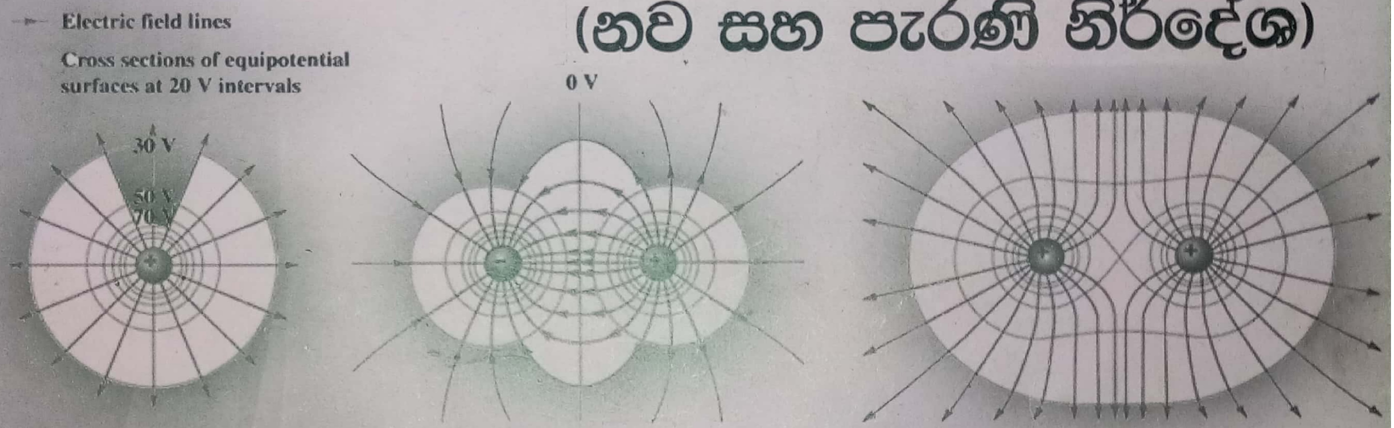
උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව

2013 විවරණය

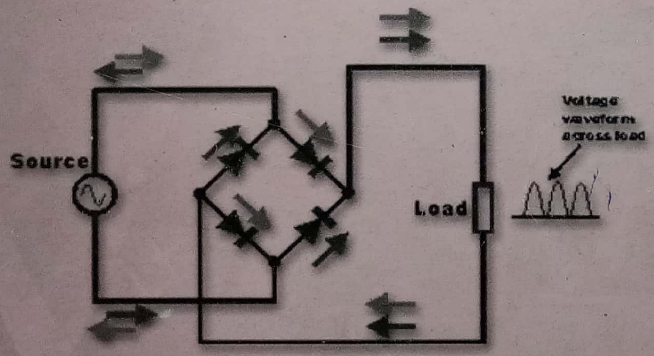
(නව සහ පැරණි නිර්දේශ)

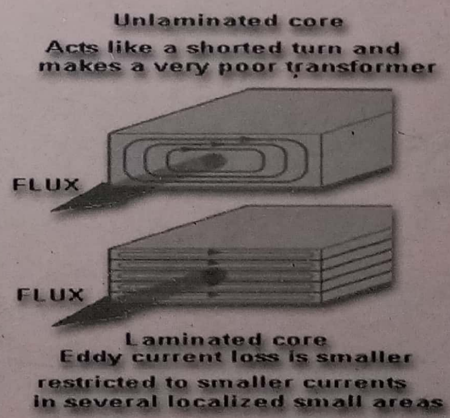


(a) A single positive charge

(b) An electric dipole

(c) Two equal positive charges





එස්.ආර්.ඩී. රෝසා

අ.පො.ස. උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව

G.C.E. Advanced Level Physics

2013 භෞතික විද්‍යා විවරණය (නව සහ පැරණි)

ISBN 978 - 955 - 52867 - 4 - 9

කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලයේ

මහාචාර්ය එස්. ආර්. ඩී. රෝසා

B.Sc. (Physics Special - First Class - Colombo)

M.Sc., Ph.D. (Pittsburgh, USA)

විවරණය පටන් ගැනීමට පෙර ඉල්ලීමක් කිරීමට මට සිතේ. ප්‍රශ්න පත්‍ර අවසන්වූ සැනින්ම පිළිතුරු අන්තර්ජාලය සහ වෙනත් සන්නිවේදන ක්‍රම හරහා ඉදිරිපත් කිරීම යෝග්‍ය නොවන බව මගේ හැඟීමයි. මේ පිළිතුරු දකින දරුවන් ඒවා ලබාගෙන මානසිකව වැටීමට ඉඩ ඇත. ප්‍රධාන ප්‍රශ්න පත්‍ර අවසන්වූ පසු පිළිතුරු ඉදිරිපත් කළ හැක. බොහෝ දරුවන් මෙම ප්‍රශ්න පත්‍රයේ මුල් ප්‍රශ්න 25 කට පමණ කෙටි කාලයකදී පහසුවෙන් උත්තර ලබාගෙන තිබුනු බව අසන්නට ලැබුණි. අපහසු ප්‍රශ්න කිහිපයක් ඇත්තේ අග හරියේය.

(1) බලන්න දෙයක් නැත. $E = hf$ මතක් කර ගත්තා නම් ඇති ය. E මැනෙන්නේ J වලින් ය. f හි ඒකකය වන්නේ s^{-1} ය. එමනිසා h හි ඒකකය වන්නේ J s ය. අන්වීක්ෂීය පද්ධතීන්ගේ හැසිරීම උගෙන ගැනීමට භාවිත කරන ක්වොන්ටම් භෞතික විද්‍යාවේ සෑම තැනකම ප්ලාන්ක් නියතය අනිවාර්යයෙන්ම කරලියට පැමිනේ. ප්ලාන්ක් නියතය ශූන්‍ය වූවා නම් ක්වොන්ටම් භෞතික විද්‍යාවක් නැත. වාසනාවකට එහි අගය ඉතාමත් කුඩාය. එමනිසා මහේක්ෂ පද්ධතීන් සඳහා ක්වොන්ටම් භෞතික විද්‍යාව යෙදීමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත. ප්ලාන්ක් නියතය සහ ආලෝකයේ වේගය විශ්වයේ ඉතාම මූලික නියතයන් හැටියට පිළිගැනේ. කෝණික ගම්‍යතාවයේ ඒකකයද ප්ලාන්ක් නියතයේ ඒකකයම ය. සොයා බලන්න.

(2) **O/L** ප්‍රශ්නයකි. ධ්වනි තරංග ගමන් කිරීමට මාධ්‍යයක් අවශ්‍යය. ධ්වනි තරංග යාන්ත්‍රික තරංග වේ. **(mechanical waves)** එමනිසා ශක්තිය සම්ප්‍රේෂණය කිරීමට මාධ්‍යයක් (අණු) අවශ්‍යය. කම්පනය වන්නට, හෙල්ලෙන්නට දෙයක් තිබිය යුතු ය. නැතිනම් මොනවා හොල්ලලා ශක්තිය අරං යන්න ද? විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක හොල්ලන්නේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයයි. එමනිසා රික්තකයකදී වුව ද විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක් පැවතිය හැක.

(3) සියල්ල ඔබ දන්නා කරුණුය. පෙර ප්‍රශ්න පත්‍රවලද මෙම කරුණු පරීක්ෂා කොට ඇත. අසත්තේ අසත්‍ය ප්‍රකාශයයි. එකින් එක සලකා බලන්න. ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණය සිදුවීමට නම් $f > f_0$ විය යුතු ය. එමනිසා (1) සත්‍යය. දේහලී සංඛ්‍යාතය f_0, පෘෂ්ඨය සාද ඇති ද්‍රව්‍යය, පෘෂ්ඨයේ ස්වභාවය ආදී කරුණු මත රඳා පවතී. එබැවින් (2) ද සත්‍යය. (3) ද සත්‍යය. අසත්‍ය වන්නේ (4) ය. නැවතුම් විභවය සම්බන්ධවන සමීකරණය වන්නේ $eV_S = hf - \Phi$ ය. f^2 ක් ගැව්ලාවත් නැත. ඇරත් V_s, fටවත් සමානුපාතික නැත. සමීකරණයේ දකුණු පැත්තේ $-\Phi$ ඇත. නැවතුම් විභවය හා පතිත විකිරණයේ තීව්‍රතාවය අතර සම්බන්ධයක් නැත. ඉහත සම්බන්ධතාව දෙස බැලීමෙන් ද මෙය මනාවට ඔප්පු වේ.

ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණයේ දී විකිරණයේ තීව්‍රතාවය මැනෙන්නේ තත්පරයකට ඒකක වර්ගඵලයක් මතට වදින ෆෝටෝන සංඛ්‍යාවෙන් ය. නැතුව තත්පරයකට ඒකක වර්ගඵලයක් මතට පතනය වන ශක්තියෙන් නොවේ. ෆෝටෝන සංකල්පය අංශු වාදයකි. මේ තීව්‍රතා වර්ග දෙක පටලවා නොගත යුතු ය. තරංග ආකෘතියට අනුව නම් තීව්‍රතාවයේ ඒකක වන්නේ $\mathbf{W\,m^{-2}}$ ය. එය හරි ය. තරංග ආකෘතිය තුළ අංශු සංකල්පය රිංග විය නොහැක. අංශු ආකෘතියේදී තීව්‍රතාවයේ ඒකකය වන්නේ ෆෝටෝන $\mathbf{m^{-2}\,s^{-1}}$ ය. මේ ආකෘති දෙකම අපට රිසි පරිදි මාරුවෙන් මාරුවට අපි පාවිච්චි කරමු.

(4) මෙම කරුණුත් ඔබ කට පාඩම්න්ම දන්නා දේවල් ය. (A) වගන්තිය කීවරක් නම් පරීක්ෂා කොට ඇත් ද? යාන්ත්‍රික තරංගවල වේගය v සඳහා පහත සම්බන්ධතාවය වලංගු වේ.

$$v = \sqrt{\frac{\text{පද්ධතිය නැවත සමතුලිත අවස්ථාවට පත්වීම සඳහා යෙදෙන ප්‍රතිපාදන බලය}}{\text{සමතුලිත අවස්ථාවට පත්වීමට ප්‍රතිරෝධය දක්වන අවස්ථිතිය}}}$$

උදහරණයක් වශයෙන් ඇදි තන්තුවක ඇතිවන තිර්යක් තරංගවල වේගය $\sqrt{\frac{T}{m}}$ වේ. මෙහිදී ආතතිය T, ප්‍රතිපාදන බලයේ කාර්යභාරය ඉටු කරයි. ආතතිය මගින් තන්තුව නැවත නොකැළඹුනු සමතුලිත පිහිටුමට ගෙන ඒමට වෙර දරයි. ආතතිය වැඩි නම් මෙම ප්‍රතිපාදන බලය **(restoring force)** වැඩිය. මුල් සමතුලිත පිහිටුමට ටක් ගාලා එයි. ආතතිය අඩු නම් මුල් නොකැළඹුනු පිහිටීමට එන්නේ සෙමිනි. ආතතියක් නොමැතිව තිර්යක් තරංගයක් යැවිය නොහැකි බව අපි දන්නෙමු. ආතතියක් නොමැති නම් තන්තුව කඩා වැටේ. තිර්යක් විස්ථාපන දරා ගැනීමට බැරිය.

තන්තුවේ ඒකක දිගක ස්කන්ධය නොහොත් ඒකක දිගකට අනුරූප අවස්ථිතිය **(inertia)** මගින් තන්තුව ක්ෂණයකින් නැවත මුල් නොකැළඹුනු සමතුලිත පිහිටුමට ඒම වලක්වයි. m වැඩිවුවහොත් අවස්ථිතිය වැඩි වන නිසා මුල් පිහිටුමට එන්නේ මන්දගාමීවය. ඒ නිසා T වැඩිවූ විටත් m අඩු වූ විටත් ටක් ටක් ගාලා තන්තුවේ කොටස් තිර්යක්ව චලනය වේ.

දුන් ලෝහයක හෝ ඝන ද්‍රව්‍යයක් තුළ අන්වායාම තරංග ප්‍රකාශනයේ ලවයේ ඇති ප්‍රතිපාදන බලය ඒකක වර්ග ඵලයකට සැලකිය යුතු ය. අන්වායාම තරංග ගමන් කරන්නේ ද්‍රව්‍ය තුළය. එමනිසා බලය ඒකක වර්ගඵලයකට ගත යුතු ය. එය $\mathbf{N\,m^{-2}}$ ලෙස ගත් කළ එය ද්‍රව්‍යයේ යං මාපාංකය වේ. ලවය $\mathbf{m^{-2}}$ ගුණ කළ නිසා හරයද $\mathbf{m^{-2}}$ න් ගුණ කළ යුතු ය. එවිට තිර්යක් තරංග සඳහා ලැබෙන $\mathbf{kg\,m^{-1}}$, $\mathbf{kg\,m^{-3}}$වේ. එනම් ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වයයි. එමනිසා ඝන ද්‍රව්‍යයක් තුළ අන්වායාම තරංගවල ධ්වනි වේගය $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ මගින් ලැබේ. E මගින් ප්‍රත්‍යස්ථ ගුණය ද ρ මගින් අවස්ථිති ගුණයද මැනේ.

