ නම්, එවැනි තත්ත්ව සඳහා P හි ඇති වන වෝල්ටීයතා තරංග ආකෘතිය ඇඳ දක්වන්න.

(iii) ඉහත (ii) ට අදාළව, (3) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිපථයේ ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා තරංග ආකෘතිය ද ඇඳ දක්වන්න.

(iv) තනුක රුධිර ප්‍රවාහයක් X සිදුර හරහා ගලා යෑමට සැලැස්වුවහොත් ගණිනයේ ප්‍රතිදානය කුමක් දක්වයිද?

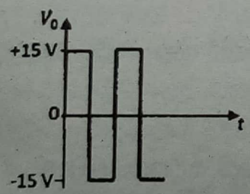
(a) $V_0 = A(V_1 - V_2)$ ------------------------ **01**

(b) $(V_1 - V_2)_{min} = \frac{\pm 15}{10^5}$ ------------------------ **01**

$= 1.5 \times 10^{-4}$ V ------------------------ **01**

(හෝ අදාල ඒකකය යොදා නිවැරදි අගය දැක්වීම)

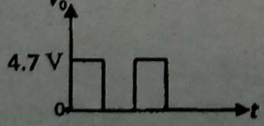
(c) **(i)**



t අක්ෂය වටා ඇඳ ඇති සමමිතික තරංග රටාව සඳහා ------------------------**01**

උච්ච වොල්ටීයතා අගයයන් $\pm$15 V නම් කර දැක්වීම සඳහා ------------------------ **01**

(ii)



තරංග රටා අතර වෙනස : පිළිතුරක් ලෙස බලාපොරොත්තු නො වේ.

(1) c(i) හි ප්‍රතිදාන තරංග රටාවට ධන සහ ඍණ අර්ධ ආවර්ත ඇතත් c(ii) හි තරංග රටාවට ඇත්තේ ධන ආවර්ත පමණි.

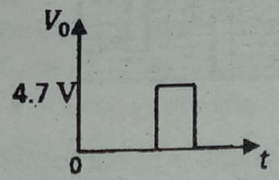
(2) c(i) හි තරංග රටාවෙහි උච්ච වෝල්ටීයතාව ($\pm$) 15 V වුව ද c(ii) හි එය 4.7 V වේ.

හේතු :

(1) ඍණ අර්ධ ආවර්ත තුළ දී දියෝඩය පසු නැඹුරුව පවතින නිසා එතුළින් ධාරාවක් නොගලන අතර එම ආවර්තය තුළ දී දියෝඩය හරහා තරංග රටාවට ගමන් කිරීමට ඉඩ නොදෙයි. ------------------------ 01

(2) සෙනර් දියෝඩය මඟින් තරංග රටාවෙහි උච්ච වෝල්ටීයතාව 4.7 V ට සීමා කරයි. ------------------------ 01

(iii) ප්‍රතිදාන තරංග රටාව



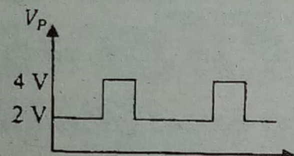
ප්‍රතිදාන තරංග හැඩය සඳහා (එක් තරංගයක් ප්‍රමාණවත් වේ.)---------------- 01

ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවෙහි විශාලත්වය (4.7V) ------------------- 01

(d) (i) (5) රූපයෙහි P ලක්ෂ්‍යයේ වෝල්ටීයතාව = 2 V ------------------- 01

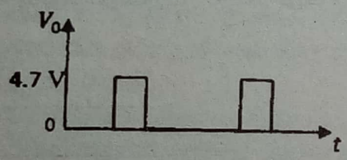
(6) රූපයෙහි P ලක්ෂ්‍යයේ වෝල්ටීයතාව = 4 V ------------------- 01

(ii)



තරංග රටාවෙහි හැඩය (එක් තරංගයක් ප්‍රමාණවත් වේ.) ------------------- 01

(iii)



දක්වා ඇති ආකාරයේ තරංග හැඩයක් සඳහා (එක් තරංගයක් ප්‍රමාණවත් වේ.) -----01

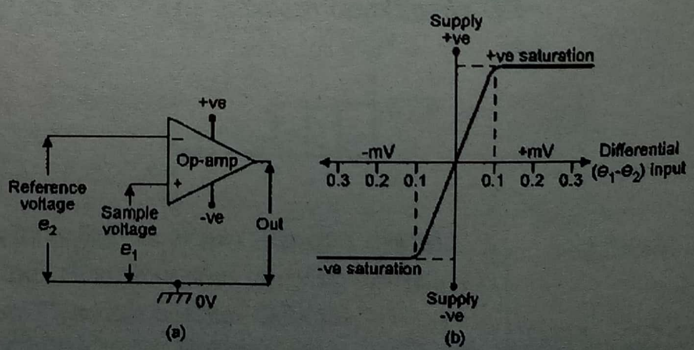
උච්ච වෝල්ටීයතාව ලකුණු කිරීමට ------------------------ 01

(iv) ගණක ප්‍රතිදානය මඟින් පටු සිදුර හරහා ගමන් කළ රුධිර සෛල සංඛ්‍යාව දක්වයි. ------------------------ 01

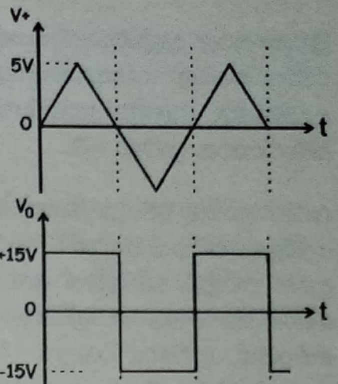
9 (B) ප්‍රශ්නය අමාරු එකක් ලෙස හැඟුනත් හරියට තේරුම් ගත්තොත් සරලය. (d) කොටසේ විස්තර කොට ඇති රුධිර සෛල ගණකයේ ක්‍රියාකාරිත්වය තේරුම් ගැනීම සඳහා (b) හා (c) කොටස් පිළිවෙලින් පෙළ ගස්වා ඇත. (d) කොටස තේරුම් ගැනීම පසුවට තබා (a),(b) සහ (c) කොටස් මුලින් තේරුම් ගැනීමට බලමු.

(a) පෙර ප්‍රශ්නපත්‍ර වලත් මෙය අසා ඇත. $V_0 = A(V_1 - V_2)$

(b) V_0 ප්‍රතිදානය ± 15 V ට වඩා වැඩිවිය නොහැක. $(V_1 - V_2) = \frac{\pm 15}{10^5} = \pm 1.5 \times 10^{-4}$ V



මෙයින් පෙනී යන්නේ $(V_1 - V_2) = \pm 0.15$ mV පමණ වනවිට ප්‍රතිදානය සංතෘප්ත වන බවයි. කාරකාත්මක වර්ධකයක් සංතෘප්ත විධියේ ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා අවශ්‍ය ප්‍රදානවල වෝල්ටීයතා වෙනස ඉතාම කුඩාය.

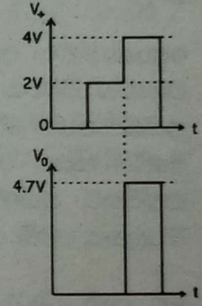


(c) (i) අපවර්තන ප්‍රදානය $(-)$ භූගත කොට ඇත. $V_+ - V_- = V_+ - 0 = V_+$. ප්‍රායෝගිකව $V_+, 0$ සිට $+5$ V දක්වාම ප්‍රතිදානය ධනව සංතෘප්ත වේ. 0.15 mV << 5 V, එමනිසා V_+හි 0 සිට 1.5×10^{-4} V කොටස ගණන් ගත යුතු නැත. නැවත $V_+, +5$ V සිට 0 දක්වාද V_0 ධනව සන්තෘප්ත වේ. ඊළඟට

$V_+, 0$ සිට -5 V දක්වා V_0 සෘණව සංතෘප්ත වේ. V_+ ව පවතින තාක් කල් V_0 ධනවද V_+ සෘණව පවතින තාක් කල් V_0 සෘණවද සංතෘප්ත වේ.

(ii) S_1 වසා S_2 විවෘතව ඇතිවිට කාරකාත්මක වර්ධකයේ $V_- = 0$ වෙනසකට ඇත්තේ ප්‍රතිදාන පරිපථයේ දියෝඩයක් සහ ප්‍රතිදානය හරහා සෙනර් දියෝඩයක් සම්බන්ධ කිරීමය. ප්‍රතිදානය ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. c (i) හි තිබූ ප්‍රතිදානයේ සෘණ කොටස කැපී ඇත. (දියෝඩය නිසා) සෙනර් දියෝඩය මඟින් වෝල්ටීයතාව 4.7 V කට පාලනය කරයි. R ප්‍රතිරෝධය සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ සෙනර් දියෝඩයේ ආරක්ෂාවටය. සෙනර් දියෝඩය හරහා ගැලිය හැකි උපරිම ධාරාව (I_s) දන්නේ නම් R සෙවිය හැක. $R = \frac{(15-0.7)-4.7}{I_s}$; 0.7 V ප්‍රමාණයක් සාමාන්‍ය දියෝඩය හරහා බසී.

(iii) මෙම කොටස අසා ඇත්තේ (d) කොටස පහසු කරන්නටය. දැන් S_1 විවෘත කර S_2 සංවෘත කොට ඇත. එමනිසා $V_- = +3$ V. (4) රූපයේ පෙන්වා ඇති වෝල්ටීයතා තරංග ආකෘතිය සලකා බලමු. $V_+ = 0$ වනවිට $V_+ - V_- = 0 - 3 < 0$ වේ. එවිට කාරකාත්මක වර්ධකයේ ප්‍රතිදානය -15 V වේ. (සෘණව සංතෘප්ත වේ) නමුත් දියෝඩය මඟින් සෘණ වෝල්ටීයතා කපා හැරෙන නිසා V_0 ශූන්‍ය වේ.

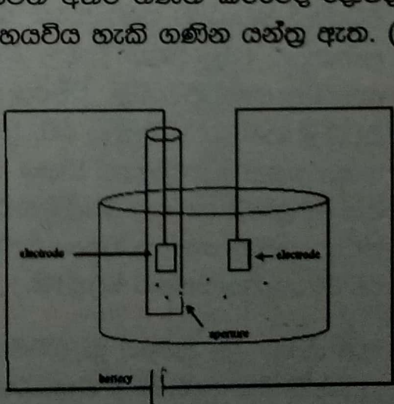


$V_+ = +2$ V වුවත් $V_+ - V_- = +2 - 3 < 0$ ඉහත පරිදිම V_0 ශූන්‍ය වේ.

$V_+ = +4$ V වූවිට $V_+ - V_- = +4 - 3 > 0$. දැන් වර්ධකයේ ප්‍රතිදානය $+15$ V වේ. පෙර නැඹුරු වූ දියෝඩය හරහා $+15$ V යයි. නමුත් සෙනර් දියෝඩය මඟින් $V_0 = +4.7$ V ට බස්සයි. එමනිසා V_0 සඳහා අගයක් ලැබෙන්නේ $V_+, 3$ V ට වඩා වැඩි වූ විටය. එනම් 4 V වූ විට පමණි. දැන් V_+ හා V_0 එකට ඇන්ඳ විට ලැබෙන්නේ මෙම විචලනයය.