වායුවක් තුළ ධ්වනි තරංගයක් ගමන් කරන විට වායුව නැවත නොකැළඹුනු තත්ත්වයට පත්වීමට අවශ්‍ය ප්‍රතිපාදන බලය සපයන්නේ එම වායුවේ පීඩනයයි. වායුවක් තුළ ධ්වනි තරංගයක් ගමන් කරන විට වායුවේ තැනින් තැනට එහි පීඩනයේ හා පරිමාවේ වෙනස්වීම් සිදුවේ. නිව්ටන් විසින් වාතයේ ධ්වනි වේගය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ඉහත සම්බන්ධතාවලට අනුරූපව $v = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$ ලෙසින් ඉදිරිපත් කළේ ය. නමුත් මෙයට අගයන් ආදේශ කළ විට v සඳහා ලැබුනු අගය පරීක්ෂණාත්මක අගයට වඩා අඩු විය. එනම් $v = \sqrt{\frac{1.01\times10^5}{1.3}} = 279\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ වේ.

ඊට ශතවර්ෂයකට පමණ පසුව ල'ප්ලාස් විසින් ඉහත සමීකරණය $v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ ලෙස විකරණය කළ විට නිවැරදි පරීක්ෂණාත්මක අගය ලැබුණි. මා මෙලෙස මේ පිළිබඳව වැඩි විස්තරයක් ලිවීමට පෙළඹුනේ ගුරු මහතෙකු විසින් එවන ලද ලිපියක් නිසාය. ඔහුගේ යෝජනාව වූයේ වාතය තුළ ධ්වනි තරංගවල වේගය $\sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ මගින් දෙනු ලැබුවත් වාතය තුළ අතිධ්වනි තරංග යැවූ විට එම තරංගවල වේගය $\sqrt{\frac{P}{\rho}}$ මගින් දෙනු ලබන බවයි. අතිධ්වනි තරංග සඳහා වන සූත්‍රය විෂය නිර්දේශයේ නොමැති වුවත් අතිධ්වනි තරංග සඳහා සූත්‍රය $\sqrt{\frac{P}{\rho}}$ වන බව ඇත්ත ය. මෙය මෙසේ වීමට හේතුව මං ටිකකින් ඉදිරිපත් කරන්නම්.

මෙයට අදළ ඔහුගේ විමසුම වූයේ ප්‍රශ්නයේ ඇති (C) වගන්තිය හරිද? වැරදිද? යන්න ය. අතිධ්වනි තරංගත් ධ්වනි තරංග විශේෂයක් ය. එසේ නම් සාමාන්‍ය ධ්වනි තරංග සඳහා එක් සූත්‍රයකුත් අතිධ්වනි තරංග සඳහා වෙනත් සූත්‍රයකුත් ඇතිනම් ධ්වනි වේගය සංඛ්‍යාතය මත රඳා පවතී යන ප්‍රකාශය නිවැරදි නොවන්නේ මන්දයි ඔහුගේ තර්කය විය. ධ්වනි තරංග හා අතිධ්වනි තරංග එකට ගත්තොත් ඔහුගේ තර්කය නිවැරදි ය. නමුත් උසස් පෙළදී ධ්වනි තරංග කියා සඳහන් කළ විට අප සලකන්නේ අපගේ ශ්‍රව්‍ය පරාසයට අයිතිවන තරංග පමණි. අතිධ්වනි තරංග මේ ගොන්නට අයත් නොවේ. එම නිසා (C) ප්‍රකාශය අප සලකන්නේ වැරදි හැටියට ය. අපගේ ශ්‍රව්‍ය පරාසයට අයිති වන ධ්වනි තරංගවල සඛ්‍යාතය කුමක්වුවත් ධ්වනි වේගය ලබා දෙන්නේ $\sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ මගිනි. නමුත් අතිධ්වනි තරංගවල වේගය $\sqrt{\frac{P}{\rho}}$ මගින් ලබා දෙන බව ඇත්ත ය.

මේ වෙනසට හේතුව කුමක් ද? අතිධ්වනි තරංගවල සංඛ්‍යාතය ඉහළ අගයක් ගනී. සංඛ්‍යාතය වැඩිවන විට තරංග ආයාමය කෙටිවේ. එනම් අතිධ්වනි තරංගයක් වාතයේ ගමන් කරන විට වාත ස්තර අතර ඇතිවන සම්පීඩන හා විරලන අතර පරතරය ඉතා අඩු ය. වාතය සම්පීඩනය වන විට රත්වන බවත් ඉහිල් (විරලන) වන විට සිසිල් වන බවත් අපි දනිමු. අතිධ්වනි තරංගයක් වාතයේ ගමන් කරන විට මේ රත්වන හා සිසිල්වන වාත ස්තර ඉතාමත් ළඟින් පිහිටන නිසා රත්වූ ස්තරවලින් සිසිල් ස්තර කරා තාපය සංක්‍රමණය වීමට හැකි ය. එමනිසා අතිධ්වනි තරංග ගමන් කිරීම සැලකෙන්නේ සමෝෂ්ණ (isothermal) ක්‍රියාවලියක් ලෙසය. එනම් තාපය ගලා යෑමට ඉඩ ඇති නිසා වායු ස්තරවල උෂ්ණත්වයේ වැඩිවීමක් හෝ අඩුවීමක් ඇති නොවේ. එමනිසා අතිධ්වනි තරංගවල වේගය ලබාදෙන සූත්‍රයේ ලවයේ ඇත්තේ P පමණි.

නමුත් සාමාන්‍ය ධ්වනි තරංග සම්ප්‍රේෂණය සලකන්නේ ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලියක් ලෙසටය. මෙම තරංගවල සංඛ්‍යාතය අතිධ්වනි තරංගවල මෙන් ඉහල අගයක් නොගනී. එමනිසා තරංග ආයාම අගයන් සාපේක්ෂව වැඩිය. එනම් සම්පීඩනය වන හා ඉහිල් වන වායු ස්තර අතර පරතරය වැඩිය. එවිට තාපය ගලා යෑමට ඇති ඉඩ ප්‍රස්ථාව අඩු ය. ඇරත් වාතය ද කුසන්නායකයකි. තාපය ගලා යෑමට ඉඩකඩ නැතිනම් එවැනි ක්‍රියාවලියක් ස්ථිරතාපී වේ. ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලියකදී γ පරාමිතිය අපයේ සූත්‍රවලට එක්වේ.

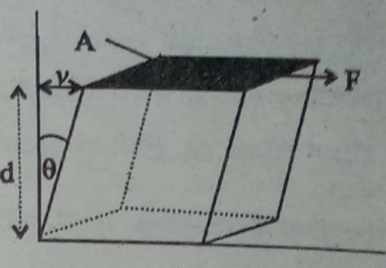
සමෝෂ්ණ ක්‍රියාවලියක් සඳහා $PV =$ නියතයකි. ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලියක් සඳහා $PV^{\gamma} =$ නියතයකි. (මේ සමීකරණය නිකම් දැනගත්තාම ඇති ය. එය භාවිත කොට ගැටළු විසඳීම විෂය නිර්දේශයේ නැත.)

වාතය තුළ ධ්වනි තරංගවල වේගය ලබා දෙන සූත්‍රයේ ලවයේ γP ඇත්තේ මන්දයි ඔබට වැටහෙන්නට ඇති. නිව්ටන්ට වැරදුන තැන ල'ප්ලාස් නිවැරදි කළේ වාතය තුල ධ්වනි ප්‍රචාරණය ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලියක් ලෙස සලකා ය.

ලෝහයක් තුළ ධ්වනි වේගය වාතයේදී එම අගයට වඩා වැඩි බව අපි අත්දැකීමෙන් දනිමු. උදහරණයක් ලෙස වානේ සඳහා $E = 2 \times 10^{11}$ Pa , $\rho = 7.8 \times 10^{3}$ kg m^{-3}

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 10^{11}}{7.8 \times 10^{3}}} = 5064 \text{ m s}^{-1}$$

එකම උෂ්ණත්වයකදී කියා දී ඇත්තේ උෂ්ණත්වය සමග වායුවක ධ්වනි වේගය වෙනස් වන බැවිනි. ලෝහයක් තුළ ධ්වනි වේගය සඳහා උෂ්ණත්වයේ වැඩි අඩු වීම එතරම් බලපෑමක් නැත. ද්‍රවයක්, වායුවක් මෙන් ඝන ද්‍රව්‍යයක ඝනත්වය උෂ්ණත්වය සමග එතරම් වෙනස් නොවේ.



(5) **η** හි අර්ථ දැක්වීමෙන්ම ලබාගත හැකි ය. $F = \frac{\eta A v}{d}$. උසස් පෙළේදී මෙය සාකච්ඡා නොකළද η අර්ථ දක්වන්නේ මෙලෙසය. පොළොව සමඟ ස්පර්ශව ඇති තෙල් ස්තරයට සාපේක්ෂව d දුරින් ඇති තෙල් ස්තරය v දුරක් ඉදිරියට ගොස් ඇත. භෞතික විද්‍යාවේ මෙය සලකන්නේ විරූපණයක් **(shear)** හැටියටය. කම්බියක් හෝ ලෝහ දණ්ඩක් සඳහා යමාපාංකය (E) අපි මෙසේ අර්ථ දක්වමු.

E = ආතත්‍ය ප්‍රත්‍යාබලය/ආතත්‍ය වික්‍රියාව

මෙලෙසම රූපයේ විරූපණය සඳහා η = විරූපණ ප්‍රත්‍යාබලය/විරූපණ වික්‍රියාව $= \frac{F/_A}{\tan\theta}$ ලෙස අර්ථ දක්වමු. (මේවා විෂය නිර්දේශයේ නැත. ඉදිරිපත් කරන්නේ වැඩිපුර ඉගෙන ගැනීමට ආසාවක් ඇති දරුවන් සඳහා පමණි.)

විරූපණයක් යනු ඇදීමක් හෝ සම්පීඩනයක් නොවේ. හැඩය වෙනස් වීමකි. සෘජුකෝණාස්‍රාකාර පෙට්ටියක් පැත්තකට ඇද්දක් මෙනි. විරූපණ ප්‍රත්‍යාබලය මැනෙන්නේ සුපුරුදු විදියට F/A මගිනි. විරූපණ (ඇල වීමේ) වික්‍රියාව මැනෙන්නේ $\tan\theta$ මගිනි. $\tan\theta$ වැඩි නම් වැඩියෙන් ඇහැකට තල්ලු වෙලාය. වික්‍රියාවට ඒකක තිබිය නොහැක. $\tan\theta$ වලටද ඒකක නැත. $\eta = \frac{F/_A}{v/_d}$ -----> $F = \eta A \frac{v}{d}$ ලැබේ.

(6) දෙපස **A** (ස්කන්ධ අංකය) සංස්ථිති කළවිට නිකම්ම උත්තරය ලැබේ. වම් පැත්තේ **A**වල එකතුව 236 කි. එසේනම් දකුණු පැත්තේ **A**වල එකතුවද 236 විය යුතු ය. **139 + 94 = 233**කි. එසේ නම් ඉතිරිය නියුට්‍රෝන මගින් ලබාදිය යුතු ය. එනම් $x = 3$ විය යුතු ය. **Z** අංකය සංස්ථිති කිරීමට යාමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත. නියුට්‍රෝනවල ආරෝපණයක් නැත. එමනිසා **92 = 56 +36**

මේවැනි න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවල බැලිය යුත්තේ මෙපමණ ය. න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවලට වඩා කොපමණ පහසු ද ?

(7) සරල ගණනය කිරීමක් අවශ්‍යය. ක්ෂමතාවය $P = Fv$ (F = බලය, v = වේගය)

$P = \frac{F}{A} A v$ (Aවලින් බෙදා Aවලින් ගුණ කරන්න. A = වර්ගඵලය) $\therefore P$ = පීඩනය × තත්පරයකට ගලන පරිමාව $= \frac{1.2\times10^{4}\times5\times10^{-3}}{60} = 1\ \mathrm{W}$

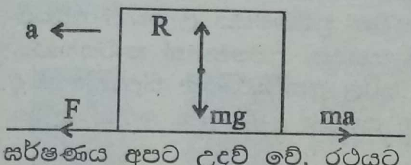
1.2 හා 5 දී ඇත්තේ එහි ගුණිතය 6 වන්නටය. ඉහත ආකාරයට නොසිතුවත් කාර්යය $P\Delta V$ ලෙස ඔබ දනී. ΔV තත්පරයකට සිදුවන පරිමා වෙනස ලෙස ගත් විට $P\Delta V$ මගින් ක්ෂමතාවය ලබා දේ.

(8) ඉතා සරලය. පෙර අවස්ථාවකදීත් පරීක්ෂා කොට ඇත. V_H, t සමග වෙනස් නොවේ. V_H යනු $V\cos\theta$ ය. තිරස් අතට බලයක් නැති නිසා ප්‍රවේගය නියතයකි. සිරස් සංරචකය ක්‍රමයෙන් අඩුවී උපරිම උසේදී ක්ෂණිකව ශුන්‍ය වී ඊටපසු නැවත ආපසු හැරේ. දිශාව ප්‍රත්‍යාවර්ත වේ. මෙවැනි විචලනයක් පෙන්නුම් කරන්නේ (5) ප්‍රස්තාරයෙනි. සිරස් උඩු අතට ත්වරණය නියතයකි. එය $-\mathbf{g}$ වේ. එමනිසා V_V ඍණ අනුක්‍රමණයක් සහිත සරල රේඛාවක් විය යුතු ය. වස්තුව නැවත පොළොවට ලඟා වන විට සිරස් අතට සිදුවන සඵල විස්ථාපනය ශුන්‍යවේ. එමනිසා V_V හා t මගින් මායිම්වන ධන වර්ගඵලය ඍණ වර්ගඵලයටද සමාන විය යුතු ය.

(9) මෙයට වැඩිපුර කාලය මිඩංගු කළාදැයි සැක සහිතය. ඇත්තටම පථයේ අරයෙන් හෝ ධාවනය කළ යුතු දුරෙන් වැඩක් නැත. පළමු ක්‍රීඩකයා වට 10 ක් යන විට අනෙක් ක්‍රීඩකයා යන්නේ වට 9 කි. එනම් දෙදෙනාට ගතවූ කාල සමානය. $\therefore v_1 > v_2$ විය යුතු ය. එසේම $\frac{v_1}{v_2} = \frac{10}{9}$ විය යුතු ය. ටිකක් දිගට හදනවා නම් පථයේ අරය r නම් එක් වටයක දුර $2\pi r$ වේ. එසේනම් $\frac{2\pi r\times10}{v_1} = \frac{2\pi r\times9}{v_2}$ විය යුතු ය. (කාල සමාන නිසා) r සඳහා ආදේශ කළත් එය කැපීයයි. පථයේ වටයක දිග $= 2\pi r \times 50 = 300\ \mathrm{m}$ ($\pi = 3$ ලෙස ගත් විට) එමනිසා **10 km** දුරක් යෑමට නම් වට 33.3 ක් දිවිය යුතු ය. රවුම් 10 හා 9 මෙම අගයට වඩා අඩු ය.

(10) ඇස් වහගෙන කළ හැක. 2011 වසරේද මෙය අසා තිබිණි. ප්‍රශ්න අංක (13). කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යෙදූ විට උත්තරය නිතැතින්ම ලැබේ.

(11) මේ හා සමාන ප්‍රශ්නයක් 2010 (20) ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. එහිදී දීර්ඝ විස්තරයක් මා ඉදිරිපත් කොට ඇත. දරුවන් බොහෝ විට මේ සඳහා $\mu R = \mu mg$ උත්තරය ලෙස සැලකීමට ඉඩ ඇත. නමුත් එම උත්තරය දී නැත. 2010 විවරණයේ ලොරියට සාපේක්ෂව හා පොළොවට සාපේක්ෂව කුට්ටියේ චලිතය විස්තර කොට ඇත. ත්වරණය වන රථයට සාපේක්ෂව කුට්ටිය මත ක්‍රියාකරන බල පහත පෙන්වා ඇත.



කුට්ටිය රථය සමඟ වම් අතට ත්වරණය වීමට නම් කුට්ටිය මත වම් අතට බලයක් තිබිය යුතු ය. එම බලය කුට්ටියට ලබා ගත හැක්කේ ඝර්ෂණ බලයෙන් පමණි. කුට්ටිය තට්ටුවත් සමඟ එකට හාද වී වම් අතට යෑමට නම් තට්ටුවෙන් කුට්ටිය මත වම් අතට ඝර්ෂණ බලය සපයා ගත යුතුය. මෙහිදී ඝර්ෂණය අපට උදව් වේ. රථයට සාපේක්ෂව කුට්ටිය නිසලව පවතී නම් 'ma' පරිකල්පිත බලය දකුණු අතට ලකුණු කළ යුතු ය. එලෙසම $F = ma$ විය යුතු ය. රථයේ ත්වරණය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ නම් F ද, ma සමඟ වැඩිවේ. නමුත් F ට ලබාගත හැකි උපරිම අගයක් ඇත. එය μR වේ. ඊට වඩා ma වැඩි වුවහොත් කුට්ටිය හා තට්ටුවේ හාද කම ඉවර වී දෙදෙනාගේ සම්බන්ධය බිඳ ගනී.

එමනිසා සෑමවිටම කුට්ටිය නිසලව පවතී නම් ඝර්ෂණ බලය ma ට සමානය. උපරිම (සීමාකාරී) ඝර්ෂණ බලය ඇසුවේ නම් එය μmg ය. μmg උත්තරවල දී තිබුනේ නම් එය ද හරිය. නමුත් එය උත්තරවල නැති නිසා සාධාරණ වශයෙන් සෑම විටම සත්‍ය වන්නේ ma ය. ඝර්ෂණ බලය μmg ට සමාන වන්නේ එක් මොහොතකදී පමණි. එනම් සීමාකාරී අවස්ථාවේදී පමණි. නමුත් එයත් උත්තරවල තිබුනේ නම් කොයි එක තෝරා ගන්නද කියා ප්‍රශ්නයකට මැදිවේ. සමහර දරුවන් μmg උත්තරවල නැති නිසා ප්‍රශ්නය වැරදි යැයි නිගමනය කොට ඇත. ප්‍රශ්නය අසන්නේ ඕනෑම පොදු අවස්ථාවකදීය. 2010 ප්‍රශ්නයේ උපරිම ත්වරණය අසා ඇත. එමනිසා එම අවස්ථාවට අදාල උපරිම ඝර්ෂණ බලය නම් μmg ය.

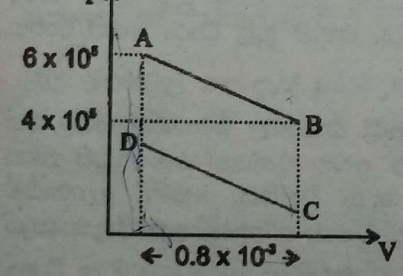
(12) නිකම් **peanuts** ය. දෝලන කාලය සමානුපාතික වන්නේ දිගෙහි වර්ගමූලයට ය. එමනිසා

$$T_1 \propto \sqrt{l_1} \quad \text{හා} \quad T_2 \propto \sqrt{l_1(1+\alpha(\theta_2-\theta_1)} \text{----->} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{(1+\alpha(\theta_2-\theta_1)}$$

මේවා ලියන්න ඕනත් නැත. උෂ්ණත්වය වැඩි වන නිසා කම්බියේ දිග වැඩි වී දෝලන කාලය වැඩි විය යුතු ය. එබැවින් (2) හා (3) වරණ ඉවත් කළ හැක. (4) හි වර්ගමූලයක් නැත. (5) හි **1 + ...**පදය නැත. $l_2 = l_1(1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)$ ප්‍රකාශනය කට පාඩමින් අපි දනිමු.

(13) කීවරක් නම් මෙවැනි ප්‍රශ්න අසා ඇත් ද? මධ්‍යන්‍ය චාලක ශක්තිය සමානුපාතික වන්නේ නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයටය. $E \propto 283$, $2E \propto T$. **T = 566 K.** සියලුම උත්තර දී ඇත්තේ °C වලින් ය. එම නිසා **566 – 273 = 293 °C** ය. මනෝමයෙන් සෑදිය හැක. **273 + 10, 283**ය. 283 දෙගුණය 566 ය. 566 න් 273 අඩු කළ විට 293 ය.

(14) සරල ගණිතයය. **B** සිට **C** දක්වා කාර්යය ශුන්‍යයය. ඇයි ? පරිමා වෙනසක් සිදුවී නොමැති බැවිනි. (2) හා (3) වරණ එක එල්ලේ ඉවත් කළ හැක. **A** සිට **B** දක්වා කාර්යය සෙවීමට **AB** සහ පරිමා අක්ෂය අතර ඇති වර්ගඵලය සෙවිය යුතු ය.



එනම් පෙන්වා ඇති ත්‍රපීසියමේ වර්ගඵලය සෙවිය යුතු ය.

$$(6+4)10^5 \times \frac{0.8}{2} \times 10^{-3} = 4 \times 10^2 = 400\ \text{J}.$$

10 × 0.4

ප්‍රකාශනය ලියූ පසු මනෝමයෙන් සුලු කළ යුතු ය. **6 + 4, 10**යි. 10, බෙදීම 2, 5 යි. **5× 0.8, 4** යි. **A** සිට **B** දක්වා කාර්යය සෙවීමේදී **ABCD** සමාන්තරාස්‍රයේ වර්ගඵලය නොසෙවිය යුතු ය. එම වර්ගඵලය සමාන වන්නේ **ABCD** චක්‍රය **(cycle)** තුළදී කරන කාර්යයට ය.

(15) ඉතාමත් සරලය. පුඩු හතරක් යනු තරංග ආයාම දෙකකි. තන්තුවේ ආතතිය හෝ තන්තුව වෙනස් නොවන නිසා තීර්යක් තරංග වේගය වෙනස් වන්නේ නැත. එමනිසා සංඛ්‍යාතය දෙගුණ කළහොත් තරංග ආයාමය පෙර අගයෙන් හරි අඩකට බහී. තරංග ආයාමය භාගයකට බැස්ස විට පුඩු ගණන දෙගුණ වේ. තන්තුවේ දිග වෙනස් වී නොමැත. පෙරදී පුඩු හතරකට **set** ව තිබූ තන්තුවේ, තරංග ආයාමය හරි අඩකට බසින නිසා සෑදෙන පුඩු සංඛ්‍යාව දෙගුණයකින් වැඩි විය යුතු ය. පුඩු ඇඳගෙන මෙය තර්ක කල හැක. නමුත් එය කාලය අපතේ යැවීමකි. තර්කයෙන් උත්තරය ලබා ගත හැක. ඕන නම් එක පුඩුවක් පමණක් ඇඳීමෙන් උත්තරය ලබාගන්න. තරංග ආයාමය හරි අඩක් වන නිසා (තරංගය හැකිලෙන නිසා) ඉස්සර එක පුඩුවක් තිබූ තැන දැන් පුඩු දෙකක් තිබිය යුතු ය.

(16) මෙයත් ඔබ නිතැතින්ම දන්නා කරුණු ය. වගන්තිවල කිසිදු සංකීර්ණ බවක් නැත. සංයුක්ත අන්වීක්ෂයකින් කරන්නේ අවනෙතෙන් සෑදෙන විශාලිත තාත්වික ප්‍රතිබිම්බය උපනෙතේ නාභිය හා ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රය අතරට ගෙන අවසානයේ විශාලිත අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් සෑදීම ය. කාචයකින් තාත්වික විශාලිත ප්‍රතිබිම්බයක් ලබා ගැනීමට නම් වස්තුව *C* හා *F* අතර තැබිය යුතු ය. *F* ට ලංවන තරමට ප්‍රතිබිම්බය විශාලිත වේ. එමනිසා (A) හරි ය. *F* ට යාන්තමින් පිටතින් වස්තුව තැබූ විට ලබා ගත හැකි විශාලිතම තාත්වික ප්‍රතිබිම්බය ලැබෙන අතරම නිදර්ශකය අන්වීක්ෂයට සමීපයේම තැබීමේ ප්‍රායෝගික වාසියද ලැබේ. (B)ත් සත්‍යය. උපනෙතේ කාර්යභාරය වන්නේ පෙර සඳහන් කළ පරිදි විශාලිත අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් ලබා දීමයි. සරල අන්වීක්ෂයක සිදුවන්නේ ද මෙයම ය. (C) වැරදි බව නම් නිකම්ම පෙනේ. කෝණික විශාලනය ලබා දෙන සූත්‍රයේ ද f_0 ඇත. ඉතින් කුමන කථා ද ?

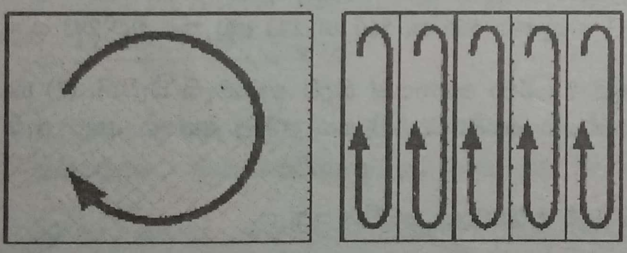
(17) O/Lය. බල්බ තුනේම වෝල්ටීයතා එකම ය. ඉතින් 10 W, 60 Wත් 1/6 කි. 5 W, 60 Wත් 1/12 කි. ගණන් හදන්නම ඕනි ද ? සූත්‍රිකා බල්බයකට සාපේක්ෂව CFL බල්බයක විදුලි පරිභෝජනය අඩු බවත් LED බල්බයකට ඊටත් වඩා අඩු විදුලි පරිභෝජනයක් ඇති බවත් සාමාන්‍ය දැනීමෙන් දනී. මේ කරුණු තෘප්ත කරන්නේ (4) වරණය පමණි.

බල්බ පාවිච්චි කරන්නේ ආලෝකය ලබා ගැනීමටය. එක හා සමාන ආලෝක තීව්‍රතා ලබා දී විදුලිය පිරිමසන්නේ නම් එය ආර්ථික වශයෙන් ලාභදායක ය. LED බල්බ වෙළෙඳපොළේ ඇත. මෙවාහි මිල අධික වුවත් අනාගතයේ දී මිල පහළ යනු ඇත. සූත්‍රිකා බල්බයක රත් වන්නේ ඝන වස්තුවක් ය. එමගින් අපට මුලු වර්ණාවලියම ලැබේ. CFL හා LED මගින් මුලු වර්ණාවලියම නොලැබේ. නමුත් නවීනයේ භාවිත වන සුදු LED මගින් යම් ලාක්ෂණික වර්ණ පමණක් නිපදවීම පවා මගහැර ඇත. එමනිසා නුදුරු අනාගතයේ දී LED බල්බ භාවිතය ඉතා සුලබ වනු ඇති බව මගේ හැඟීමයි.