(d) රුධිරයේ අඩංගු විවිධ සෛල වර්ග කොපමණ ප්‍රමාණයක් ඇත්දැයි දැනගැනීම අවශ්‍යම දෙයකි. විශේෂයෙන් අප රෝගී වූවිට රුධිර පරීක්ෂාවක් කරගනු ලැබේ. රුධිරයේ ඒකක පරිමාවක කොපමණ රතු රුධිරාණු සෛල, සුදු රුධිරාණු සෛල හා අනෙකුත් සෛල වර්ග තිබේද යන්න නිතරම පරීක්ෂා කරනු ලැබේ. රතු රුධිරාණු සෛල අඩු නම් අපි රක්ත හීනතාවයෙන් (ලේ අඩුකම) පෙලෙන්නෙමු. සුදු රුධිරානු සෛල වැඩිනම් අපට බොහෝවිට බැක්ටීරියා මඟින් ඇතිවූ ආසාදනයක් වැළඳී ඇත. (bacterial infection)

රුධිර පරීක්ෂා කරන සාමාන්‍ය (පැරණි) ක්‍රමය වන්නේ රුධිර බින්දුවක් වීදුරු කදාවක තබා අණ්වීක්ෂයක් ආධාරයෙන් ඇසෙන් බලා සෛල ගණන් කිරීමයි. මේ සඳහා යම් කාලයක් ගතවන අතර ගණන් කිරීමේදී දෝෂද සිදුවිය හැක. එමනිසා නවීන ලෝකයේ රුධිර පරීක්ෂා සඳහා ස්වයංක්‍රීයව මෙහෙයවිය හැකි ගණින යන්ත්‍ර ඇත. (automated counters)



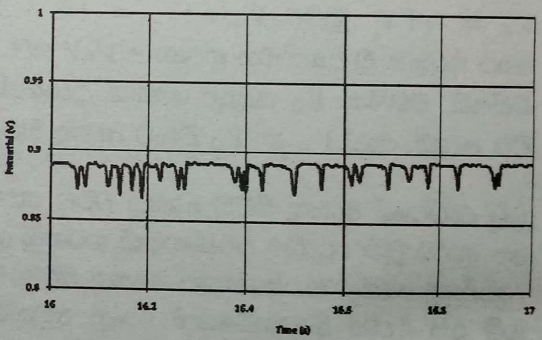
මෙවැනි රුධිර සෛල ගණින යන්ත්‍රයක මූල ධර්මය ප්‍රථම වරට හඳුන්වා දුන්නේ Joseph Coulter හා Wallace Coulter (ජෝශප් හා වොලස් කූල්ටර්) යන සහෝදරයන් දෙදෙනා විසින් 1953 දීය. අදටත් මෙවැනි ගණින යන්ත්‍ර හඳුන්වන්නේ "කූල්ටර් කවුන්ටර්ස් " කියාය. ප්‍රශ්නයේ ඇත්තේ මේ මූලධර්මය හරහා නවීකරණය වූ ක්‍රමයකි. ප්‍රථමයෙන් අපි මේ මූලධර්මය විමසා බලමු. ඔවුන් යෝජනා කල සරල මූලධර්මය හඳුන්වන්නේ "විද්‍යුත් සංවේදී කලාප (electric sensing zone)" ක්‍රමය කියාය. අවට ද්‍රාවණයේ සහ ගිණිය යුතු සෛලයේ හෝ අංශුවේ විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධකතාවේ වෙනස භාවිත කොට මෙම ක්‍රමය නිර්මාණය කොට ඇත.

මූලික/සරල කුල්ටර් ගණිනයක රූප සටහනක් මෙහි පෙන්වා ඇත. බීකරයක් තුළට සුදුසු ද්‍රාවණයක් දමනු ලැබේ. රුධිර සෛල සඳහා නම් මෙම ද්‍රාවණය සේලයින් ද්‍රාවණයක් විය හැක. තෝරා ගත යුත්තේ සමාභිසාරක ද්‍රාවණයකි. (isotonic solution) අර්ධපාරගම්‍ය පටලයක් හරහා එක සමාන ආස්‍රැති පීඩනයක් සහිත ද්‍රාවණ සමාභිසාරක ද්‍රාවණ වේ.

රුධිර සෛල එම ද්‍රාවණයේ දැමූ පසු ආස්‍රැතිය (osmosis) වැනි ක්‍රියාවලි නිසා රුධිර සෛලවල-හෝ ද්‍රාවණයේ සාන්ද්‍රණ වෙනස් නොවේ. සෛලවල ඇති අර්ධ පාරගම්‍ය පටල හරහා ජලය එහාට මෙහාට ගමන් කලත් අනෙක් ද්‍රාව්‍ය පටලය හා ගමන් නොකරයි. සේලයින් මේ සඳහා උචිතම ද්‍රාවණයක් වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් ද්‍රාවණයේ බහා ඒවා අතර වෝල්ටීයතාවයක් සපයා ඇත. දකුණුපස ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩය බහා ඇත්තේ බීකරයේ අඩංගු සේලයින් ද්‍රාවණය තුලය. වම්පස ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩය ඇත්තේද එම සේලයින් ද්‍රාවණය තුල වුවත් එම ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වීදුරු නළයකින් සම්පූර්ණයෙන් වටවී ඇත. එම සංවෘත (ඉහළ කෙළවර පමණක් විවෘත) වීදුරු බටයේ පහලින් දකුණුපස කුඩා විවරයක් ඇත. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ධාරාවක් (අයන) ගැලිය හැක්කේ මේ සිදුර හරහා පමණි. සංවෘත වීදුරු නලය නිසා අයන සංසරණය විය හැක්කේ සිදුර හරහා පමණි. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ගලන ධාරාව මැනිය හැක. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ගමන් කරන අයන නිසා පරිපථය සම්පූර්ණ වී ධාරාවක් ගලයි.

දැන් රුධිර සෛල අඩංගු සේලයින් ද්‍රාවණය බීකරයට දමනු ලැබේ. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ සමීපයේ තිත්වලින් පෙන්වා ඇත්තේ මේ රුධිර සෛලයි. රුධිර සෛල වම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වෙත ගමන් කල හැක්කේ විවරය හරහා පමණි. දැන් රුධිර සෛලයක් සිදුර හරහා ගමන් කරන විට "විවරයේ ප්‍රතිරෝධය" වැඩිවේ. විවරයේ මුලින් තිබුණේ සන්නායකතාව වැඩි (ප්‍රතිරෝධකතාව අඩු) ද්‍රාවණයයි. රුධිර සෛලවල ප්‍රතිරෝධකතාව ද්‍රාවණයේ ප්‍රතිරෝධකතාවයට වඩා වැඩිය.

කොහොමටත් අපේ සෛල හරහා විදුලිය එතරම් ගමන් නොකරයි. (අධි වෝල්ටීයතාවක් නොසැපයුවහොත්) එබැවින් විවරය හරහා රුධිර සෛලයක් ගමන් කරන විට එතැන මුලින් තිබූ සේලයින් ද්‍රාවණය සෛලය මගින් ප්‍රතිස්ථාපනය වේ. මෙවිට පරිපථයේ සඵල ප්‍රතිරෝධය වැඩිවී ගලන ධාරාව ක්ෂණිකව පහල බසී. මේ ධාරා අඩුවීම මැනිය හැක. රුධිර සෛල විවරය හරහා යන සෑම මොහොතක් පාසා ධාරාව ක්ෂණිකව අඩුවී නැවත මුල් තත්වයට පත්වේ. මෙවැනි ඇටවුමක කාලය සමඟ ධාරාවේ විචලනය මෙහි පෙන්වා ඇත.



මේ සෑම ධාරා අඩුවීමක් (පුංචි drop එකක්) සනිටුහන් කරන්නේ විවරයක් හරහා සෛලයක් ගමන් කල බවයි. ධාරාවේ වෙනස්වීම විවරය හරහා ගමන් කරන සෛලයේ පරිමාව මතද රඳා පවතී. විශාල සෛලවල පරිමාව කුඩා සෛලවලට වඩා වැඩිය. එමනිසා විශාල සෛලයක් විවරයක් හරහා යනවිට ධාරාවේ අඩුවීම සාපේක්ෂව වැඩිවේ. රුධිර සෛලවල ප්‍රමාණද විවිධය. උදාහරණයක් වශයෙන් සුදු රුධිරාණු සෛල රතු රුධිරාණු සෛලවලට වඩා විශාලය. ප්‍රස්තාරයේ පෙන්වා ඇති ධාරා අඩුවීමේ පහත යෑම් විවිධ බව ඔබට වැටහේවි.

එබැවින් නිවැරදිව ක්‍රමාංකනය කලපසු විවරය හරහා යන සෛල වර්ගයද ගණන් කල හැක. විවරය සෛලවල ප්‍රමාණයට වඩා මඳක් විශාල විය යුතුය. ප්‍රශ්නයේ සඳහන් විවරයේ ප්‍රමාණය 50 μm ප්‍රමාණයේ බව සඳහන් කොට ඇත්තේ එබැවිනි. විවරය විශාල වුවහොත් එකම වෙලාවට සෛල විවරය හරහා එකා උඩ එකා යා හැක. එවිට ගණන් කිරීම් upset වේ. අනෙක් කරුණ නම් රුධිර ද්‍රාවණය තනුක විය යුතුය. සේලයින් යොදා තනුක කල හැක. තනුක නොවුනොත් ඒකක පරිමාවක අඩංගු රුධිර සෛල ප්‍රමාණය වැඩිවේ. එවිට එකා පස්සේ එකා ගොඩක් එක වෙලාවට යන්නට පෙළඹුනොත් උපකරණයේ සංවේදීතාව අඩුවේ. තනුක වූ විට එක් රුධිර සෛලයක් විවරය හරහා ගමන් කලපසු අනෙකා යන්න ස්වල්ප වෙලාවක් යයි. රුධිර සෛල ගොඩක් තිබ්බොත් ගාල කඩාගෙන විවරය හරහා යන්නට පෙළඹේ.

දැන් ඔබට මේ ක්‍රමයේ මූලධර්මය වැටහෙන්නට ඇතැයි සිතමි. මේ කූල්ටර් සහෝදරයන් දෙදෙනා දෙවන ලෝක යුද්ධයට සහභාගී වී ඉන්පසු රැකියා සොයමින් සිටින අතර මෙම සොයා ගැනීම සඳහා පෙළඹී ඇත. මේ නව සොයාගැනීම සම්බන්ධයෙන් 1940 පසු භාගයේ ඔවුන් patent (පේටන්ට්) බලපත්‍රයක් ඉල්ලා තිබූ නමුත් එය

ඔවුනට ලැබුනේ 1953 දීය. මෙම මූලධර්මයේ ප්‍රධාන කාර්යභාරය සිදුකරන්නේ විවරයි. පේටන්ට් බලපත්‍ර ප්‍රදානය කරන අය කියා සිටියේ විවරයකට (හිලකට) පේටන්ට් බලපත්‍රයක් දෙන්නේ කොහොමද කියාය. කෙසේ වෙතත් මේ මූලධර්මය පාදක කොටගෙන සාදන සෑම ගණිනයක්ම වෙළඳපොළට යොමු කරන වෙළඳ සමාගම් පේටන්ට් බලපත්‍රය හිමියාට මුදලක් ගෙවිය යුතුවේ.

මෙයින් ඔබ වැනි තරුණ දරුවන්ට යම් පණිවිඩයක් දීමට බලාපොරොත්තු වෙමි. සංකල්ප/නව සොයාගැනීම් සරල වුවත් ඒවායින් ලොවට දායක කළහැකි දෑ ඉමහත්ය. එමනිසා අපේ රටද ආර්ථික වශයෙන් දියුණු කිරීමට නම් මෙවැනි නව නිපැයුම්/නවෝත්පාදක දෑ සොයා ගැනීම ඉතා වැදගත්ය. එමනිසා සමහර සිතුම් පැතුම්, නව සංකල්ප සරල යැයි සිතා ඉවත නොදමන්න. ඒවා ඉදිරියට රැගෙන යෑමට උත්සාහ කරන්න. පෞද්ගලිකව මම සරල මිනිසුන්ට හා සරල දේවලට ඉතා කැමතිය.