(18) මෙහි අඩංගු කරුණු ද ඕනෑ තරම් දී ඇත. මේ වගන්ති තුනම past papersවල ඇත. (A) හා (B) නිවැරදි වන අතර (C) වැරදි ය. මධ්‍යය මෘදු යකඩවලින් සාදන්නේ චුම්බක ස්‍රාවය හොඳින් ග්‍රහණය කර ගන්නට ය. එවිට චුම්බක බල රේඛා අහක නොගොස් මෘදු යකඩ හරහා ම යයි. මෘදු යකඩවල පාරගම්‍යතාව (μ) වැඩිය. මෘදු යකඩ භාවිතයේ තවත් වාසියක් වන්නේ එමගින් මන්දායනයෙන් සිදුවන ශක්ති හානිය අවම කිරීමය. (hysteresis losses) මෘදු යකඩවල මන්දායන වලය (hysteresis loop) පටුය. සමහර ගුරු මහත්ම මහත්මීන් මන්දායන ක්‍රියාවලිය උගැන්වුව ද එය විෂය නිර්දේශයේ නැත. ආස්තරණය කොට ආස්තරණ අතරට කුසන්නායක ද්‍රව්‍යයක් (ස්වභාවික ඔක්සයිඩ පටලයක් හෝ කුසන්නායක 'වාර්නිෂ්' වර්ගයක්) ආලේප කළ විට සුළි ධාරා ඇති වීම අවම කර ගත හැක. පහත රූප බලන්න.

Solid Core

Laminated Core



with no laminations
high Eddy Currents

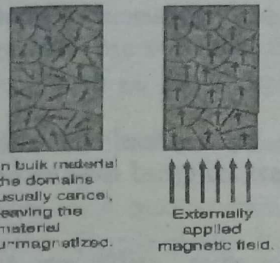
with laminations
low Eddy Currents

පළමු රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ ආස්තරණය නොවූ ඝන මාධ්‍යයක් තුළ ප්‍රේරණය වන සුළි ධාරායි. දෙවැන්නේ පෙන්වා ඇත්තේ ආස්තරණය කරන ලද මධ්‍යයක ප්‍රේරණය වන සුළි ධාරායි. පළමු වැන්නේ දී ජනිතවන සුළි ධාරා මධ්‍යයේ මුළු පරිමාව පුරාම සංසරණය වේ. දෙවැන්නේදී ජනිතවන සුළි ධාරා සීමා වන්නේ ආස්තරණවලට ය. එනම් සුළි ධාරා පෙත්/මාර්ග පටු ය.

දෙවැනි රූපය බැලූ විට සුළි ධාරාවල පෙත්වල සඵල දිග පළමු වැන්නට වඩා වැඩි බව ඇත්ත ය. එමනිසා දෙවැන්නේදී ශක්තිය හානිවීම අවම වන්නේ කෙසේදැයි කියා යම් දෙගිඩියාවක් ඇතිවීමට ඉඩ තිබේ. ඇත්තටම ගුරුතුමෙක් මගෙන් මේ ගැන විමසීය. මෙහිදී ඇත්තටම සිදුවන්නේ තුනී තහඩු තුළ පවතින වපසරිය කුඩා නිසා එය හරහා චුම්භක ස්‍රාවයේ වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාවයේ විශාලත්වය කුඩා වීම ය. $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}A\right)$. A හි අගය කුඩාය. සුළිධාරා පෙත් ඉතා පටු ය. එමනිසා ප්‍රේරණය වන වි.ගා. බලයේ විශාලත්වය කුඩා ය. එමනිසා ප්‍රේරණය වන ධාරාවේ විශාලත්වය කුඩා ය. ශක්ති හානිය යන්නේ i^2R සමඟය. එමනිසා i හි අගය කුඩා වීම i^2 ට බෙහෙවින් බලපායි. මධ්‍යය තනිකරම ඝනයක් වූයේ නම් ප්‍රේරණය වන ධාරාවන්ගේ විශාලත්වය වැඩි ය. සුළි ධාරාවල පථයන් පළලය. (A වැඩි ය.) එවිට i^2 අගයයත් ද වැඩිවේ. ආස්තරණය කළ විට පුංචි පුංචි පථ ගොඩක් තිබ්බත් ඒවාහි ගලන ධාරාවල විශාලත්වය අල්පය. පුංචි පවුල් රත්තරන් කියා කථාවක් තිබේ. {'නමුත් මෙයින් වන හානිය නම් සුළු පටු නොවේ.' "හැබැයි මගෙ පවුලත් පුංචිය"}

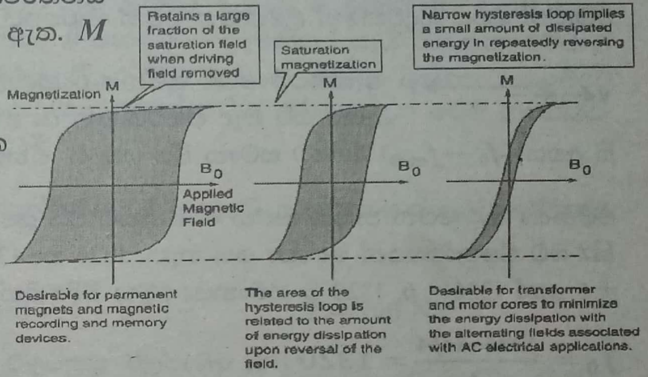
ආස්තරණය කිරීමේදී සුළු අවාසියක් ද ඇත. ප්‍රත්‍යාවර්ත චුම්බක ක්ෂේත්‍රය ධාරා රැගෙන යන තහඩුවලට ඇති කරන බලය මගින් ඒවා ඔබ මොබ කම්පනය වේ. මෙමගින් පරිණාමකයකින් ලාක්ෂණික "hum" "හම්" (ගුමු)

ශබ්දයක් ඇසේ. මී මැස්සන්ගෙන්ද මෙම ගුමු ගුමු ශබ්ද ඇසේ. ජූල් තාපනය යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ ප්‍රතිරෝධයක් හරහා ධාරාවක් ගලන විට ඇතිවන තාප උත්සර්ජනයයි. පරිණාමකයේ පොටවල් හරහා ධාරා ගලන විට i^2R හානි ඇතිවේ. සුළි ධාරා නිසාද i^2R හානි සිදුවේ. මෙහි R යනු ඔතා ඇති කම්බිවල ප්‍රතිරෝධය නොව සුළිධාරා ගලන පථයේ ඇති ප්‍රතිරෝධයයි. පරිණාමකයකින් ජවය වර්ධනය කළ නොහැක. ශක්තිය මැවිය නොහැක.



මන්දයනය විෂය නිර්දේශයේ නැතත් සමහර දරුවන් මෙය සඳහන් කරන නිසා මේ පිළිබඳ යමක් ලිවීම වටී. මෘදු යකඩ අයත්වන්නේ පෙරෝචුම්බක/අයශ්චුම්බක ද්‍රව්‍ය **(ferromagnetic materials)** ගොන්නටය. මෙවාහි 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 මෙයය. මන්දයන වලයේ වර්ගඵලය අඩුනම් උපදින තාපය අඩුය. බොහෝ බාහිර බලපෑම්වලට අපගේ සිත්වලද මන්දයන වල ජනිත වේ. සතුට හෝ වේදනාව වලයේ වර්ගඵලය අනුව තීරණය වේ.



(19) මේ ආකාරයේ ප්‍රශ්න ද ඕනෑ තරම් **past papers**වල ඇත. දණ්ඩ හරහා v_0LB වි.ගා.බලයක් ප්‍රේරණය වේ. එමගින් දණ්ඩ හරහා ගලන ධාරාව i, $\frac{v_0LB}{R}$වේ. මෙම ධාරාව නිසා දණ්ඩ මත iLB බලයක් v_0 ට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට ඇතිවේ. බලය, ස්කන්ධයෙන් බෙදූ විට ත්වරණය ලැබේ. $-\frac{v_0LB}{R}.\frac{LB}{M}$

ඇත්තටම මෙය චලිත දිශාවට නම් මන්දනයකි. iLB බලය චලිත දිශාවට පැවතිය නොහැකි ය. එසේ වූයේ නම් දණ්ඩ කිසිදු කථාවක් නැතිව ත්වරණය වේ. මෙය ස්වභාවධර්මයට (ලෙන්ස් නියමයට) පටහැනිය. මෙසේ වූයේ නම් දණ්ඩ මුලින් පොඩ්ඩක් හෙලෙව්වාම ඇති ය. කඩාගෙන බිඳගෙන යයි. කොහොමටත් ධන ලකුණ සහිත හරි ප්‍රකාශනයක් උත්තරවල දීලා නැත. එමනිසා වැඩේ ලේසිය.

(20) ඩෙසිබල් ගණනුත් **past papers**වල පට්ට ගසා ඇත. මේවා කඩු වැඩ නොකර සෑදිය යුතු ය. **100 dB** සිට **20 dB** දක්වා **dB** මට්ටමේ අඩුවීම **80 dB** කි. 80 වේ බිංදුව කපා හැරිය විට තීව්‍රතාවයේ වෙනස්වීමේ 10 යේ බලය ලැබේ.

$$80 = 10log\left(\frac{I_1}{I_2}\right), \qquad \left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 10^8$$ නොවේ ද?

මේවා පහසුවෙන් හදන හැටි හැම විවරණයකම මා පෙන්වා ඇත. **dB** ගණනින් වෙනස්වී ඇත්තේ 80 කි. නමුත් තීව්‍රතාවයේ වෙනස්වීම 10^8 කි. මේ ලඝු පරාසයක හැටි ය. ලඝු පරාසයක් රේඛීය නොමැත. සමහරු ගාව ආදරේ ගොඩක් තිබ්බට පෙන්නන්නේ නැත. ඔවුන් හරියට ලඝු පරාස වගේය. ප්‍රශ්නයකට දිය හැක්කේ ඩෙසිබල් වෙනස්වීම් 10, 20, 30, 40,.... යනාදී වශයෙන් පමණි. ඩෙසිබල් 15 කින් වෙනස් වූවොත් උත්තරය ලබා ගැනීමට ලඝුගණක වගු හෝ ගණක යන්ත්‍ර පාවිච්චි කළ යුතු ය.

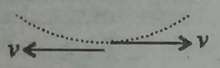
(21) කී පාරක් නම් අසා ඇත් ද? වියෝග ප්‍රවේගය සඳහා ප්‍රකාශනය පට ගාලා ලබා ගත හැක.

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{R} \quad \text{----------->} \quad v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

වියෝග කිරීමට අවශ්‍ය වස්තුවේ ස්කන්ධය හෝ එය මුදා හැරිය යුතු දිශාවෙන් ඉහත ප්‍රකාශනය ස්වායත්තය. අපගේ පෘථිවියෙන් වියෝග වීමට නම් අවශ්‍ය ප්‍රවේගය වන්නේ $1.12 \times 10^4\ \mathrm{m\ s^{-1}}$. ($40,200\ \mathrm{km\ h^{-1}} = 25000\ \mathrm{mi\ h^{-1}}$) උදාහරණයක් වශයෙන් ෆ්ලොරිඩා (**Florida**) වලින් ගුවන්ගත කරන අභ්‍යවකාශ යානයකට අවම තරමින් ඉහත වේගය තිබිය යුතු ය. සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි අභ්‍යවකාශ යානා මුදා හැරෙන්නේ නැගෙනහිර දිශාවට ය. මෙයට හේතුව වන්නේ පෘථිවියේ භ්‍රමණය නිසා $410\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ පමණ ප්‍රවේගයක් අභ්‍යවකාශ යානයට නිතැතින්ම ලැබෙන නිසා ය. එබැවින් නැගෙනහිර දිශාවට පෘථිවියෙන් ඉවත් වුවහොත් පෘථිවියේ භ්‍රමණයෙන් "නිකම්" ලැබෙන ප්‍රවේගය ලබා ගැනීම වාසිදයක ය. වියෝග ප්‍රවේගය මුදා හැරෙන වස්තුවේ ස්කන්ධයෙන් ස්වායත්ත වුවත් එම වේගය ලබා දීමට අවශ්‍ය බලය ස්කන්ධයෙන් ස්වායත්ත නොවේ.

විශ්වයේ ඉතා සුලභව පවතින මූල ද්‍රව්‍යය හයිඩ්‍රජන් වුවත් අපගේ වායුගෝලයේ H_2 ඇත්තේ ඉතා අල්ප වශයෙනි. මෙයට හේතුව ඔබට පැහැදිලි කළ හැකි යැයි මම සිතමි. වියෝග ප්‍රවේගය සහ හයිඩ්‍රජන් අණුවක වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල ප්‍රවේගය සංසන්දනය කර බලන්න.

(22) මෙයට ඩොප්ලර් ආවරණ සමීකරණ දරුවන් යොදන්නට ඇත. නමුත් එය අවශ්‍ය නැත. උපරිම සහ අවම සංඛ්‍යාත ඇසෙන්නේ කොතැනදී ද? ප්‍රභවය නිශ්චලය. නිරීක්ෂකයාට ඇසෙන සංඛ්‍යාතය උපරිම වන්නේ වැඩිම වේගයකින් ප්‍රභවයට ළංවන විට ය. අවම සංඛ්‍යාතය ඇසෙන්නේ වැඩිම වේගයෙන් ප්‍රභවයෙන් ඈත්වන විට ය. එබැවින් මෙය සිදුවන්නේ ළමයාගේ ගමන් මාර්ගයේ පහළම ලක්ෂ්‍යයේ දීය.



ඇත්තටම මෙම ප්‍රශ්නය ලිහාගන්නට මේවා ඕනෑ නැත. සත්‍ය සංඛ්‍යාතය, උපරිමය හා අවමය අතර හරි මැද පිහිටිය යුතු ය. v හි විශාලත්වය වෙනස් වන්නේ නැත. එමනිසා ($f_{උපරිම} - f_0$) හි අගය ($f_0 - f_{අවම}$) අගයට සමාන විය යුතු ය. එනම් ඩොප්ලර් මාරුව (**Doppler shift**) එකම විය යුතු ය.

එමනිසා නළාවෙන් නිකුත් කරන සංඛ්‍යාතය විය යුත්තේ 1326 **Hz** හා 1314 **Hz** හි හරි මැද ඇති අගයය. එය 1320 **Hz** බව මනෝමයෙන් සොයා ගත හැක. 1326 හා 1314 අතර අන්තරය 12 කි. 12, 2 න් බෙදූ විට අගය 6 යි. 1314 + 6 හෝ 1326 − 6, 1320 ට සමානය. වෙන විදියකින් හදනවානම් $1326 - f_0 = f_0 - 1314$

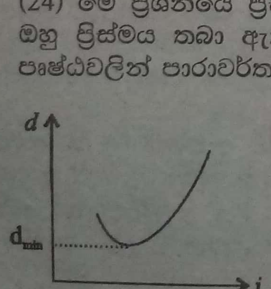
$f_0 = \frac{1326+1314}{2} = 1320\ \mathrm{Hz}$. ඩොප්ලර් සූත්‍රවලට ආදේශ කිරීමට අවශ්‍ය නැත. ඒ ක්‍රමයට හදන්න ගියොත් වෙලා යයි. දැන් $v = f\lambda$ යොදන්න. $\lambda = \frac{330}{1320} = \frac{1}{4} = 0.25\ \mathrm{m} = 25\ \mathrm{cm}$

1320 ලැබෙන්නට සලස්වා ඇත්තේ 330න් ලස්සනට බෙදෙන නිසාය. උපරිම සහ අවම සංඛ්‍යාත ඇසෙන්නේ පථයේ ඉහළම ලක්ෂ්‍යයේදී නොවේ. පථයේ මුදුනට ආ විට ක්ෂණිකව වේගය ශූන්‍ය වේ. එවිට ඇසෙන්නේ සත්‍ය සංඛ්‍යාතයයි. ඇසෙන සංඛ්‍යාතයට බලපාන්නේ ප්‍රභවයට සමීපද නැත්නම් ඈතද කියන ප්‍රශ්නය නොවේ. එය බලපාන්නේ ඇසෙන හඬෙසැරටය (තීව්‍රතාවයටය). සමහරවිට අපි සංඛ්‍යාතය හා හඬේ සැර යන පරාමිති දෙක පටලවා ගන්නෙමු. සංඛ්‍යාත වෙනසට බලපාන්නේ ප්‍රභවය හා නිරීක්ෂකයා අතර ඇති සාපේක්ෂ චලිතයයි.

(23) මෙවැනි ප්‍රශ්න ඔබ දැකලා දැන් හෙම්බත් වෙලා ඇති. **25 cm, 150 cm**ට ගෙනයා යුතු ය.

$\frac{1}{150} - \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$ $\qquad f = \frac{-150\times\cancel{25}}{\cancel{125}_5} = -30.$ පැළඳිය යුත්තේ උත්තල කාච බව අපි දනිමු. ගාන හැදුවත් f ට එන්නේ සෘණ අගයකි.

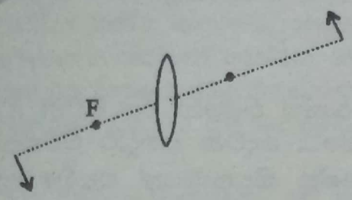
(24) මේ ප්‍රශ්නයේ ප්‍රිස්මය තබා ඇති ආකාරය සඳහන් කොට නැතැයි කියා දරුවෙක් මට ලිපියක් එවා තිබුනි. ඔහු ප්‍රිස්මය තබා ඇත්තේ ප්‍රිස්මයේ වර්තක කෝණය සොයන අන්දමටය. එවිට නිරීක්ෂණය වන්නේ වර්තක පෘෂ්ඨවලින් පාරාවර්තනයෙන් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බයි.



ප්‍රශ්නය කියවන කොටම මේ අහන්නේ මොකද්ද කියා ඔබට වැටහිය යුතු ය. මෙහිදී මනින්නේ අපගමන කෝණය බව ඔබට පසක් විය යුතු ය. මේ පරීක්ෂණය කර තිබුනේ නම් නිරීක්ෂණය වන දේ ඔබට පැහැදිලිව පෙනී ඔබගේ මතකයේ සටහන් වී තිබිය යුතු ය. ඇරත් ප්‍රිස්ම කෝණය සොයන පරීක්ෂණයේදී ප්‍රිස්ම මේසය කරකවන්නේ නැත. ප්‍රිස්ම මේසය කරකවන්නේ පතන කෝණය i වෙනස් කිරීම සඳහා ය. පරීක්ෂණය කර නොතිබුනත් i හා d අතර විචලනය ඔබ උගෙන ගෙන ඇතුවාට සැක නැත. එම විචලනයට අනුව නිවැරදි උත්තරය (4) බව සොයා ගත හැක. ප්‍රශ්නයේ විශාල පතන කෝණයකින් පටන් ගෙන කුඩා කෝණ දෙසට ප්‍රිස්ම මේසය කරකවනවා කියා දී ඇත.

ඉතින් ***i-d*** වක්‍රය ඔස්සේ ඇස ගෙන යන්නේ යැයි සිහිනෙන් සිතුවත් නිවැරදි උත්තරය ලබා ගත හැකි ය.

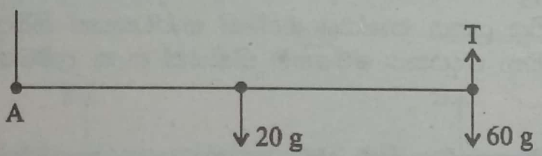
(25) **O/L** නොවේද ? ඉටිපන්දම තබා ඇත්තේ **F** ඉදිරියෙන්ය. ඇත්තටම $u = 2f$ වන්නටය. එමනිසා ප්‍රතිබිම්බයේ විශාලනයක් තිබිය නොහැකිය. ප්‍රතිබිම්බය යටිකුරු විය යුතු ය. එමගින් (1) හා (2) රූප ඉවත් වේ. (4) ද ඉවත් කළ හැකි ය. වස්තුවේ දැල්ල නැවී ඇත්නම් ප්‍රතිබිම්බය කෙලින් විය නොහැක. වස්තුවේ දැල්ල දකුණට හැරෙන්නේ නම් ප්‍රතිබිම්බයේ දැල්ල වමට හැරිය යුතු ය. ප්‍රතිබිම්බය යටිකුරු වන්නා සේම දැල්ලද යටිකුරු විය යුතු ය. වස්තුවක් පහත පෙනෙන ආකාරයට තැබූ විට එහි ප්‍රතිබිම්බයේ පිහිටීම පෙන්වා ඇති පරිදි විය යුතු බව ඔබට පහසුවෙන් වටහා ගත හැක.



වස්තුව ඇල කළත් ප්‍රතිබිම්බයේ යටිකුරු වීම එලෙසම පවතී.

(26) මෙම ප්‍රශ්නයේ බොහෝ ප්‍රශ්න ඇති විය. වාද විවාද ඇති වූයේ අවමය පිළිබඳවය. අසන්නේ ලණුවක පවතින අවම ආතතිය නොව එක් එක් ලණුව මගින් දරාගත යුතු අවම ආතතිය. තිබෙන අවම ආතතිය හා දරාගත හැකි අවම ආතතිය එකක් නොව දෙකක් ය. මිනිසුන් වන අපටත් ආතතිය ඇතිවේ. දරාගත හැකි අවම ආතතිය කියන්නේ ඊට වඩා වැඩිවුව හොත් **upset** වන්න පුළුවන් කියන එකය. දරා ගත හැක්කේ අවමයකි. **Upset** වන්න තිබිය යුත්තේ උපරිමයකි.

මිනිසාට ආරක්ෂාකාරී ලෙස A හා B අතර ගමන් කළ හැකිවීමට නම් මිනිසා A හෝ B කෙළවරට ආවිට අදාල ලණුවට එම ආතතිය දරාගැනීමට හැකියාව තිබිය යුතු ය. මිනිසා B කෙළවරට පැමිනියේ යැයි සිතන්න. එවිට B කෙළවරේ ඇති ලණුවේ ආතතිය A කෙළවරේ ඇති ලණුවේ ආතතියට වඩා වැඩිවේ. මිනිසා අනෙක් කෙළවරට ආවිට මෙහි පරස්පරය සිදුවේ. මෙම ආතති දෙකෙන් වැඩි ආතතිය ලණුවක් මගින් දරාගත යුතු අවම ආතතියයි. මිනිසා B හි ඇතැයි සිතන්න. එවිට B හි ලණුවේ ආතතිය T නම්



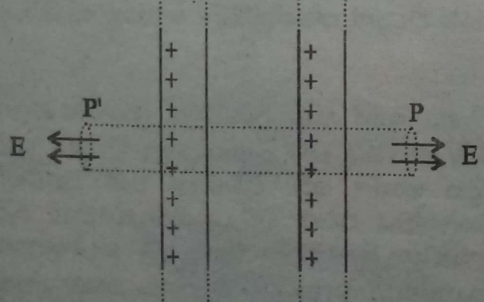
A වටා සූර්ණ ගැනීමෙන් (A ලණුවේ ආතතිය ගණනයට සම්බන්ධ නොවේ)

$$A^{\circlearrowleft}\ T \times l = 600 \times l + 200\frac{l}{2} \qquad T = 700\ \text{N}$$

අවශ්‍ය උත්තරය මෙය වේ. මෙවිට A හි ලණුවේ අතතිය **100 N** වේ. බොහෝ දරුවන් නිවැරදි උත්තරය ලෙස සලකා ඇත්තේ මෙම **100 N** ය. ඇයි? **100,700** ට වඩා අඩුනේ. ඔවුන්ගේ තර්කය එයයි. නමුත් ප්‍රශ්නයේ අසන්නේ වඩා අඩු ආතතිය නොව දරාගත යුතු අවම ආතතියයි. දරාගත යුතු අවමය 100 නොව 700 ය. 100 අවමය නම් 700 දරා ගන්නේ කෙසේ ද? එක් එක් ලණුවට **700 N** වඩා දරා ගැනීමට හැකි නම් ප්‍රශ්නයක් නැත. නමුත් අඩුම තරමින් **700 N** ක් වත් දරාගැනීමට හැකි විය යුතු ය. මෙය පැහැදිලිවම අවමයකි. **700 N** ට වැඩි ඕනෑම උපරිමයක් ලණුවට තිබුනාට කමක් නැත.

(27) ඇත්තේ සරල ගණිතයයි. බලන් ගියාම කරන්න දේකුත් නැත. ගිලී පාවේ නම් උඩුකුරු තෙරපුම බරට සමාන ය. උඩුකුරු තෙරපුම යන්නේ වස්තුවේ බාහිර අරයේ ඝනය ගුණකිරීම ද්‍රවයේ ඝනත්වයෙනි. එනම් $r_2^3 d_3$ එක්කය. $r_2^3 d_3$ ඇත්තේ එකම එක උත්තරයක පමණි. උඩුකුරු තෙරපුමේ ඇත්තේ එක් පදයක් පමණක් නිසා ප්‍රකාශනවල වම්පැත්තේ ඇත්තේ එය බව වටහා ගත හැක. බර සොයන විට අභ්‍යන්තර ගෝලයේ බර යන්නේ $r_1^3 d_1$ සමඟය. ඉතිරි කොටසේ බර සෙවීමට බාහිර ගෝලයේ පරිමාවෙන් අභ්‍යන්තර ගෝලයේ පරිමාව අඩු කොට d_2 වලින් ගුණ කළ යුතු ය. එනම් එය සමානුපාත වන්නේ $(r_2^3 - r_1^3)d_2$ ටය. $\frac{4}{3}\pi$ ලිවීමෙ අවශ්‍යතාවයක් නැත. ලිව්වත් කැපී යයි. $r_2^3 d_3$ හඳුනාගත්තානම් උත්තරය අතේ පත්තුවේ.