දැන් ප්‍රශ්නයට යොමු වෙමු. මෙහි සිදුවන දෑ ඔබ දැන් දනී. රුධිර සෛලය සිදුර හරහා යෑමට පෙර සිදුර පිරී ඇත්තේ ද්‍රාවණයෙන්ය. එම ද්‍රාවණ ප්‍රමාණයේ ප්‍රතිරෝධය රුධිර සෛලයේ ප්‍රතිරෝධයට වඩා අඩුය. අනෙක් අතට බැලුවොත් ද්‍රාවණ ප්‍රමාණයේ සන්නායකතාව වැඩිය. එමනිසා (5) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සිදුරේ ද්‍රාවණය ඇතිවිට ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා සිදුර තුලින් වැඩි ධාරාවක් (4 mA) ගලයි.

(6) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි රුධිර සෛලය සිදුරේ තුළ ඇතිවිට හදිසියේම සිදුර තුලින් ධාරාව (ඇත්තටම ද්‍රාවණයේ අයන) යෑම අවහිර (block) වේ. එවිට ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ඇදෙන ධාරාව අඩුවේ. 4 mA සිට 2 mA දක්වා.

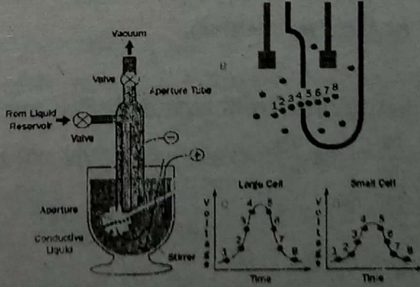
(i) (5) රූපයේ $1000\,\Omega$ ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන ධාරාව 2 mA කි. එමනිසා $1000\,\Omega$ හරහා විභව බැස්ම $= 2 \times 10^{-3} \times 1000 = 2$ V

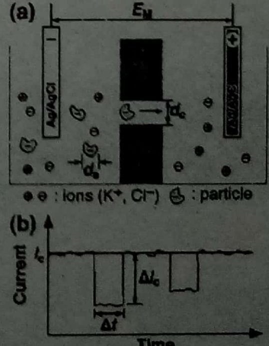
$1000\,\Omega$ අනෙක් කෙලවර භූගත කොට ඇති නිසා P ලක්ෂ්‍යයේ විභවය 2 V වේ. එමෙන්ම (6) රූපයට අනුව P ලක්ෂ්‍යයේ විභවය 4 V වේ. P ලක්ෂ්‍යයේදී ධාරාවල වීජ එකතුය ශූන්‍ය විය යුතුය. කාරකාත්මක වර්ධකය ධාරාවක් ඇද නොගලන්නා ලෙස සැමවිටම සලකනු ලැබේ.

(ii) මුලින් 2 V තිබී රුධිර සෛලය සිදුර හරහා යනවිට P හි විභවය 4 V වේ.

(iii) c (iii) හි විස්තර කල පරිදි $V_+ = 2$ V වූවිට ප්‍රතිදානය ශූන්‍ය වේ. $V_+ = 4$ V සඳහා පමණක් ප්‍රතිදානය 4.7 V වේ. c (iii) කොටස අසා ඇත්තේ (d)(iii) හිදී ඔබට හරි පාරට දමන්නය.

(iv) රුධිර සෛලයක් සිදුර හරහා යන සෑම අවස්ථාවකම V_0, 4.7 V ක් වේ. 4.7 V ටික වේලාවක් පැවතී රුධිර සෛලය සිදුරෙන් අනෙක් පැත්තට ගියපසු ප්‍රතිදානය බිංදුවට බසී. එමනිසා සෑම ප්‍රතිදාන ස්පන්දයක් අනුරූප වන්නේ එක් රුධිර සෛලයකටය. එමගින් සිදුර හරහා යන රුධිර සෛල සංඛ්‍යාව මැනිය හැක. රුධිර ද්‍රාවණය තනුක කිරීමට හේතුව මා පෙර සඳහන් කර ඇත. මෙවැනි උපකරණයක් නිවැරදිව ක්‍රියාත්මක වීමට නම් (නිවැරදිව සෛල ප්‍රමාණය ගිණීමට නම්) රුධිර සෛල, ද්‍රාවණයේ අවලම්බව (suspend) පැවතිය යුතුය. බීකරයේ පතුළට ගොස් තැන්පත් නොවිය යුතුය. එමනිසා බීකරය තුළ ඇති ද්‍රාවණය වරින් වර මන්ථනය කල යුතුය.



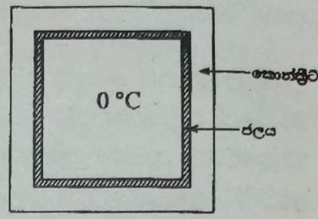


නවීන කුල්ටර් ගණිනවල වීදුරු නලයේ ඉහළ කෙළවර කුඩා රික්ත පොම්පයකට සවි කොට ඇත. එමගින් සෙමින් හා සීරුවෙන් සෛලවලින් පිරුණු ද්‍රාවණය විවරය හරහා ගලා යෑමට (ඇද ගැනීමට) සැලැස්විය හැක. මෙම සරල මූලධර්මය භාවිත කොට අයන ද්‍රාවණයක අඩංගු අංශු ප්‍රමාණය ද ගිණිය කළ හැක. අංශුවල ප්‍රතිරෝධකතාව ද්‍රාවණයේ ප්‍රතිරෝධකතාවට වඩා අඩුවුහොත් කුමක් සිදුවේද? එවිට එම අංශු සිදුර හරහා ගමන් කරන විට "විවරයේ ප්‍රතිරෝධකතාව " අඩුවේ. සන්නායකතාව වැඩිවේ. එවිට ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා ඇදෙන ධාරාව ක්ෂණයකින් වැඩිවේ. ධාරා ස්පන්දන සාමාන්‍ය පවතින අගයෙන් උඩට විදී.

10. (A) (a) (i) ද්‍රව්‍යයක භෞතික අවස්ථාව, ඝන අවස්ථාවේ සිට ද්‍රව අවස්ථාව බවට වෙනස් වන විට තාපය අවශෝෂණය කර ගන්නේ කෙසේදැයි කෙටියෙන් පැහැදිලි කරන්න.

(ii) එක්තරා තාප බලාගාරයක් මගින් නිපදවන ලද මෙගාජූල් 10 ක අමතර තාප ශක්තියක්, 420 ^{0}C ද්‍රවාංකයේ පවත්වාගෙන ඇති පරිවරණය කරන ලද ඝන තුත්තනාගම් කුට්ටියක ගුප්ත තාපය ලෙස ගබඩා කළ යුතුව ඇත. සම්පූර්ණ අමතර ශක්තියම තුත්තනාගම් ද්‍රව කිරීමට භාවිත වන්නේ නම්, මේ සඳහා අවශ්‍ය අවම ඝන තුත්තනාගම් ස්කන්ධය ගණනය කරන්න.
තුත්තනාගම් හි විලයනයේ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය 1.15×10^5 J kg^{-1} වේ.

(b) බාහිර උෂ්ණත්වය -30 ^{0}C හි ඇති විට ශීතල රටක එළිමහනෙහි පිහිටි එක්තරා වසන ලද ගබඩා කාමරයක් තුළ උෂ්ණත්වය 0 ^{0}C හි පවත්වා ගත යුතුව ඇත. කාමරය 20 cm ඝනකමක් ඇති කොන්ක්‍රීට් බිත්ති මගින් තාප පරිවරණය කර ඇත. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි බිත්තිවල අභ්‍යන්තර පෘෂ්ඨය හා ස්පර්ශව 0 ^{0}C හි පවතින අවශ්‍ය තරමේ ඝනකමක් සහිත ඒකාකාර ජල ස්තරයක් පවත්වාගෙන ඇත. නිශ්චල අයිස් තට්ටු සෑදීම වැළැක්වීම සඳහා ජලය අභ්‍යන්තරිකව මන්ථනය කරනු ලැබේ. (මන්ථන ක්‍රියාවලිය ජලයට තාපය සපයන්නේ නැති බව උපකල්පනය කරන්න.)



(i) මෙම ක්‍රමය මගින් කාමරයේ උෂ්ණත්වය කිසියම් කාලයක් පුරා 0 ^{0}C හි පවත්වා ගත හැක්කේ කෙසේදැයි කෙටියෙන් පැහැදිලි කරන්න.

(ii) පැය 10 ක් දක්වා කාමර උෂ්ණත්වය 0 ^{0}C හි පවතින බවට ද මෙම කාලය තුළ ජලයේ ස්කන්ධයෙන් 25% ක් පමණක් අයිස් බවට පත්වීම ද සහතික කෙරෙන ජල ස්තරයක අවම ස්කන්ධය ගණනය කරන්න.
බිත්තිවල සම්පූර්ණ මධ්‍යන්‍ය පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය 120 m^2 වේ. කොන්ක්‍රීට් හි තාප සන්නායකතාව = 0.8 W m^{-1} ^{0}C^{-1}, අයිස්වල විලයනයේ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය = 3.35×10^5 J kg^{-1}

(iii) කිසියම් බලාපොරොත්තු නොවූ හේතුවක් නිසා ඉහත සඳහන් කළ ජල පෘෂ්ඨය සම්පූර්ණයෙන් ම හිමායනය වී 5 cm ඝනකමක් සහිත ඒකාකාර අයිස් පෘෂ්ඨයක් කොන්ක්‍රීට් බිත්තිවල අභ්‍යන්තර පෘෂ්ඨය මත සෑදුණේ යැයි සිතන්න. අයිස් පෘෂ්ඨය සෑදුණු වහාම 0 ^{0}C කාමරයෙන් ඉවතට තාපය ගලා යෑම ඇරඹෙන ශීඝ්‍රතාව ගණනය කරන්න. අයිස් හි තාප සන්නායකතාව = 2.2 W m^{-1} ^{0}C^{-1} , ගණනය කිරීම සඳහා, තාපය ඉවතට ගලා යන අයිස් ස්තරයේ සම්පූර්ණ මධ්‍යන්‍ය පෘෂ්ඨ ක්ෂේත්‍රඵලය 120 m^2 ලෙස ද උපකල්පනය කරන්න.