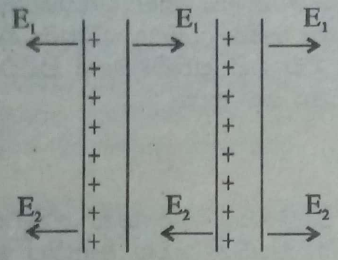
(28) සන්නායක නොවන නිසා ආරෝපණ, තහඩුවල එක් පැත්තක පැවතිය හැකි ය. එහි අවුලක් නැත. ආරෝපණවලට හිතුමතේ එහා මෙහා යා නොහැක. මෙහි උත්තරය ලබා ගැනීමේ ක්‍රම දෙකක් ඇත. තහඩු දෙකම මායිම් වන අයුරින් ගවුස් පෘෂ්ඨයක් නිර්මාණය කරන්න. සමමිතිය නිසා P ලක්ෂ්‍යයේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය E නම් ඊට අනුරූප P' ලක්ෂ්‍යයේ ද විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය E වේ. ගවුස් පෘෂ්ඨයේ තල පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය A නම්



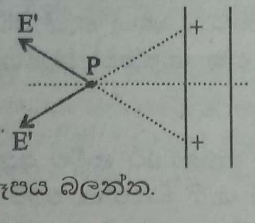
$$EA + EA = \frac{\sigma A + \sigma A}{\varepsilon_0} \quad \rightarrow \quad 2E = \frac{2\sigma}{\varepsilon_0} \quad \rightarrow \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

ඇත්තටම A ලිවිය යුතු නැත. ඒකක වර්ගඵලයක් සැලකුවානම් ඇතිය. ගවුස් පෘෂ්ඨයෙන් මායිම් වන සීමාව තුළ ඇති සඵල ආරෝපණය $2\sigma A$ වේ.

අනෙක් ක්‍රමය (වඩා සරල) නම් අධිස්ථාපන මූල ධර්මය යෙදීමයි. තනි තහඩුවක පිටත $E, \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ මගින් ලැබේ. එමනිසා තහඩු දෙකෙන්ම පිටත E ලැබෙන්නේ $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ දෙකක එකතුවෙනි.



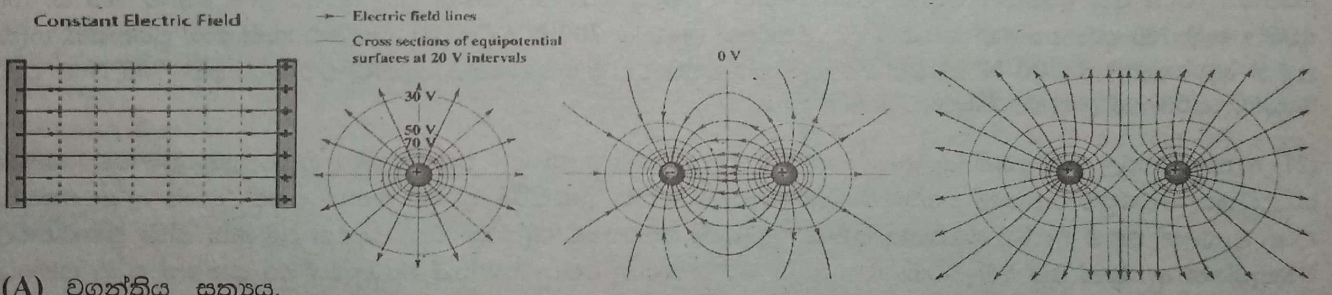
E_1 හා E_2 හි විශාලත්ව සමානය. පළමු තහඩුව පමනක් තිබුනේ එය මගින් E_1 විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවක් තහඩුවෙන් පිටතට ඇතිවේ. දෙවන තහඩුව පමනක් තිබුනේ නම් එය මගින් එලෙසම E_2 විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයක් තහඩුවෙන් පිටතට (+ ආරෝපණයක් නිසා) ඇතිවේ. එමනිසා තහඩු දෙකෙන්ම පිටත සඵල විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය E_1+E_2 වේ. විශාලත්ව සමාන නිසා (එකම σ) එය $2E$ වේ. තහඩු අතර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය ශුන්‍ය වේ. E_1 හා E_2 දිශා සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධය.



දී ඇත්තේ කුසන්නායක නිසා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව තහඩුවලට ලම්බකව ක්‍රියා නොකරයි කියා සමහරු තර්ක කරති. සන්නායකයක E, සෑම විටම පෘෂ්ඨයට ලම්බක විය යුතුය. කුසන්නායකයක E ලම්බක විය යුතු නැත කියා තර්කයක් නැත. ලම්බක වෙන්නත් පුළුවන්, නොවෙන්නත් පුළුවන්. මේ ඇටවුමේ E තහඩුවලට ලම්බක වේ. රූපය බලන්න.

උඩ ඇති එක් ධන ආරෝපණයකින් P ලක්ෂයේ E' ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවක් ඇතිවේ. එලෙසම යට ඇති ඊට සමමිතික ලක්ෂ්‍යයේ ඇති + ආරෝපණයෙන් ඊට අනුරූප E', P හි ලැබේ. මේවාහි (E' දෙකේ) සිරස් සංරචක එකිනෙකින් නිෂේධණය වේ. සඵල E තිරස් ය. එනම් තහඩුවට ලම්බක වේ. තහඩුව සන්නායක ද සන්නායක නොවේ ද කියා ප්‍රශ්නයක් නැත. සන්නායක නම් E සෑම විටම පෘෂ්ඨයට ලම්බක විය යුතුය. පෘෂ්ඨය ඔස්සේ සංරචකයක් තිබිය නොහැක. ඒ ආරෝපණ ගමන් කල හැකි නිසා ය. සන්නායක නොවන දෙයකට මෙහෙම නීතියක් නැත. ලම්බක නොවිය යුතුයි කියා නීතියක් නැත.

(29) ඒකාකාර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක, ලක්ෂීයය ආරෝපණයක, එකම විශාලත්වයෙන් යුත් ධන හා සෘණ අරෝපණ දෙකක සහ එකම විශාලත්වයෙන් යුත් ධන ආරෝපණ දෙකක ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයට අදල සමවිභව පෘෂ්ඨ පහත රූපවල පෙන්වා ඇත.



(a) A single positive charge (b) An electric dipole (c) Two equal positive charges

(A) වගන්තිය සත්‍යය. සෑම විටම සමවිභව පෘෂ්ඨ අඳින්නේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර රේඛාවලට ලම්බකවය. සමවිභව පෘෂ්ඨයක් ඔස්සේ ඕනෑම තැනක විභවයේ අගය එකම ය. එනම් එකම සමවිභව පෘෂ්ඨයක තැන් දෙකක් අතර විභව අන්තරයක් තිබිය නොහැක. විභව අන්තරය ශුන්‍යවේ. එනම් යම් ලක්ෂීයය ආරෝපණයක් සමවිභව පෘෂ්ඨයක් ඔස්සේ ගෙන යාමේදී විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මගින් හෝ ඊට විරුද්ධව කාර්යයක් කිරීමට අවශ්‍ය නැත. එසේ නම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර රේඛා පෘෂ්ඨයට ලම්බක විය යුතුය. ආනත වුවහොත් සමවිභව පෘෂ්ඨ මත තබන ලද ආරෝපණ මත බලයක් ඇතිවේ. සමවිභව පෘෂ්ඨය ඔස්සේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශුන්‍ය විය යුතු ය. එසේ වීමට නම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර බල රේඛා පෘෂ්ඨයට ලම්භක විය යුතු ය.

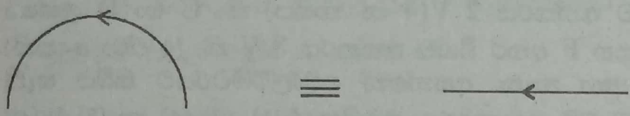
(B) වගන්තිය පොදුවේ ගත් කළ අසත්‍ය වේ. ඒකාකාර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක හෝ තනි ලක්ෂීයය ආරෝපණයක් සඳහා **(B)** ප්‍රකාශය සත්‍ය වේ. නමුත් ඉහත පෙන්වා ඇති අනෙක් අවස්ථා දෙකේදී **(B)** ප්‍රකාශය වැරදි බව ඔබට පෙනේ. ලක්ෂීයය ආරෝපණයක් සඳහා සමවිභව පෘෂ්ඨ ඒක කේන්ද්‍රික ගෝල වේ. එමනිසා එක් සමවිභව පෘෂ්ඨයක් මත ඇති සියලුම ලක්ෂ්‍යවල විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයේ විශාලත්වය එකම වේ. නමුත් අනෙක් රූප සටහන් දෙක දිහා බැලූ විට සමවිභව පෘෂ්ඨ ඒක කේන්ද්‍රික ගෝල නොවන බව ඔබට පෙනේවි. දෙදෙනෙක් ඉන්න නිසා ඒක කේන්ද්‍රික බව වැනසී යයි. මේ සමවිභව පෘෂ්ඨයක් මත තැනින් තැනට E හි අගය එකම නැත. තර්කානුකූලව බැලුවත් අවශ්‍ය වන්නේ සමවිභව පෘෂ්ඨය ඔස්සේ E හි අගය ශුන්‍ය වීම පමණි. පෘෂ්ඨයට ලම්බකව ක්‍රියා කරන E හි අගයයන් එකම විය යුතුය කියා නීතියක් නැත.

(C) ත් නිවැරදි නොවන බව (4) රූපයෙන් පෙනේ. සම අගයයන් ඇති ධන ආරෝපණ දෙකේ හරිමැද විද්‍යුත් විභවය ශූන්‍ය නොවේ. නමුත් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය ශූන්‍ය වේ. සමවිභව පෘෂ්ඨයකට තිබිය යුතු එකම ගුණාංගය වන්නේ පෘෂ්ඨය ඔස්සේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයක් නොතිබීම පමණි. එසේ ක්ෂේත්‍රයක් තිබුනහොත් පෘෂ්ඨය ඔස්සේ ආරෝපණයක් ගෙන යාමේදී ධන හෝ ඍණ කාර්යයක් කළ යුතු ය. කාර්යයක් කළ යුතු නම් එම පෘෂ්ඨයේ විභවය සම නොවේ.

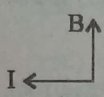
(30) 2012, (13) ප්‍රශ්නය හරි හැටි විසඳා තිබුනේ නම් උත්තරය අතේ ය. $R \propto \frac{l}{A}$; ලවය හා හරය l වලින් ගුණ කරන්න. $R \propto \frac{l^2}{Al}$; Al යනු කම්බියේ පරිමාවයි. මෙය නියතයකි. $\therefore R \propto l^2$

එබැවින් R හා l අතර ප්‍රස්තාරය සරල රේඛීය විය නොහැක. මෙයින් (1) හා (2) ඉවත්වේ. l වැඩිවන විට R වැඩි විය යුතු ය. එයින් (3) ඉවත් වේ. l සමඟ R ශීඝ්‍රයෙන් වැඩි විය යුතු ය. l වැඩිවන විට R නියත අගයක් කරා ළඟා විය නොහැක. එමනිසා නිවැරදි විචලනය පෙන්නුම් කරන්නේ (5) යෙන් ය.

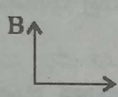
(31) නිවැරදිව **pasrt papers** ප්‍රශ්න සලකා තිබුනේ නම් උත්තරය ටක් ගාලා ලැබේ. ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ධාරාවක් රැගෙන යන ඕනෑම හැඩයක් ඇති කම්බි පුඩුවක් මත බලය එම කම්බි පුඩුවේ දෙකෙළවර යා කෙරෙන ඍජු කම්බියක් තිබුනේ නම් ඒ මත ඇතිවන බලයට සමාන බව පසුගිය විවරණවලදී සඳහන් කොට ඇත. 2011, පැරණි නිර්දේශය (33) බලන්න. මේ අනුව වාමාවර්තව ධාරාවක් ගලන අර්ධ වෘත්තාකාර කම්බිය වෙනුවට දෙකෙළවර යා කෙරෙන ඍජු කම්බි කොටසක් ගත හැක.



වෘත්තාකාර කොටස ඍජු කම්බියකින් විස්ථාපනය කල හැක. දැන් ඇත්තේ එකිනෙකට විරුද්ධ දිශාවලට ධාරාව ගමන් ගන්නා ඍජු කම්බි දෙකි.



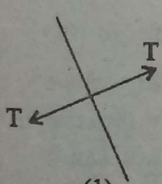
බලය කඩදාසිය තුළට වේ.



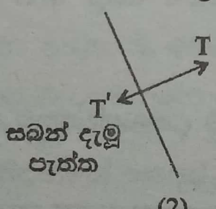
බලය කඩදාසියෙන් පිටතට වේ.

කම්බි පුඩුවේ තිබෙන ඍජු කොටස මත බලයේ දිශාව තීරණය කළ පසු වෘත්තාකාර කොටස මත බලය ඊට ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතු ය. වෘත්තාකාර කම්බි කොටස වෙනුවට අප සලකන ඍජු කම්බියේ ධාරාව ගලන්නේ අනෙක් අතටය. නිවැරදි උත්තරය (4) වේ.

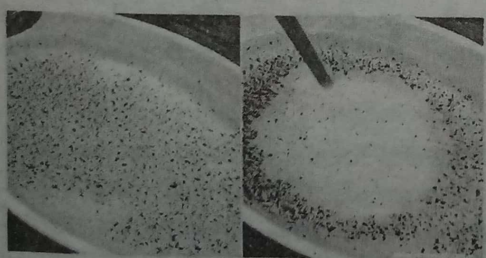
(32) කථා බහට ලක්වූ ප්‍රශ්නයකි. බොහෝ අය ගෙදර ගොස් මෙම සංසිද්ධිය අත්හද බලා ඇත. බොහෝ දරුවන් ගසා ඇත්තේ (3) ටය. (4) නොවේ. නමුත් නිවැරදි වරණය (4) වේ. ගම්මිරිස් කුඩු ඇඟිලි තුඩෙන් ඉවතට ගමන් කරන්නේ ඇයි? ජල පෘෂ්ඨය මත මනඃකල්පිත රේඛාවක් අඳින්න. දෙපසම ඇත්තේ එකම ජලය නම් මෙම රේඛාව මත දෙපසට ක්‍රියා කරන පෘෂ්ඨික ආතති බල සමාන ය. (1) රූපය. දැන් (2) රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි රේඛාවේ වම් පැත්තේ ඇති පෘෂ්ඨයට සබන් ස්වල්පයක් එකතු කරන්න. එවිට එම පැත්තේ ජලයේ පෘෂ්ඨික ආතතිය ක්ෂණයකින් අඩුවේ. දැන් රේඛාව මත දකුණු පසට සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් ඇතිවේ.$(T-T')$ මෙම රේඛාව මත ගම්මිරිස්කුඩු ඇතැයි සිතන්න. එවිට ගම්මිරිස් කුඩු සබන් දැමූ පැත්තට නොව අනෙක් පැත්තට විසිවේ. මෙම ආචරණය නොයෙක් ආකාරයෙන් ප්‍රදර්ශණය කළ හැක.