(a) (i) ගුප්ත තාපය අර්ධ වශයෙන් අණු අතර ආකර්ෂණ බල මැඩ පැවැත්වීමට වැය වේ. ------------------------ **01**

(ii) අවශ්‍ය වන අවම ස්කන්ධය m,

$m \times 1.15 \times 10^5 = 10 \times 10^6$ ------------------------ **01**

$m = 86.95$ kg (86.95 kg – 86.96 kg) ------------------------ **01**

(b) (i) කොන්ක්‍රීට් බිත්ති හරහා සිදුවන තාප හානිය ජලයේ හෝ කාමරයේ උෂ්ණත්ව වෙනස්වීමක් සිදු නොවී ජලය මගින් පිටකරනු ලබන විලයනයේ ගුප්ත තාපය මගින් හානිපූරණය කෙරේ. ------------------------ **02**

(2 හෝ 0)

(ii) කොන්ක්‍රීට් බිත්ති හරහා සිදුවන තාප හානිය (Q) මගින් ලබාදේ නම්,

$\frac{dQ}{dt} = kA\frac{d\theta}{dL}$ හෝ $Q = kGAt$ සමීකරණය භාවිතයට ------------------------ **01**

$Q = 0.8 \times 120 \times \frac{30}{20 \times 10^{-2}}(3600 \times 10)$ (ආදේශයට)------------------------ **01**

$Q = 5.184 \times 10^8$ J

අවශ්‍ය වන අවම ස්කන්ධය m නම්

ජලයෙන් පිටකළ යුතු තාපය ප්‍රමාණය $= m \times \frac{25}{100} \times 3.35 \times 10^5$---------------- **01**

ඉහත සමීකරණය $\frac{25}{100}$ න් ගුණ කිරීමට ------------------------ **01**

$\therefore\ m \times \frac{25}{100} \times 3.35 \times 10^{5} = 5.184 \times 10^{8}$ ------------------------ 01

(ප්‍රකාශන සමාන කිරීම සඳහා)

$m = 6.190 \times 10^{3}$ kg (6.189×10^{3} kg – 6.191×10^{3} kg) ------------------------ 01

(iii) අයිස් කොන්ක්‍රීට් අතුරු මුහුණතෙහි උෂ්ණත්වය θ ලෙසට ගත්විට,

$\frac{Q}{t} = k_1 A \frac{0-\theta}{L_1}$ ------------------------ 01

$= k_2 A \frac{\theta-(-)30}{L_2}$ (සමීකරණ දෙකම සඳහා)

$\left(\frac{L_1}{k_1 A} + \frac{L_2}{k_2 A}\right)\frac{Q}{t} = 30$ ------------------------ 01

$\left(\frac{5 \times 10^{-2}}{2.2 \times 120} + \frac{20 \times 10^{-2}}{0.8 \times 120}\right)\frac{Q}{t} = 30$ ------------------------ 01

$\frac{Q}{t} = 1.320 \times 10^{4}$ W (1.319×10^{4} W – 1.320×10^{4} W)------------------------ 01

10(A) (a) (1) ඝන අවස්ථාවේ පවතින ද්‍රව්‍යයක අණු ඉතා ළඟින් පිහිටයි. එම අණු යම් ඉතාම සුළු සීමාවක් තුල කම්පනය සිදු කලද එම ශක්තිය අණු කැඩීමට තරම් ප්‍රබල නොවේ. තාපය සපයන විට එම අණු වේගයෙන් කම්පනය වේ. එනම් කම්පන චාලක ශක්තිය වැඩිවේ. එනම් උෂ්ණත්වය වැඩිවේ. ඝන අවස්ථාවේ සිට ද්‍රව අවස්ථාවට පත්වීමට නම් මේ අණු අතර ඇති බන්ධන අර්ධ වශයෙන් කඩා ද්‍රව අවස්ථාවට පත්විය යුතුය. ද්‍රවයක් තුල පවතින අණු අතර වුවද ආකර්ෂණ බල ඇතත් ඝනයක තරම් ඒවා ප්‍රබල නොවේ. ඝන අවස්ථාවේ සිට ද්‍රව අවස්ථාවට පත්වන විට අණු අතර ඇති ආකර්ෂණ බල මැඩ පැවැත්වීමට (අර්ධ වශයෙන්) යෙදෙන තාපය ගුප්ත තාපය ලෙස හැඳින්වේ. ඝන අවස්ථාවේ සිට ද්‍රව අවස්ථාවට පත්වන විට අණුවල බන්ධන පූර්ණ වශයෙන් කැඩෙන්නේ නැත. අණුවල චාලක ශක්තිය වැඩි නොවන නිසා ගුප්ත තාපය සැපයීමේදී උෂ්ණත්ව වෙනසක් ඇති නොවේ. මේ තාපයට 'ගුප්ත' තාපය කියා කියන්නේ මේ හේතුව නිසාය. වුනු දේ උෂ්ණත්ව වැඩිවීමක් හැටියට පෙන්නුම් නොකරයි. නමුත් ලබා දෙන තාපය අණුවල විභව ශක්තිය ලෙස ගබඩා වේ.

(ii) මෙම කොටස අසා ඇත්තේ (b) කොටසේ සිදුවන දී වටහා ගැනීමට විය යුතුය. (b) කොටසේ සිදුවන්නේ මෙහි සිදුවන දේට ප්‍රතිවිරුද්ධ ක්‍රියාවලියයි. ඕනෑම තාප බලාගාරයක් මඟින් යම් තාප ශක්තියක් බැහැර කරයි. පරිසරයට මුදා හැරේ. යම් තාප ප්‍රමාණයක් 100% ක්ම ප්‍රයෝජනවත් ශක්තිය බවට හැරවිය නොහැක. වාහනයක එන්ජිමක් ගත්තත් ඉන්ධන දහනයෙන් ජනිතවන තාපයෙන් කොටසක් අපතේ යයි. තාපය 100% ක්ම ප්‍රයෝජනවත් (යාන්ත්‍රික හෝ වෙනත්) ශක්තිය බවට හැරවිය නොහැක. මෙය තාපගති විද්‍යාවේ දෙවන නියමයේ කොටසකි. උසස් පෙළදී ඔබ දෙවන නියමය උගෙන ගන්නේ නැත. වාහන එන්ජිමක ජනිතවන සියලුම තාපය රෝද කරකැවීමට යොදා ගත හැකි නම් රේඩියේටරයක් / සිසිලන පද්ධතියක් අවශ්‍ය නැත.

බලාගාරයෙන් අපතේ යන මෙම තාප ශක්තිය ද්‍රවාංකයට උෂ්ණත්වය නංවා ඇති ඝන තුත්තනාගම් ස්කන්ධයක් ද්‍රව කිරීමට යොදා ගැනේ. අසන්නේ මේ සඳහා තිබිය යුතු තුත්තනාගම් අවම ස්කන්ධයයි. තුත්තනාගම් කලින්ම ද්‍රවාංකයට රත් කොට ඇති නිසා තුත්තනාගම් ද්‍රව කිරීමට අවශ්‍ය වන්නේ විලයනයේ ගුප්ත තාපය පමණි. මුදා හැරෙන තාපය mL වලට සමාන කලාම වැඩේ ඉවරය.

ඇත්තටම බලාගාරවල ඉවත්වන තාපයෙන් මේ අයුරින් යම් වැඩක් ගත හැක. තුත්තනාගම්, ඊයම් වැනි දෑ ද්‍රව කොට එම ද්‍රව ලෝහවලින් යම් ව්‍යුහ සාදනවානම් මෙම අපතේ යන තාපයෙන් වැඩක් ගත හැක. අඩු ද්‍රවාංක ඇති ලෝහ ඒවායේ ද්‍රවාංක කරා රැගෙන යෑමද මෙම තාපය මඟින් සිදුකළ හැක. බලාගාරවල දැන් සිදුවන්නේ මෙම අමතර තාපය මුහුදේ හෝ ගංගාවල ජලයට මුදා හැරීමය. බලාගාර සිසිලනය සඳහා මුහුදු හෝ ගංගා ජලය යොදා ගැනේ. හැබැයි මෙම තාපයෙන් නොයෙකුත් තුත්තනාගම් ව්‍යුහ හදනවානම් එම කර්මාන්තශාලාව බලාගාරයේම කොටසක් විය යුතුය. CEB එක මේකට කැමති වෙයිද මන්ද ?

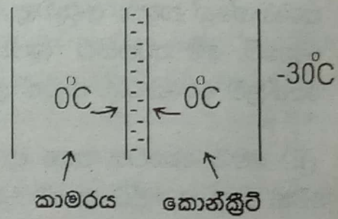
(b) (i) මේ ක්‍රමය හරියන්නේ ශීත රටකටය. බෙහෙත් හෝ වෙනයම් ද්‍රව්‍ය (0°C තබා ගත යුතු) ගබඩා කාමරයේ තබා ගැනීමට අවශ්‍ය නම් මේ ක්‍රමය භාවිත කල හැක. පරිසර උෂ්ණත්වය −30 °C කි. කාමරය තුල 0 °C පවත්වා ගත යුතුය. එමනිසා තාපය ගලන්නේ කාමරයේ ඇතුලේ සිට පිටතටය. කොන්ක්‍රීට් මඟින් පමණක් මෙය කල නොහැක.

කාමරයේ ඇතුළු බිත්ති හා ස්පර්ශව $0°C$ පවතින ජල ස්ථරයක් ඇත. $0°C$ ඇති ජලය $0°C$ ඇති අයිස් බවට පත්වීමේදී තාපය මුදා හැරේ. ඝනයක් ද්‍රවයක් බවට හැරවෙන විට තාපය සැපයිය යුතුය. අයිස්, ජලය බවට පත්වන විට ඇත්තටම අපේ පරිසරයේ උෂ්ණත්වය $0°C$ වඩා වැඩි නිසා පරිසරයෙන් තාපය අයිස්වලට ලබාදේ. $0°C$ ඇති ජලය අපේ පරිසරයේ තැබුවොත් අයිස් බවට පත් නොවේ. ස්වභාවික අයුරින් $0°C$ සිට $30°C$ කරා තාපය ගලා නොයයි. නමුත් $0°C$ ඇති ජලය $-30°C$ පරිසරයක තැබුවොත් ජලය අයිස් බවට පත්වේ ($0°C > -30°C$). පරිසරයට තාපය මුදා හරිමින් ජලය, අයිස් බවට පත්වේ.

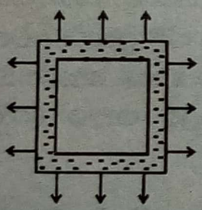
මෙහිදී සිදුවන්නේ මේ දේය. $0°C$ ජලය නොතිබුනේ නම් කොහොමටත් $0°C$ සිට $-30°C$ කරා තාපය ගලයි. නමුත් කාමරයේ අභ්‍යන්තර පෘෂ්ඨය හා ස්පර්ශව $0°C$ ඇති ජල ස්ථරයක් ඇති නිසා කාමරයේ ඇතුළත සිට $0°C$ ඇති ජලයට තාපය නොගලයි. දෙකම ඇත්තේ එකම උෂ්ණත්වයේය. $0°C$ ඇති ජලයේ සිට පරිසරයේ $-30°C$ කරා කොන්ක්‍රීට් තුලින් තාපය ගලා යයි. මේ හේතුව නිසා කාමරය තුල උෂ්ණත්වය $0°C$ යම් කාල පරාසයක් තුල පවත්වා ගත හැක. මෙසේ $0°C$ ඇති ජලයෙන් ගුප්ත තාපය ඉවත් වූ පසු $0°C$ ඇති අයිස් බවට පත්වේ. මෙම අයිස් තට්ටු ජලයේ උඩට ගමන් කරයි. ජලය අයිස් බවට පත් වන්නේ උඩ සිට පහළට වන බව අපි දනිමු. උඩ නිශ්චල අයිස් තට්ටු සෑදී මුළු ජල ප්‍රමාණයම අයිස් බවට පත් වුනොත් වැඩේ කොට උඩ යයි.

ජලය සියල්ලම අයිස් බවට පත් වුනොත් ඊට පසු කාමරයත් සමඟ අයිස්වල උෂ්ණත්වය අඩු වේ. පිටත $-30°C$ බව මතක තබා ගන්න. ජලය අයිස් වුවොත් අයිසුත් දැන් ඝනවී හමාරය. ඝන අයිස් $0°C$ ට වඩා සීතල වෙනවා හැර වෙන වෙන්නට දෙයක් නැත. ඇතුළතින් තාපය පිටතට ගලයි. ගුප්ත තාපය මුදා හැර ඉවරය. එමනිසා තැන්තැන්වල කුඩා අයිස් තට්ටු සෑදීම වැළක්විය යුතුය. ජලය සෙමෙන් මන්ථනය කරන්නේ එබැවිනි. මන්ථනය කිරීමෙන් ද යම් තාපයක් ලැබේ. එසේ තාපයක් ලැබීම හොඳය. එයින් අයිස් ඇතිවීම වලක්වයි. නමුත් මෙම තාපය ගණනයට ඇඳා ගත්තොත් සංකීර්ණ වේ.

(ii) පද්ධතිය තුළ උෂ්ණත්ව ව්‍යාප්තිය ඇත්තේ මෙලෙසය.

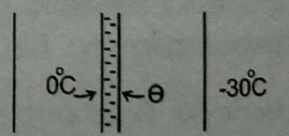


∴ කොන්ක්‍රීට් හරහා පැය 10 කදී සිදුවන තාප හානිය $Q = 0.8 \times 120 \times \left[\frac{0-(-30)}{20 \times 10^{2}}\right] \times 3600 \times 10$. තිබිය යුතුය ජල ස්කන්ධය m නම් මෙයින් 25% ක් අයිස් බවට පත්වීමෙන් මුදා හැරෙන තාපය ඉහත තාප ප්‍රමාණයට සමාන විය යුතුය.



සරලව ගත්තොත් $0\,°C$ ජලය $0\,°C$ ඇති අයිස් බවට පත්වන විට ජල ස්ථරය තාප ප්‍රභවයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එක අතකට සිතුවොත් කොන්ක්‍රීට් හරහා පරිසරයට මුදා හැරෙන්නේ මේ තාපයයි. අවට පරිසරය තාපය ඉල්ලා කෑ ගසයි. පරිසරය ඉන්නේ $-30°C$ ය. කාමරය තුලින් මේ තාපය නොදී ජල තට්ටුව ($0\,°C$ ඇති) මේ ඉල්ලීම සපුරාලයි. ජල තට්ටුව හොඳ සත්ගුණවත් අතරමැදියෙක්ය. නිෂ්පාදකයාට කරදර නොකොට පාරිභෝගිකයාගේ ඉල්ලුම් සපුරාලයි.

(iii) ජලය සම්පූර්ණයෙන්ම අයිස් වුවොත් (මන්ථන ක්‍රියාවලිය අඩපණ වී) වෙන්නේ මා පෙර සඳහන් කල දේය. දැන් උෂ්ණත්ව ව්‍යාප්තිය මෙලෙස පෙන්විය හැක. අයිස් පෘෂ්ඨය සෑදුණු වහාම කියා ලියා ඇත්තේ තවමත් කාමරය $0\,°C$ ඇති බව සනාථ කිරීමටය. ඊට පසු කාමරයේ උෂ්ණත්වයද පහල බසී. අතරමැදියා ගල් වෙලාය. ඔහුට දෙන්නට දෙයක් නැත. පාරිභෝගිකයා, නිෂ්පාදකයාගෙන් ලබා ගත යුතුය. අයිස් ස්ථරය සඳහා $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 2.2 \times 120 \left(\frac{0-\theta}{5 \times 10^{-2}}\right)$; කොන්ක්‍රීට් සඳහා $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 0.8 \times 120 \left[\frac{\theta-(-30)}{20 \times 10^{-2}}\right]$



මේ ප්‍රකාශන දෙක සමාන කොට ඕනනම් θ සොයා ඊට පසු $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ සෙවිය හැක. නමුත් එසේ කිරීම අවශ්‍ය නැත. පළමු සමීකරණයෙන් $-\theta = \frac{5 \times 10^{-2}}{2.2 \times 120}\frac{\Delta Q}{\Delta t}$; දෙවැනි සමීකරණයෙන් $\theta + 30 = \frac{20 \times 10^{-2}}{0.8 \times 120}\frac{\Delta Q}{\Delta t}$; සමීකරණ දෙක එකතු කල විට θ කැපී යයි. $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ සෙවිය හැක. මෙවැනි අවස්ථාවලදී $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ සඳහා කට පාඩම් කල සූත්‍රය භාවිත නොකරන්න. ප්‍රථම මූලධර්මවලින්ම පටන් ගෙන ගැටලුව විසඳන්න.

10. (B) අභ්‍යවකාශ යානා, චන්ද්‍රිකා ආදියෙහි විදුලිය නිපදවීම සඳහා විකිරණශීලි සමස්ථානික තාප විද්‍යුත් ජනක (Radioisotope Thermoelectric Generators (RTGs)) භාවිත කරනු ලබයි. RTG යක් උප පද්ධති දෙකකින් සමන්විතය.

(1) තාප ප්‍රභවය :
මෙය ඇල්ෆා අංශු පිට කරන විකිරණශීලි ප්‍රභවයක් අඩංගු භාජනයකි. පිට කරනු ලබන සියලුම ඇල්ෆා අංශුන් මඟින් නිපදවන චාලක ශක්තිය තාප ශක්තිය බවට පෙරළනු ලබන අතර එය භාජනය මඟින් අවශෝෂණය කර ගනු ලැබේ.

(2) ශක්ති පරිවර්තන පද්ධතිය :
මෙය, භාජනය අවශෝෂණය කළ තාප ශක්තිය විද්‍යුත් ශක්තිය බවට පෙරළෙන තාප විද්‍යුත් ජනකයකි.

^{238}Pu, ප්ලුටෝනියම් ඔක්සයිඩ් (PuO_2) ආකාරයට විකිරණශීලි ප්‍රභවයක් ලෙස භාවිත කරන එක්තරා අභ්‍යවකාශ යානයක් සතු RTG යක් සලකන්න. අභ්‍යවකාශ යානයේ ගමන ආරම්භයේ දී විකිරණශීලි ප්‍රභවයෙහි PuO_2 2.38 kg ක් අඩංගු වන අතර PuO_2 හි භාගයක් ලෙස ^{238}Pu ඇත්තේ 0.9 කි. එක් ^{238}Pu විකිරණශීලි ක්ෂයවීමක දී භාජනය අවශෝෂණය කරන තාප ශක්තිය 5.5 MeV වේ. ^{238}Pu හි අර්ධ ආයු කාලය වසර 87.7 වන අතර ඊට අනුරූප ක්ෂය නියතය $0.0079\ y^{-1}$ ($= 2.5 \times 10^{-10}\ s^{-1}$) වේ. ඇවගාඩ්රෝ අංකය මවුලයකට පරමාණු 6.0×10^{23} වේ.

(i) අභ්‍යවකාශ යානය ගමන ආරම්භයේ දී විකිරණශීලි ප්‍රභවයෙහි ආරම්භයක සක්‍රියතාව Bq වලින් සොයන්න.

(ii) තාප ජවය, විද්‍යුත් ජවය බවට පරිවර්තනය කිරීමේ කාර්යක්ෂමතාව 7% නම්, අභ්‍යවකාශ යානයේ ගමන ආරම්භයේ දී RTG හි විද්‍යුත් ජවය සොයන්න. ($1\ MeV = 1.6 \times 10^{-13}\ J$)

(iii) වසර 10 කට පසු අභ්‍යවකාශ යානය ගමන් අවසන් කරන විට විකිරණශීලි සමස්ථානික ප්‍රභවයේ සක්‍රියතාව සොයන්න. ($e^{-0.079} = 0.92$ ලෙස ගන්න.)

(iv) ගමන අවසානයේ දී RTG ජනනය කරන විද්‍යුත් ජවය සොයන්න.

(v) ගමන අවසානයේ දී විද්‍යුත් ජවය අඩුවීමේ ප්‍රතිශතය සොයන්න.

(vi) අභ්‍යවකාශ යානාවල RTG භාවිත කිරීමේ එක් වාසියක් දෙන්න.

විකිරණශීලි ප්‍රභවයෙහි අඩංගු ^{238}Pu ප්‍රමාණය $= 2380 \times 0.9$ g ------------------------ 01

විකිරණශීලි ප්‍රභවයෙහි අඩංගු ^{238}Pu පරමාණු සංඛ්‍යාව $N_0 = \frac{2380 \times 0.9 \times 6.0 \times 10^{23}}{238}$ --01

$N_0 = 5.4 \times 10^{24}$ පරමාණු

යානය ගමන ආරම්භයේ දී විකිරණශීලි ප්‍රභවයෙහි සක්‍රියතාව $A_0 = \lambda N_0$ -------------- 01

$= 5.4 \times 10^{24} \times 2.5 \times 10^{-10}$ ------------- 01

$= 1.35 \times 10^{15}$ Bq ---------------------- 01

(ii) RTG හි ආරම්භක විද්‍යුත් ජවය $= A_0E$ ------------------------------ 01

මෙහි E යනු විකිරණශීලි ක්ෂයවීමක දී භාජනය අවශෝෂණය කරන ශක්තිය වේ.

$A_0E = 1.35 \times 10^{15} \times 5.5 \times 1.6 \times 10^{-13}$ ------------------------ 01

$= 1188$ W

ගමන ආරම්භයේ දී RTG හි නිපදවෙන විද්‍යුත් ජවය

$= 1188 \times \frac{7}{100}$ ------------------------ 01

$= 83.2$ W (83.1 W – 83.2 W) ------------------------ 01

(iii) වසර 10 කට පසු අභ්‍යවකාශ යානය ගමන් අවසන් කරන විට විකිරණශීලි සමස්ථානිකයේ සක්‍රියතාව (A) නම්

$A = A_0e^{-\lambda t}$

$= 1.35 \times 10^{15} \times e^{-0.0079 \times 10}$

(ප්‍රකාශනය ලිවීමට හෝ ආදේශයට) --------------------- 01

$= 1.35 \times 10^{15} \times 0.92$

$= 1.24 \times 10^{15}$ Bq ----------------------- 01

(iv) ගමන් අවසානයේ දී RTG මගින් නිපදවන ජවය

$$= 1.24 \times 10^{15} \times (5.5 \times 1.6 \times 10^{-13}) \times \frac{7}{100}$$

හෝ $83.2\frac{A}{A_0} = \frac{83.2 \times 1.24 \times 10^{15}}{135 \times 10^{15}}$ ------------------------ 01

$= 76.4\ W\ (76.3 - 76.5)W$ ------------------------ 01

(v) ගමන් අවසානයේ දී ජවය අඩු වීමේ ප්‍රතිශතය

$$= \frac{83.2 \times 76.4}{83.4} \times 100$$

$= 8\%\ \ (8\% - 8.2\%)$ ------------------------ 01

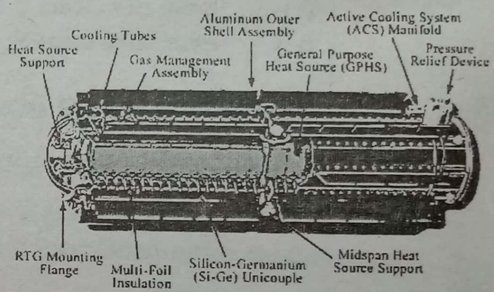
(vi) 1. සූර්යාලෝකය නොපවතින අවස්ථාවක RTG භාවිත කළ හැකි ය.

2. අනෙකුත් විද්‍යුත් ප්‍රභව සමඟ සැසඳූ විට දිගු කාල පරාසයක් තුළ විදුලි ජවය ලබාගත හැක.

3. නඩත්තු කිරීමකින් තොරව භාවිත කළ හැක.

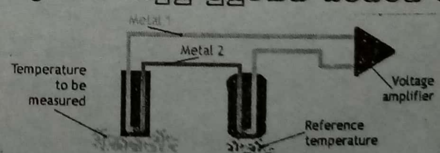
ඉහත ඕනෑම එකක් ------------------------ 01

10(B) විකිරණශීලී සමස්ථානික තාප විද්‍යුත් ජනකයක් යනු විකිරණශීලී සමස්ථානික මඟින් විමෝචනය කරනු ලබන අංශුවල (විශේෂයෙන් ඇල්ෆා අංශු) ඇති චාලක ශක්තිය තාපය බවට හරවා එමඟින් විදුලිය නිපදවන ජනකයකි. නිපදවෙන තාපයෙන් විදුලිය නිෂ්පාදනය කරනු ලබන්නේ ඔබ දන්නා තාප-විද්‍යුත් යුග්ම පෙළක් (array) භාවිත කිරීමෙනි. මෙහි පෙන්වා ඇති RTG හි භාවිත කරන තාප-විද්‍යුත් යුග්මවල ඇත්තේ සිලිකන් - ජ'මේනියම් ලෝහ යුගලයි. මෙවැනි ජනකවල චලනයවන කිසිදු කොටසක් නැත.