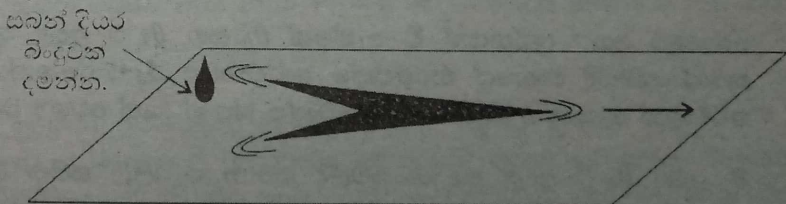


(1)



(2)

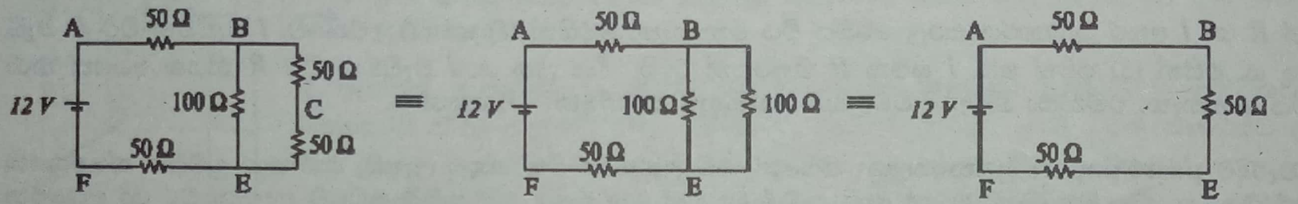




ජලයේ පාවෙන තුනී තහඩුවකට රූපයේ පෙනෙන පරිදි සබන් දියර බිංදුවක් දැමූ විට තහඩුව පටගාලා අනෙක් අතට විසිවේ. සැහැල්ලු සෙල්ලම් බෝට්ටුවක් ජලයේ පා කර බෝට්ටුවේ පිටුපසට සබන් කැල්ලක් ඇමිනුවොත් සබන් දිය වෙන්ට වෙන්ට බෝට්ටුව සෙමෙන් ඉදිරියට (සබන් කැල්ල ඇටවූ පැත්තට නොව) ඇදෙයි.

(33) යංමාපාංක සමීකරණයේ පරාමිති පරීක්ෂාවක් සිදු කිරීමට අවශ්‍යය. $E = \frac{F}{A}\frac{L}{\Delta l} \rightarrow F = \frac{EA\Delta l}{L}$ මේ ප්‍රකාශනය දිහැ බලාගෙන ප්‍රශ්නය ලිහාගන්නට හැක. F හා Δl අතර ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය $\frac{EA}{L}$ වේ. E හා L නියතව තබා A අඩු කළ විට අනුක්‍රමණය අඩුවේ. අනුක්‍රමණය අඩුවන නිසා දී ඇති සරල රේඛාවට පහළින් වැටිය යුතු ය. එමනිසා (A) වැරදිය. A හා L නියතව තබා E වැඩි කළ විට අනුක්‍රමණය වැඩිවේ. එනම් දී ඇති සරල රේඛාවට ඉහළින් වැටිය යුතු ය. (B) ත් වැරදිය. E සහ A නියතව තබා L වැඩි කළ විට අනුක්‍රමණය අඩුවේ. එමනිසා (C) හරිය. පරීක්ෂා කරන්නට ඇත්තේ එකම දේය.

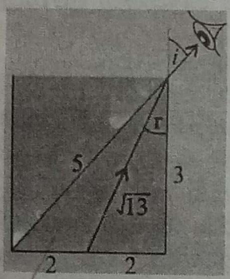
(34) ටිකක් වෙලා යයි. දී ඇති පරිපථය පහත පරිපථවලට සමකය.



50,50 ශ්‍රේණිගතයි. එකතු කළ විට 100 යි. 100,100 යි සමාන්තරගතයි. සමක ප්‍රතිරෝධය 50 Ω කි. 12 V, 50 Ω අතරේ තුනට බෙදයි. තෙවන පරිපථයේ සෑම 50 Ω ප්‍රතිරෝධයක් හරහාම විභව අන්තරය 4 V කි.

එමනිසා AB අතර විභව අන්තරය 4 V කි. BC අතර විභව අන්තරය 2 V(4 න් භාගය) කි. C හා D ලක්ෂ්‍ය එකමය. B සහා E අතර විභව අන්තරය නැවත 4 V කි. B සහ F අතර විභව අන්තරය 8 V කි. (4 ඒවා දෙකකි) එමනිසා නිවැරදි උත්තරය (3) වේ. අගයයන් පිළිවෙළට අසා නැත. අසන්නේ වෝල්ට්මීටරයට තිබිය හැකි පාඨාංකය. 0 හෝ 12 V තිබිය නොහැක. 12 V ලැබෙන්නේ බැටරි අග්‍ර අතරය. එමගිනුත් (1), (2) (4) හා (5) වරණ ඉවත් කළ හැක.

(35) මෙම ප්‍රශ්නය 2000 දී ඇත. (53) වන ප්‍රශ්නය. එහි උත්තර ඇත්තේ සංකේතවලිනි. මෙහි ඇත්තේ සංඛ්‍යාය. භාජනය ද්‍රවයෙන් පිරවූ පසු පතුලේ මැද දකී නම් මැද සිට එන ආලෝක කිරණයක් ද්‍රව-වාත පෘෂ්ඨයෙන් වර්තනය වී තිත් ඉර ඔස්සේ යා යුතු ය.



ඔහු බලාගෙන සිටින්නේ පතුලේ වම් පැත්ත දෙසය. නමුත් පෙනෙන්නේ පතුලේ මැදය. සරල ජ්‍යාමිතිය ඇත. $\sqrt{13}$ හි අගය දී ඇත. එමනිසා පහසුවෙන් උත්තරය ලබා ගත හැක.

$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{4/5}{2/\sqrt{13}} = \frac{4\times3.6}{5\times2} = \frac{7.2}{5} = 1.44$ මෙය සාදා ඇති ගණනක් නිසා වරදින්නෙ ඇයි?

(36) යෙදීමට ඇත්තේ අර්ථ දැක්වීමය. සමහර අයට පැටලී තිබුනි. යම් උෂ්ණත්වයකට අදළව

$$\text{සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව} = \frac{\text{කාමරයේ පවතින ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය}}{\text{කාමරය සංතෘප්ත කිරීමට අවශ්‍ය ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය}}$$

බොහෝ අයට ප්‍රශ්නයක් වී ඇත්තේ θ_0 සහ θ_1 ට අදළ තුෂාරාංකවලදී යන වාක්‍ය ඛණ්ඩයයි. θ_0 ට අදළ තුෂාරාංකයේදී වාතයේ නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය A_0 යන්නෙන් ගම්‍ය වන්නේ θ_0 උෂ්ණත්වයේදී කාමරයේ ඒකක පරිමාවක් සංතෘප්ත කිරීමට A_0 ජලවාෂ්ප ස්කන්ධයක් අවශ්‍ය බවයි.

θ_0 සහ θ_1 ට අදළ තුෂාරාංකවලදී යන්න පැටලිලි සහිත විය හැක. මෙයින් අදහස් වන්නේ θ_0 සහ θ_1 ට පරිබාහිරව ඇති වෙනත් උෂ්ණත්ව දෙකක් ගැන නොවේ. උදහරණයක් වශයෙන් $\theta_0 = 30\,^0C$ යැයි සිතමු. $30\,^0C$ තුෂාරාංකයට සමානවන අවස්ථාවේදී වාතයේ ඒකක පරිමාවක ජලවාෂ්ප A_0 ස්කන්ධයක් තිබෙන බවය මෙයින් අදහස් වන්නේ. θ_0 සහ θ_1 ට අදළ තුෂාරාංකවලදී යන්න සඳහන් වන විට θ_0 සහ θ_1 ට වෙනස් වූ (ඊට අඩු වූ) උෂ්ණත්ව දෙකක් ගැන අදහසක් බොහෝ අය තුළ ඇතිවූවාදැයි මට සැක සිතේ. θ_0 සහ θ_1 තුෂාරාංක නොවේ. ඒවා කාමර උෂ්ණත්වයේ අවස්ථා දෙකක උෂ්ණත්ව ලබා දෙයි. එම උෂ්ණත්වවලදී කාමරය ජල වාෂ්පවලින් සංතෘප්ත වී නොමැත. එමනිසා ඒකක පරිමාවක ඇති ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය අප දන්නේ නැත. වගුවල θ_0 ට අදළ නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය ලෙස සටහන් කොට ඇත්තේ එම උෂ්ණත්වයේ දී වායු ඒකක පරිමාවක් සංතෘප්ත කිරීමට අවශ්‍ය ජල වාෂ්ප ස්කන්ධයයි.

θ_0 සහ θ_1 ට අදළ තුෂාරාංකවලදී යන්නෙන් ගම්‍ය වන්නේ θ_0 සහ θ_1 තුෂාරාංක වූයේ නම් යන්නය. θ_0 සහ θ_1 තුෂාරාංකවලට අදළ කියා ද ලිවිය නොහැක. ඒ θ_0 සහ θ_1 තුෂාරාංක නොවන නිසා ය. තුෂාරාංක යන වචනය සඳහන් නොකලේ නම් හොඳ යැයි සිතේ. නමුත් ජලවාෂ්පවලින් සංතෘප්ත වන්නේ තුෂාරාංකයේදීය. එමනිසා ප්‍රශ්නයේ දී ඇති වාක්‍ය ඛණ්ඩය මෙලෙස කඩා කියවිය යුතු ය. θ_0 සහ θ_1 ට, අදල තුෂාරාංකවල දී වාතයේ........ කියා කියවිය යුතු ය. θ_0 සහ θ_1 ට අදළ, කියා ගත්තොත් වෙනත් උෂ්ණත්ව දෙකක් ගම්‍ය වේ.

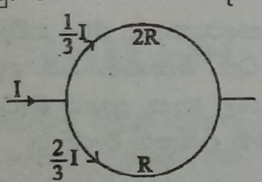
කොහොමටත් A_0 සහ A_1, අදල උෂ්ණත්වවලදී සංතෘප්ත ජලවාෂ්ප සහිත වාතයේ නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතා ලෙස නොසලකා ප්‍රශ්නය ලිහන්නට බැරිය. කාමරයේ පරිමාව V නිසා θ_0 උෂ්ණත්වයේදී කාමරය සංතෘප්ත කිරීමට අවශ්‍යවන ජලවාෂ්ප ස්කන්ධය A_0V වේ. අනෙකද එසේමය. අවස්ථා දෙකේදී ඇත්තටම කාමරයේ ඇති ජලවාෂ්ප ස්කන්ධය m_1 හා m_2 නම් අර්ථ දැක්වීමෙන්ම $\frac{X}{100} = \frac{m_1}{A_0V}$; $\frac{Y}{100} = \frac{m_2}{A_0V}$. ඉවත්වන ස්කන්ධය වන්නේ $m_1 - m_2$ ය. ඒ සඳහා ප්‍රකාශනය ඉහත ප්‍රකාශන දෙක බලපු ගමන් ලැබේ.

$$m_1 - m_2 = \frac{(XA_0V - YA_0V)}{100}$$

(37) තාප සන්නායකතා සමීකරණයෙන්ම වාගේ උත්තරය ලැබේ. $\frac{Q}{t} = KGA$ $\left(G = \frac{\theta_1 - \theta_2}{l}\right)$

$\frac{Q}{t}$ අඩුවෙන් මැන්නොත් K සඳහා අඩු අගයක් ලැබේ. සරලම තර්කයකි. **(B)** වගන්තිය **(A)** ගෙන් ස්වායත්ත නොවේ. පරිවරණය දුර්වල නම් $\frac{Q}{t}$ මැනෙන්නේ අඩුවෙන්ය. G වරදවා වැඩියෙන් මැන්නොත් එමගින් K අඩුවේ. ඉතාමත් සරල **logic** ය. තුනම හරිය.