අභ්‍යවකාශ යානා / අභ්‍යවකාශ ඒෂණි (probes) වල, චන්ද්‍රිකා සහ එවකට සෝවියට් සංගමය (soviet union) මඟින් ආක්ටික් ප්‍රදේශය වැනි දුරස්ථ කලාපයක පිහිටුවා ඇති මිනිසුන් රහිත ප්‍රදීපාගාරවල (lighthouses) මෙවැනි RTG භාවිත කරයි. ප්‍රශ්නයේ අවසාන කොටසේ සඳහන්ව ඇති පරිදි මෙවැනි RTG වල ඇති වාසි වන්නේ මිනිසුන් රහිතව නඩත්තුවකින් තොරව සෑහෙන කාලයක් 100 W ක ගණයේ හෝ ඊට අඩු විද්‍යුත් ජවයක් ලබා ගත හැකි වීමය. අනෙකුත් තාප විදුලි බලාගාරවල ඉන්ධන (ගල් අඟුරු, ඩීසල් ආදිය) දැමිය යුතුය. බලාගාර නඩත්තු කළ යුතුය. බැටරි ආදිය පාවිච්චි කලත් ඒවා දිගුකලක් භාවිත කළ නොහැක. නැවත ප්‍රතිස්ථාපනය කළ යුතුය. තවත් ප්‍රධාන වාසියක් වන්නේ සූර්ය පැනල මඟින් ජවය සැපයීම වෙනුවට RTG මඟින් අභ්‍යවකාශ ඒෂණිවලට සූර්යාලෝකය නොපවතින හෝ සූර්යයාගෙන් මුවාවන පිහිටුම්වලදී පවා විදුලිය ජනනය කළ හැකිවීමය. එබැවින් අපගේ සූර්ය ග්‍රහමණ්ඩලයේ ඈතට හෝ එයින් එපිටට යවන අභ්‍යවකාශ යානාවලට ජවය සැපයීම සඳහා RTG භාවිත කල හැක.

තාප විද්‍යුත් යුග්මයක් ලෝහ වර්ග දෙකකින් හෝ අර්ධ සන්නායක ද්‍රව්‍ය දෙකකින් සෑදුනු පුඩුවකින් සමන්විත වන බව අපි දනිමු. මේවාහි ලෝහවර්ග දෙකෙන් සමන්විත එක් එක් අග්‍ර RTG හි ඇති බඳුනේ බිත්තිය පුරාම ඔබ්බවා ඇති අතර අනෙක් අග්‍ර (බාහිර) සියල්ල heat sink එකකට සවිකොට ඇත. ප්‍රථම RTG ජනකය නිපදවන ලද්දේ 1954 දී Ken Jordan සහ John Birden යන



විද්‍යාඥයින් දෙපළ විසිනි. මුල්වරට අභ්‍යවකාශ යානයක RTG එකක් භාවිත කොට ඇත්තේ 1961 දී ඇමෙරිකා එකසත් ජනපදය විසිනි. Pioneer, Voyager, Galileo, Cassini යන අභ්‍යවකාශ ගවේෂණ යානාවල RTG භාවිත කොට ඇත. සෝවියට් රුසියාව මඟින් අභ්‍යවකාශ යානාවලට අමතරව මිනිසුන් රහිත ප්‍රදීපාගාරවල සහ නාවික කටයුතු සඳහා යොදා ගන්නා පහන් කණුවල විදුලි බුබුළු දැල්වීම සඳහා RTG භාවිත කොට ඇත.

RTG වල තාපය නිපදීම සඳහා බොහෝවිට යොදා ගන්නේ α අංශු විමෝචනය කරන විකිරණශීලී සමස්ථානිකයකි. මෙයට හේතුව වන්නේ ඇල්ෆා අංශු ද්‍රව්‍ය තුළ ඉතා පහසුවෙන් නැවතෙන බැවිනි. ඇල්ෆා අංශුවල ආරෝපණය

+2e කි. මේවා ඉතාමත්ම කෙටි දුරකදී ද්‍රව්‍ය තුල නතරවේ. ආරෝපණය නිසා තම ශක්තිය ඉතා ඉක්මනින් හානිකර ගනී. ඇලුමිනියම් තහඩුවක් තුළ 0.1 mm වැනි ඉතා අඩු දුරකදී ඇල්ෆා අංශු නතරවේ. එමනිසා ඇල්ෆා අංශු විනිවිද නොයන නිසා අංශු නතරවන ලෝහ මාධ්‍යය හොඳින් රත්වේ. RTG එකක අවශ්‍ය වන්නේද මෙයය. තාප-විද්‍යුත් යුග්මවල එක් කෙළවරක උෂ්ණත්වය අවශ්‍ය තරමට වැඩිකළ යුතුය.

β අංශු $\propto$ අංශුවලට වඩා විනිවිද යයි. γ කිරණ මගින් ගමන් කරන මාධ්‍යය එතරම් රත් නොකරයි. විකිරණශීලී මූල ද්‍රව්‍යයට තිබිය යුතු අනෙක් වැදගත් සාධකය වන්නේ එහි අර්ධ-ආයු කාලයයි. අර්ධ- ආයු කාලය කුඩා නොවිය යුතු අතරම ඉතා විශාලද නොවිය යුතුය. අර්ධ-ආයු කාලය කුඩා වූවොත් ඉක්මනින් ක්ෂය වී සෑහෙන කාලයක් RTG ය භාවිත කල නොහැකි වේ. අර්ධ-ආයු කාලය ඉතා විශාල වූවොත් ක්ෂය නියතය ඉතා කුඩාවන නිසා ජනිතවන තාපය අල්ප වේ. එවිට RTG මඟින් නිපදවෙන විද්‍යුත් ජවය ඉතා කුඩා වේ. $^{238}Pu, \propto$ විමෝචකයකි. එලෙසම අර්ධ-ආයු කාලය එතරම් කුඩාද හෝ බොහෝ විශාලද නොවේ. එය වසර 87.7කි. එමනිසා RTG සඳහා බොහෝවිට යොදා ගැනෙන්නේ ^{238}Pu ය. ^{239}Pu හෝ ^{238}U RTG සඳහා යෝග්‍ය නොවේ. ඒවාහි අර්ධ-ආයු කාල පිලිවෙලින් අවුරුදු 24,100 සහ අවුරුදු 4.5×10^9 වේ.

^{238}Pu එක් ග්‍රෑමයකින් තාප ජවය 0.5 W පමණ ජනනය කරයි. ඇත්තටම Pu ස්වභාවධර්මයේ පවතින මූල ද්‍රව්‍යයක් නොවේ. Pu න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා මඟින් සාදාගත යුතුය. යුරේනියම් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ පවතී. ^{238}Pu සාදා ගන්නේ ^{238}U මතට ඩියුටීරියම් (^2_1H - හයිඩ්‍රජන්වල එක් සමස්ථානිකයක්) විවර්ෂණය (bombard) කිරීමෙනි. එහිදී නෙප්චූනියම් ^{238}Np ලැබේ. මෙය β^- ක්ෂයවී ^{238}Pu සාදයි. $^{238}Pu, \propto$ අංශු විමෝචනය කරමින් ^{234}U සාදයි.

$$^{238}_{92}U + ^2_1H \longrightarrow ^{238}_{93}Np + 2\,^1_0n$$

$$^{238}_{93}Np \xrightarrow[\text{days}]{2.1} ^{238}_{94}Pu + \beta^-$$

$$^{238}_{94}Pu \xrightarrow[\text{years}]{87} ^{234}_{92}U + ^4_2He$$

මේ න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාව මුලින්ම කොට ^{238}Pu නිෂ්පාදනය කලේ Glenn Seaborg සහ ඔහුගේ සහායකයින් විසින් 1940 දීය. න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා රසායනික ප්‍රතික්‍රියා මෙන් නොව ඉතාම සරලය. Z අංකය හා A අංකය සෑමවිටම සංස්ථිති විය යුතුය. NASA ආයතනය මඟින් අඟහරු ග්‍රහයා මත පතිත කළ curiosity නමින් හැඳින්වෙන rover යානයේද ඈත අභ්‍යවකාශයට යැවූ voyager probe එකේද ශක්තිය සපයන්නේ මෙවැනි RTG මඟිනි.

Pu ඉතා සුවිශේෂී මූල ද්‍රව්‍යයකි. ^{239}Pu විඛණ්ඩනය කල හැකි න්‍යෂ්ටියකි. න්‍යෂ්ටික බෝම්බ සෑදීම සඳහා ^{239}Pu බහුලව භාවිත කෙරේ. විඛණ්ඩනය කළ හැකි ^{235}U පොළොවේ පවතින්නේ ඉතා මඳ වශයෙනි. 0.7% වැනි ඉතා සුළු ප්‍රතිශතයකි. (2015 අභ්‍යාස ප්‍රශ්නය බලන්න) එමනිසා න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාකාරකවල ^{238}U මතට අධිවේගී n (විඛණ්ඩනයෙන් ලැබෙන) විවර්ෂණය වීමෙන් ^{239}Pu සාදා ගත හැක.

^{238}Pu විඛණ්ඩනය කළ නොහැක. 238 ඉරට්ටේ සංඛ්‍යාවකි. (2015 විවරණය බලන්න) නමුත් ^{238}Pu අඩුත් [illegible] වැඩිත් නැති මධ්‍යම ප්‍රමාණයේ අර්ධ-ආයු කාලයක් සහිත ප්‍රබල $\propto$ විමෝචකයක් නිසා අභ්‍යවකාශ කටයුතුවල විද්‍යුත් ජවය ලබා ගැනීම සඳහා භාවිත වේ. ඇමෙරිකා එක්සත් ජනපදය අවුරුදු 30 ක් පමණ ^{238}Pu නිෂ්පාදනය කිරීම නවතා දමා දැන් නැවත නිෂ්පාදනය ආරම්භ කොට ඇත.

RTG මෙන්ම RHU(radioisotope heater units) - විකිරණශීලී සමස්ථානික තාප ඒකක සඳහා ^{238}Pu භාවිත වේ. අභ්‍යවකාශ යානා හා සූර්යාගෙන් ඉතා ඈතට යවන ඒෂණි ඉතා සීතල වේ. එවිට ඒවායේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝනික උපාංග අකර්මන්‍ය විය හැක. එමනිසා එම කොටස් රත් කිරීම සඳහා RHU භාවිත කෙරේ. RTG වල ප්‍රධාන අවාසිය වන්නේ තාප ජවය, විද්‍යුත් ජවය බවට හැරවීමේ කාර්යක්ෂමතාවය අඩු (7% පමණ) අගයක පැවතීමය.

තාපජ විද්‍යුතය (thermoelectricity) මුල් වරට සොයා ගත්තේ ජර්මන් ජාතික Thomas Johann Seebeck විසින් 1821 වසරේදීය. ඔහු වෛද්‍ය උපාධියක් ලබාගත් කෙනෙක් වුවත් භෞතික විද්‍යාවට තිබූ ඇල්මට භෞතික විද්‍යාවට අදාළ පර්යේෂණ කටයුතුවල නියැලුණු විද්‍යාඥයෙකි. වෙනත් ද්‍රව්‍යවලින් සැදි සන්නායක කම්බි දෙකක සන්ධියකදී තාපජ ශක්තිය විද්‍යුතය බවට හැරවීම Seebeck ආචරණය (Seebeck Effect) ලෙස හැඳින්වේ. අසමාන ලෝහ කම්බි දෙකකින් සෑදුනු පරිපථයක ඒවායේ සන්ධි අතර උෂ්ණත්ව අනුක්‍රමණයක් ඇතිකළ විට පරිපථය සමීපයේ තිබූ මාලිමා කටුවක් උත්ක්‍රමණය වනු ඔහු නිරීක්ෂණය කළේය. ඔහු මුලින් සිතුවේ උෂ්ණත්ව වෙනස නිසා චුම්බකත්වයක් ප්‍රේරණය වන බවයි. පසුව මාලිමාව උත්ක්‍රම වූයේ කම්බිවල ගැලූ ධාරාව නිසා බව

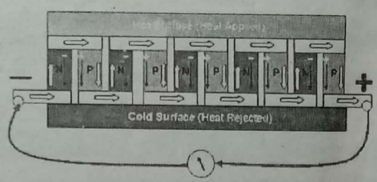
ඔහු නිශ්චය කළේය. සන්ධි දෙක අතර ජනනය වන වෝල්ටීයතාව V (මෙයට සීබෙක් වෝල්ටීයතාව කියා කියනු ලැබේ) මෙම සම්බන්ධතාව ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කල හැක. $V = a(T_h - T_c)$

$T_h =$ උණුසුම් සන්ධියේ උෂ්ණත්වය, $T_c =$ සිසිල් සන්ධියේ උෂ්ණත්වය, $a =$ සීබෙක් සංගුණකය (Seebeck coefficient) ලෙසින් හැඳින්වේ. විවිධ වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන ඝනත්ව අගයයන් සහිත ලෝහ දෙකක වැඩි ඉලෙක්ට්‍රෝන ඝනත්වයක් සහිත පෙදෙසක සිට අඩු ඉලෙක්ට්‍රොන ඝනත්වයක් ඇති පෙදෙසකට ඉලෙක්ට්‍රෝන විසරණය (diffusion) වීමෙන් තාප විද්‍යුත් ධාරාව හටගනී. සන්ධි දෙකම එකම උෂ්ණත්වයක ඇතිවිට සන්ධි දෙකේම විසරණය වන ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව සමානය. එමනිසා සන්ධි දෙකෙන් ජනනය වන ධාරා සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ. මේ නිසා සඵල ධාරාව ශුන්‍ය වේ. නමුත් සන්ධි දෙක එක සමාන නොවන උෂ්ණත්වවල පවත්වා ගත්විට සන්ධි දෙකේ ඉලෙක්ට්‍රෝන විසරණය වන ප්‍රමාණ එක සමාන නොවේ. එමනිසා නිපදවෙන ධාරා එකම අගයක් නොගැනීමේ හේතුවෙන් සඵල ධාරාව ශුන්‍ය නොවේ.

මෙම ආවරණයේ විලෝමය සොයා ගත්තේ ප්‍රංශ ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයෙකු වූ Jean Charles Peltier විසින් 1834 දීය. ඔහුගේ මුල් රැකියාව වී ඇත්තේ ඔරලෝසු වෙළඳාම් කිරීමය. වෙනස් වූ ලෝහ දෙකකින් සාදන ලද පරිපථයක් හරහා ධාරාවක් යැවූ විට එක් සන්ධියක් රත්වන අතර අනෙක් සන්ධිය සිසිල් වේ. මෙයට පෙල්ටියර් ආවරණය (Peltier effect) කියා කියනු ලැබේ.

අවුරුදු සියයක් පමණ පුරා තාප විද්‍යුත් යුග්ම සාදන ලද්දේ ලෝහ වර්ගවලිනි. 1950 ගණන්වල සිට ලෝහ වෙනුවට අර්ධ සන්නායක භාවිත කොටද තාප විද්‍යුත් යුග්ම නිපදවයි. RTG එකක ඇති Si-Ge යුග්මයද එවන් එකකි. අර්ධ සන්නායක යොදා සාදන තාප විද්‍යුත් යුග්මවල සීබෙක් සංගුණකය (a) ලෝහවලින් සෑදූ යුග්මවලට වඩා වැඩිය. එමනිසා ඒවාහි කාර්යක්ෂමතාව සුළු ප්‍රමාණයකින් වැඩිය. ඇත්තටම 7%ක කාර්යක්ෂමතාවයක් ලබාගත හැක්කේ අර්ධ සන්නායකවලින් සෑදූ තාප-විද්‍යුත් යුග්ම මඟිනි. නැත්නම් ලබාගත හැක්කේ 3% පමණ කාර්යක්ෂමතාවයකි.

නියමිත පරිදි මාත්‍රණය කරන ලද n සහ p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක (Si හා Ge) මඟින් සාදන ලද තාප විද්‍යුත් යුග්ම වැලක් (තාප විද්‍යුත් පුංජයක් - Thermopile) රූපයේ පෙන්වා ඇත.



Thermoelectric Generator (TEG)

Cardiac Pacemaker වල අවශ්‍ය විද්‍යුත් ශක්තිය නිපදවීම සඳහාද ^{238}Pu විකිරණශීලී සමස්ථානිකය අඩංගු ඉතා කුඩා RTG එකක් බොහෝ විට භාවිත කරයි. හෘද කන්තුක ගතිකරයක් යනු අස්වාභාවික හෝ අවප්‍රමාණ හෘද රිද්මයන් නැවත සාමාන්‍ය රිද්මයට ගැනීමට උදවුවන උපක්‍රමයකි. එය මඟින් විද්‍යුත් ස්පන්දන ජනිත කොට හෘදය සාමාන්‍ය ශීඝ්‍රතාවයෙන් ගැස්සීමට සලස්වයි. මෙය උරයේ හෝ උදරයේ රෝපණය (implant) කරනු ලැබේ. මෙය බැටරි මඟින් ක්‍රියාත්මක කිරීමට ගියොත් බැටරි නැවත නැවත ප්‍රතිස්ථාපනය කිරීම ප්‍රායෝගිකව කළ නොහැක්කකි. නමුත් RTG මඟින් ජනිතවන විද්‍යුත් ශක්තිය රෝගියා ජීවත්වන කාලය පුරාම විද්‍යුත් ස්පන්දන ජනිත කිරීමට සමත් වේ. විමෝචනය වන ඇල්ෆා අංශු උපක්‍රමය තුලම නතරවන නිසා α අංශු මඟින් සිරුරේ සෛලවලට හානියක් සිදු නොවේ.

දැන් අපි ප්‍රශ්නයට හැරෙමු. ප්‍රශ්නය පහසුය. ඇත්තේ අංක ගණිතය පමණි.

(i) සක්‍රීයතාව සෙවීමට කොපමණ ^{238}Pu න්‍යෂ්ටි (පරමාණු) ප්‍රමාණයක් ඇතිදැයි සෙවිය යුතුය. Pu නිෂ්පාදනය කළවිට වාතයේ අඩංගු O_2 සමඟ රසායනිකව ප්‍රතික්‍රියා කොට PuO_2 සාදයි. ප්‍රථමයෙන් PuO_2, 2.38 kg ක අඩංගු Pu ස්කන්ධය සෙවිය යුතුය. PuO_2 හි අඩංගු Pu භාගය ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. අවශ්‍ය නම් එය ගණනය කල හැක. PuO_2 මවුලයක ස්කන්ධය $= 238 + 16 \times 2 = 270\ g$ $\therefore$ PuO_2 මවුලයක අඩංගු Pu භාගය $= \frac{238}{270} = 0.88$; මෙම අගය 0.9 ලෙස ගැටලුවේ දී ඇත.

$\therefore$ PuO_2, 2.38 kg ක අඩංගු Pu ස්කන්ධය වන්නේ 2380×0.9 g ය. මෙය වැරදුනොත් මුළු ගානම වරදී. ඊළඟට Pu ග්‍රෑම් 238 ක ඇවගාඩ්රෝ අංකයට සමාන පරමාණු සංඛ්‍යාවක් ඇත. එසේනම් Pu ග්‍රෑම් 2380×0.9 ප්‍රමාණයක Pu පරමාණු කොපමණ ඇත්ද? 6.0×10^{23} යනු ග්‍රෑම් මවුලයක අඩංගු පරමාණු සංඛ්‍යාව නිසා kg, g

බවට හැරවීමට අමතක නොකළ යුතුය. kg වලින් හදනවානම් කිලෝ මවුලයක අඩංගු පරමාණු සංඛ්‍යාව 6.0×10^{26} ලෙස ගත යුතුය. ස්කන්ධය 2380 g ලෙස දී ඇත්තේ 238 සමඟ ලස්සනට කැපී යාමටය.

සක්‍රියතාවය සෙවීමට විකිරණශීලී පරමාණු සංඛ්‍යාව, ක්ෂය නියතයෙන් ගුණ කල යුතුය. ක්ෂය නියතයේ අර්ථ දැක්වීම වන්නේ තත්පරයකට (ඒකක කාලයකට) අදාළ ක්ෂයවීමේ සම්භාවිතාවයි. එමනිසා ක්ෂය වන ප්‍රමාණය නිර්ණය කිරීමට සම්භාවිතාව, පවතින විකිරණශීලී පරමාණු සංඛ්‍යාවෙන් ගුණ කල යුතුය.

(ii) සක්‍රියතාව යනු තත්පරයකදී නිකුත්වන විමෝචන සංඛ්‍යාවයි. තත්පරයකට ඇල්ෆා අංශු 1.35×10^{15} ක් විමෝචනය වේ. එක් ක්ෂය වීමකදී 5.5 MeV ශක්ති ප්‍රමාණයක් විමෝචනය වේ. එසේනම් ක්ෂයවීම් 1.35×10^{15} ප්‍රමාණයකට කොපමණ ශක්තියක් මුදා හැරේද? අවශ්‍ය වන්නේ ගුණ කිරීමක් පමණි. මෙම 5.5 MeV අගයත් අවශ්‍යනම් ගණනය කල හැක. ^{238}Pu හි α අංශු විමෝචනයේ ක්‍රියාවලිය වන්නේ

$${}^{238}_{94}\mathrm{Pu} \rightarrow {}^{234}_{92}\mathrm{U} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \quad (234 + 4 = 238;\ 92 + 2 = 94)$$

මෙම පරමාණුවල ස්කන්ධ පරමාණු ස්කන්ධ ඒකකවලින් දන්නේ නම් $E = mc^2$ භාවිත කොට මුදා හැරෙන ශක්තිය පහසුවෙන් ගණනය කල හැක. (2015, 10 (B) ප්‍රශ්නය බලන්න.)

${}^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ ස්කන්ධය $= 238.04956$ u ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$ ස්කන්ධය $= 4.00260$ u

${}^{234}_{92}\mathrm{U}$ ස්කන්ධය $= 234.04095$ u ; මුදා හැරෙන ශක්තිය $= [M_{Pu} - (M_U + M_{He})]\, 931.5$ MeV [I u = 931.5 MeV; 2015, 10(B) ප්‍රශ්නය බලන්න]

ඉහත අගයන් ආදේශ කොට සුලුකල විට මුදා හැරෙන ශක්තිය 5.60 MeV පමණ ලැබේ. මේ මුදා හැරෙන ශක්තිය යනු විමෝචනය වන $\alpha\ ({}^{4}_{2}\mathrm{He})$ අංශුවේ සහ වාංගුවන දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යයේ $({}^{234}\mathrm{U})$ චාලක ශක්තිවල එකතුවයි. මුදා හැරෙන ශක්තිය යනු අන් කවරක්වත් නොව ක්ෂය වීමෙන් සෑදෙන ක්ෂය කොටස්වල මුළු චාලක ශක්තියයි. දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යය වන ^{234}U විකිරණශීලී ප්‍රභවයේම නවතී. මේ නිසා විකිරණශීලී ප්‍රභවය/සාම්පලය රත්වේ. අපට අවශ්‍ය වන්නේ α අංශුවක චාලක ශක්තියයි. RTG එකේ බිත්තියේ නතර වන්නේ මේ α අංශුයි. α අංශු නතර වූ පසු ඒවායේ මුළු චාලක ශක්තිය තාපය බවට හැරේ. 5.60 MeV වලින් α අංශුවට යන චාලක ශක්තියද පහසුවෙන් සෙවිය හැක. මුදා හැරෙන ශක්තිය Q නම්,

$Q = T_D + T_{He}$ --(1) (T_D = දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යයේ චාලක ශක්තිය; $T_{He} = \alpha$ අංශුවේ චාලක ශක්තිය)

α අංශුව විමෝචනය වන විට දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යය වාංගු (recoil) වේ. රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිතියට අනුව α අංශුව විමෝචනය වන දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට දුහිතෘ මූලද්‍රව්‍යය වාංගු වේ/පොළා පනී. මොන ප්‍රතික්‍රියාව වුනත් රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිතිය බොරු කල නොහැක. තුවක්කුවකින් උණ්ඩයක් විදෙනවිට උණ්ඩය නැති තුවක්කුව වාංගු වන්නා සේ විකිරණශීලී මූල ද්‍රව්‍යයකින් අංශුවක් ඉවතට විදෙන විට දුහිතෘ මූල් ද්‍රව්‍යය පිටුපසට වාංගු වේ. α අංශුව පසුපස හැරී බලනවිට දකින්නේ පීතෘ මූල ද්‍රව්‍යය නොව දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යයයි. තාත්තා මැරී ඇත. දුව ජනිත වී ඇත.

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිතියට අනුව $0 = M_D V_D - M_{He} V_{He}$

$M_D V_D = M_{He} V_{He}$; M_D = දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යයේ ස්කන්ධය; V_D = දුහිතෘ මූල ද්‍රව්‍යයේ වේගය $M_{He} = \alpha$ අංශුවේ ස්කන්ධය; $V_{He} = \alpha$ අංශුවේ වේගය

$\therefore V_D = \frac{M_{He} V_{He}}{M_D}$ --(2) පළමු සමීකරණයෙන් $Q = \frac{1}{2} M_D {V_D}^2 + T_{He}$

(2) න් V_D සඳහා ආදේශ කලවිට $Q = \frac{\frac{1}{2} M_D M_{He}^2 V_{He}^2}{M_D^2} + T_{He} = \frac{M_{\mathrm{He}}}{M_{\mathrm{D}}}\left(\frac{1}{2} M_{\mathrm{He}} V_{\mathrm{He}}^2\right) + T_{He}$

- $Q = \frac{M_{He}}{M_D} T_{He} + T_{He} = \left(\frac{M_{He}}{M_D} + 1\right) T_{He} \therefore T_{He} = \frac{Q}{\frac{M_{He}}{M_D} + 1} = \frac{M_D\, Q}{M_D + M_{He}}$

දැන් $Q = 5.6$ MeV ලෙස ගෙන T_{He} සොයමු. $T_{He} = \frac{234}{234+4} \times 5.6 = \frac{234}{238} \times 5.6 = 5.5$ MeV

5.5 MeV ලබා ගන්නේ මෙලෙසිනි. RTG හි බිත්ති මත තාපය ලෙස අවශෝෂණය වන්නේ මෙම ∝ − අංශුවල චාලක ශක්තියයි. ස්කන්ධ අගයයන් සඳහා සමහරවිට අපි දශම ස්ථාන අතහැර දමමු. උදාහරණයක් වශයෙන් ^{238}Pu පරමාණුවක ස්කන්ධය 238 u ද? නැතහොත් 238.04956 u ද? මේ පිලිබඳ යම් කුකුසක් තිබිය හැක. ඇත්තටම ^{238}Pu පරමාණුවක ස්කන්ධය පරමාණුක ස්කන්ධ ඒකකයට අනුව 238.04956 ය. 238 නොවේ. නමුත් මෙවැනි සංඛ්‍යා දෙකක් බෙදන්නට ඇතිවිට දශම ස්ථාන සැලකීමේ ප්‍රායෝගික අර්ථයක් නැත. උදාහරණයක් වශයෙන් T_{He} සෙවීමේදී $T_{He} = \left(\frac{234.04095}{234.04095+4.0026}\right) 5.6$ ලෙස ලියා සුළු කිරීමට යාමේ තේරුමක් නැත. නමුත් අන්තරයක් ගන්න අවස්ථාවේදී (මුදා හැරෙන ශක්තිය සොයන විට) දශම ස්ථාන නොසලකා හැරිය නොහැක.

Q සොයන විට $Q = 238 - (234 + 4)$ ගත්තොත් Q ශූන්‍ය වේ. එමනිසා ගුණිතයකදී හෝ බෙදීමකදී දශම ස්ථාන අතහැරදැමුවා කියා ප්‍රශ්නයක් නැත. සිදුවන්නා වූ පාපයක් නැත. 238 යනු ස්කන්ධ අංකය ය (mass number). එනම් න්‍යෂ්ටියේ ඇති ප්‍රෝටෝන සහ නියුට්‍රෝන සංඛ්‍යාවේ එකතුවයි. එය පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් විය යුතුය.

A_0E යනු ආරම්භක තාප ජවයයි. විද්‍යුත් ජවය බවට හැරෙන්නේ මෙයින් 7% පමණි.

(iii) මේ සඳහා විකිරණශීලතාව සඳහා වන ක්ෂය නියමය වන $A = A_0e^{-\lambda t}$ භාවිත කළ යුතුය. සක්‍රියතාව අඩු වන්නේ ඝාතීය ශ්‍රිතයක් හැටියටය. ආරම්භක සක්‍රියතාව වන A_0, t කාලයකට පසුව $A_0e^{-\lambda t}$ දක්වා අඩුවේ. මෙහිදී λ සඳහා ආදේශයේදී පරිස්සම් විය යුතුය. t සඳහා අවුරුදුවලින් ආදේශ කරන නිසා λ සඳහා ගත යුත්තේ 0.0079 y^{-1} ය. λt ගුණිතයේ ඒකක / මාන නොමැති විය යුතුය. λ, s^{-1} වලින් ආදේශ කළහොත් අවුරුදු 10 තත්පර කල යුතුය. කෙසේ වෙතත් $e^{-0.079} = 0.92$ ලෙස දී ඇති නිසා උත්තරය ලබා ගැනීමට අවුලක් නැත. අවුරුදු 10 කට පසු සක්‍රියතාව මුල් අගයෙන් 0.92 කි.

(iv) නැවත පෙර පරිදිම නව සක්‍රියතාව අවශෝෂණය කරන තාපයෙන් ගුණ කොට එයින් 7% ගත යුතුය. ඇත්තටම විද්‍යුත් ජවය අඩුවන්නේද 0.92 භාගයකිනි. කාර්යක්ෂමතාව වෙනස් වී නැත. කාලය කොච්චර ගියත් එක් ^{238}Pu පරමාණුවක් ක්ෂය වීමේදී මුදා හැරෙන ශක්තියේ කිසිදු වෙනසක් ඇති නොවේ. අඩුවන්නේ සක්‍රියතාව හෙවත් තත්පරයකදී සිදුවන විමෝචන සංඛ්‍යාව පමණි.

එමනිසා නව විද්‍යුත් ජවය $= 83.2 \times 0.92$ ලෙස කෙලින්ම ගත හැක. අනවශ්‍ය ගණනය කිරීම් සිදු කළ යුතු නැත.

අර්ධ-ආයු කාලය / ක්ෂය නියතය කාලය, පීඩනය, උෂ්ණත්වය සමග හෝ විකිරණශීලී මූල ද්‍රව්‍යය ධන අයනයක් හෝ ඍණ අයනයක් ද යන්න මත රඳා නොපවතී. විකිරණශීලතාව න්‍යෂ්ටියේ වෙන වැඩකි. උෂ්ණත්වය සහ පීඩන වෙනස්කම් න්‍යෂ්ටි ගණන් නොගනී. න්‍යෂ්ටියකට දැනෙන්න නම් උෂ්ණත්වය සහ පීඩනය ඉතාම අධික අගයකට පත්විය යුතුය. රසායනික ප්‍රතික්‍රියා ගනුදෙනු කරන්නේ පරමාණුවේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන සමඟය. එමනිසා රසායනික ප්‍රතික්‍රියා උෂ්ණත්වය හා පීඩනය සමඟ වෙනස් විය හැක.

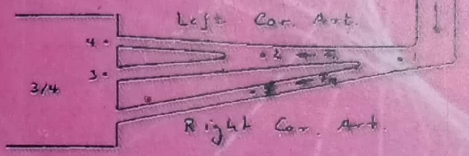
(v) සාමාන්‍ය අංක ගණිතයය. පෙර තිබූ ගණන 83.2 කි. දැන් එය 76.4 කි. එසේනම් අඩුවීමේ ප්‍රතිශතය කොපමණද? මෙහි උත්තරය තවත් සරලව ගත හැක. මුලින් තිබූ ජවයෙන් දැන් ඇත්තේ 0.92 ක භාගයකි. එනම් මුලින් 1 ක් තිබුනේ නම් දැන් ඇත්තේ 0.92 කි. එමනිසා අඩුවීමේ ප්‍රතිශතය $= \frac{(1-0.92)}{1} \times 100 = 8\%$. මෙය ගණනයකින් තොරව මනෝමයෙන් වුවත් මෙලෙස කළ හැක. 0.92 යනු 92% කි. දැන් ඇත්තේ 92% නම් 8%ක් හානිවී ඇත. මෙයින් ගම්‍ය වන්නේ අවුරුදු 10කට පසුව වුවද ජවය අඩුවීමේ ප්‍රතිශතය 8% ක් වන අඩු ප්‍රතිශතයක් බවයි. 50% කින් ජවය අඩුවෙන්න නම් අර්ධ-ආයු කාලය වන අවුරුදු 87.7 ක් ගත විය යුතුය.

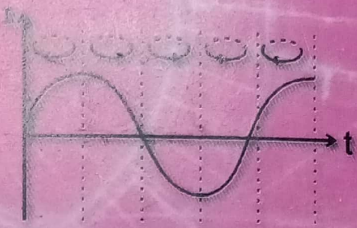
(vi) වාසි පිලිබඳ පෙර සාකච්ඡා කොට ඇත.

අ.පො.ස උසස් පෙළ

භෞතික විද්‍යාව 2016

ප්‍රශ්න පත්‍ර පිළිතුරු විග්‍රහය





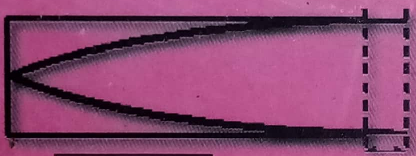
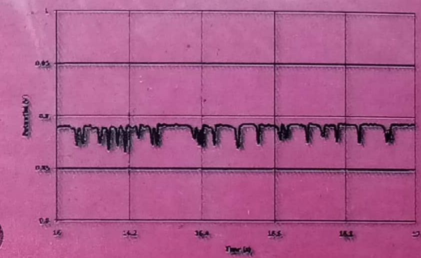


Figure 4 end correction (d)



ISBN 978 - 955 - 42707 - 1 - 8

මිල රු. 350/-

ලිතිර අධ්‍යාපන ප්‍රකාශනයකි.