(38) ඉහළ අර්ධය හරහා ගලන ධාරාව $\frac{1}{3}I$ හා පහළ අර්ධය හරහා ගලන ධාරාව $\frac{2}{3}I$ ලෙස මනෝමයෙන් ලබා ගත යුතු ය. I, $1:2$ අනුපාතයට බෙදිය යුතු ය. I ධාරාවක් රැගෙන යන වෘත්තාකාර පුඩුවක කේන්ද්‍රයේ $B = \frac{\mu_0 I}{2a}$ බව දනිමු. වට භාගයක් සඳහා මෙය, 2 න් බෙදිය යුතු ය. දැනගත යුතු අනෙක් කරුණ වන්නේ පුඩු දෙකේ ගලන ධාරා එකම අතට නොගලන බවයි. ඉහළ අර්ධයේ ධාරාව දක්ෂිණාවර්තව ද පහළ අර්ධයේ ධාරාව වාමාවර්තව ද ගලයි. එමනිසා කේන්ද්‍රයේ ඇති B හි දිශා එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ.



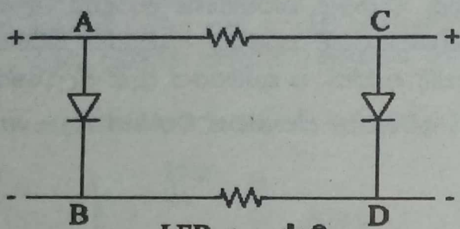
$B = \frac{\mu_0}{4a} \times \frac{2}{3}I - \frac{\mu_0}{4a} \times \frac{1}{3}I = \frac{\mu_0 I}{12a}$; එකතු කළොත් වැඩේ කොට උඩ යයි. එවිට ලැබෙන්නේ (1) උත්තරයය.

(39) හැමෝම වරද්ද ගත්ත ප්‍රශ්නයකි. කෙළින්ම $\frac{I_C}{I_B} = 100$ දමා I_C සොයා ඇත. $I_C = 500 \times 10^{-6} \times 100 = 50$ **mA.** මෙම උත්තරය වැරදි බව වැටහෙන්නේ නැත. $I_C =$ **50 mA** වැරදි බව තේරෙන්න **5 kΩ** හරහා වෝල්ටීයතාව සොයමු. එය $5 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^3 = 250$ **V** මෙය විය නොහැක. ට්‍රාන්සිස්ටරයට යොදා ඇත්තේ ද **5 V** පමණි. ඉතින් **5 kΩ** හරහා **250 V** ඇතිවන්නේ කෙසේ ද ? ඔබ මෙය **check** නොකරන බව ඇත්ත ය. කෙළින්ම I_c සොයා, **50 mA** උත්තරවල ඇති නිසා පටස් ගාලා ගහනවාය. මෙය තර්ක කළ හැකි ක්‍රමය වන්නේ $I_B =$ **500μA** වන විට ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී විධියේ නොපවතින බව ඔබ වටහාගැනීමය. මේ අවස්ථාවේදී ට්‍රාන්සිස්ටරය ඇත්තේ සංතෘප්ත අවස්ථාවේ ය. එවිට $V_{CE} \approx 0$ වේ. E භූගත කොට ඇති නිසා $V_C \approx 0$ වේ. ∴ **5 kΩ** හරහා ගලන ධාරාව $= \frac{5}{5 \times 10^3} = 10^{-3}\ \mathrm{A} = 1\ \mathrm{mA}$

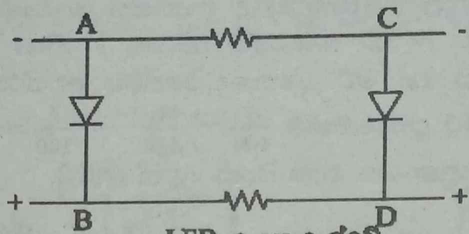
මෙවැනි ගැටලුවකදී ට්‍රාන්සිස්ටරයක පැවතුම් අවස්ථා ප්‍රථමයෙන් නිශ්චය ගැනීම ඇඟට ගුණය. $V_{BE} = 0.7$ **V** නිසා කපාහැරි අවස්ථාව සලකා බලා වැඩක් නැත. $V_{CE} = 0$ (සංතෘප්ත අවස්ථාව) අවස්ථාව සලකා බලන්න. එවිට ඉහත ගණනයට අනුව $I_C = 1$ **mA** වේ. මෙම අවස්ථාව ක්‍රියාකාරී අවස්ථාවේ අවසාන කෙළවර කියා සිතා $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ යොදා I_B සෙව්වොත් ලැබෙන්නේ $I_B = \frac{1}{100} = 10^{-2}\ \mathrm{mA} = 10\ \mu\mathrm{A}$

එමනිසා මෙම ට්‍රාන්සිස්ටරය ක්‍රියාකාරී අවස්ථාවේ පැවතීමට නම් I_B, **10 μA** වඩා අඩු විය යුතු ය. **500 μA is too high !** එබැවින් $I_B = 500\ \mu\mathrm{A}$ සඳහා $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ සම්බන්ධතාව භාවිත කළ නොහැක. $I_B = 5\ \mu\mathrm{A}$ වූයේ නම් I_C ඉහත සම්බන්ධතාවයෙන් සෙවිය හැක. මෙවිට **5 kΩ** හරහා විභව බැස්ම **2.5 V** වේ. එවිට $V_{CE} = 2.5$ **V** වේ. (එකතුව **5 V** විය යුතු නිසා) එනම් දැන් ට්‍රාන්සිස්ටරය ඇත්තේ ක්‍රියාකාරී අවස්ථාවේ ය.

(40) **LED** එක දැල්වීමට නම් **C** අග්‍රය **D** අග්‍රයට වඩා ධන විය යුතු ය. එමනිසා බැටරියේ අග්‍ර කුමන විධියට සවිකලත් සැමවිටම **C** අග්‍රය බැටරියේ ධන අග්‍රයටත් **D** අග්‍රය බැටරියේ සෘණ අග්‍රයටත් සම්බන්ධ විය යුතු ය. බැලීමට ඇත්තේ මෙම කරුණ පමණය. **(X)** පරිපථයෙන් මෙය ඉටු නොවේ. බැටරියේ අග්‍ර මාරු කළ විට **C** හා **D** අග්‍රවල ධ්‍රැවීයතාවය මාරුවේ. මෙහිදී දියෝඩවලින් සිදුවන කාර්යයභාරයක් නැත. කෙළින්ම **A, C** අග්‍රයට ද **B, D** අග්‍රයට ද සම්බන්ධ වී ඇත. **AC** පාරේ හෝ **BD** පාරේ දියෝඩ නැත.



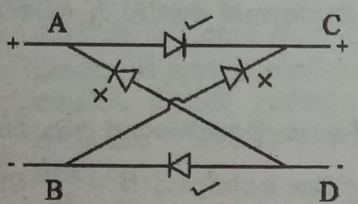
LED ය දැල්වේ

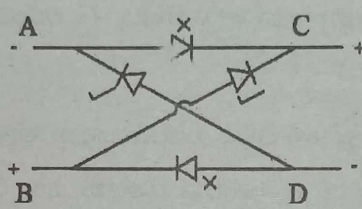


LED ය නොදැල්වේ

ඊළඟට **(Y)** පරිපථය බලන්න. දුටු විගසම එය වැරදි බව පෙනේ. **A** අග්‍රය ධන වූ විට **AC** පාර වැහේ. ඒ ඇයි? **A** හා **C** අතර ඇති දියෝඩය පසු නැඹුරු වේ. නමුත් **AD** පාර ඇරී ඇත. එවිට ධන වන්නේ **D** අග්‍රයය. එසේනම් **LED** ය නොදැල්වේ. දැන් ඉතින් **(Z)** නිවැරදි විය යුතු ය. නැත්නම් ප්‍රශ්නය වැරදිය.

(Z) පරිපථයෙන් වැඩේ හරියයි. **A,** ධන වූ විට **C** ධන වේ. **AD** පාර වැහේ. **B** අග්‍රය සෘණ නිසා **BC** පාර වැහේ. **D** අග්‍රය සෘණ වේ. **A** හා **B** අග්‍රවල ධ්‍රැවීයතාව මාරු කළ විට ද **C** හා **D** අග්‍රවල ධ්‍රැවීතාව නොවෙනස්ව පවතී.





√ = පාර ඇරේ. දියෝඩ පෙර නැඹුරු වේ.

× = පාර වැහේ. දියෝඩ පසු නැඹුරු වේ.

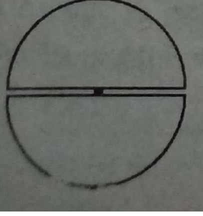
(X) පරිපථය දුටු විගසින්ම ඉවත් කළ හැක. ඕන කරන පාරවල දියෝඩ සම්බන්ධ කොට නැත. ඒවා සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ අහකය. ඊළඟට **(Y)** පරිපථයට ආ විට **A** ට, ධන දැමූ සැනින් **C,** ධන නොවන බව ඉඳුරාම පෙනේ. එහි **A** ධන වූ විට ධන වන්නේ **D** අග්‍රයය. ඉතින් එයින්ම **(Y)** පරිපථය විසි කළ හැක. ආයෙ බැටරියේ අග්‍ර මාරු කොට බැලීමට අවශ්‍ය නැත. ඊළඟට **(Z)** පරිපථය නිවැරදි විය යුතු ය. නැතිනම් ප්‍රශ්නය වැරදි ය.

බැටරියේ අග්‍ර මාරු කළ විට **C** අග්‍රය ධනව තිබෙන්නේදැයි බැලුවාම ඇති ය. එසේනම් **A** සිට **C** දක්වාත් **B** සිට **C** දක්වාත් පෙර නැඹුරු දිශාවට සම්බන්ධ කළ දියෝඩ තිබිය යුතු ය. එසේ ඇත්තේ **(Z)** හි පමණි.

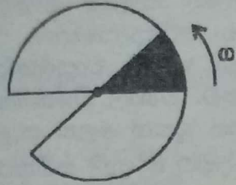
(41) මෙම පරිපථය 2012 රචනා **5(B)** ප්‍රශ්නයේ තිබුනා මතක ද ? $S = 0$ වූ විට පළමු **AND** ද්වාරයේ ප්‍රදානය 1 වේ. $E = 1$ නිසා පළමු **AND** ද්වාරයේ ප්‍රතිදනය I_1 වේ. එනම් $I_1 = 1$ නම් ප්‍රතිදනය 1 වේ. (ප්‍රදන තුනම 1 යි) $I_1 = 0$ නම් ප්‍රතිදනය 0 වේ. දෙවන **AND** ද්වාරයේ S ට අදල ප්‍රදනය ශූන්‍ය වන නිසා අනෙක්වා මොනවා වුවත් එම ද්වාරයේ ප්‍රතිදනය 0 වේ. එවිට $F = I_1$ වේ. ($F = I_1 + 0$) **(B)** ප්‍රකාශයෙන් කියවෙන්නේ අනෙක් පැත්තය. $S = 1$ නිසා පළමු **AND** ද්වාරයේ එක් ප්‍රදනයක් 0 වේ. එවිට එහි ප්‍රතිදනය 0 වේ. දෙවන **AND** ද්වාරයේ S හා E යන දෙකම 1 නිසා එහි ප්‍රතිදනය I_2 වේ. එවිට $F = I_2$ වේ.

$E = 0$ වුවහොත් අනෙක්වා මොනවා වුවත් **AND** ද්වාර දෙකේම ප්‍රතිදන 0 වේ. එවිට $F = 0$ වේ. සියලු ප්‍රකාශ සත්‍යවේ.

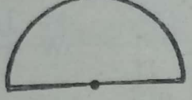
(42) මෙම තහඩු දෙක ඇඳ ඇත්තේ ත්‍රිමානවය. තහඩු අතර පරතරය පෙන්විය යුතු ය. තහඩු අතර පරතරයක් නැති නම් එය ධාරිත්‍රකයක් නොවේ. තහඩු අතර පරතරය නියත නිසා ධාරිත්‍රකයේ ධාරිතාව වෙනස් වන්නේ තහඩු අතිච්ඡාදනය (**overlap**) වන වර්ගඵලය මත පමණි. එක් තහඩුවකට සාපේක්ෂව අනෙක් තහඩුව නියත කෝණික වේගයකින් භ්‍රමණය වන නිසා ඒකක කාලයකදී වර්ගඵලය අතිච්ඡාදනය වන ශීඝ්‍රතාව එකමය. තහඩුව මත තහඩුවක් තබා කරකැවීවොත් මෙය මැනවින් වටහා ගත හැක. තහඩු අතර පරතරය අමතක කරන්න.



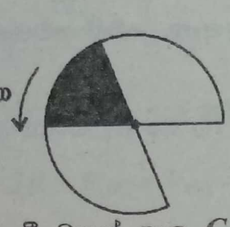
වර්ගඵල අතිච්ඡාදනය ශූන්‍යය. ධාරිතාව ශූන්‍යය.



තහඩු අතිච්ඡාදනය වන වර්ගඵලය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ. ω නියත නිසා වර්ගඵලය වැඩිවීමේ ශීඝ්‍රතාවය ඒකාකාර විය යුතු ය. එනම් C ඒකාකාරව වැඩි විය යුතු ය.



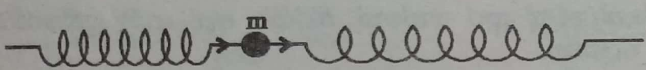
තහඩු 2 එකක් මත එකක් වැටෙනවා වගේ ය. අතිච්ඡාදනය උපරිම වේ. C උපරිම වේ.



දූන් කරකැවෙන තහඩුව අනෙකාගෙන් ඈත් වේ. අතිච්ඡාදන වර්ගඵලය ක්‍රමයෙන් අඩුවේ.

මෙවැනි විචලනයක් පෙන්නුම් කරන්නේ (5) හි ය. ω නියත නිසා වර්ගඵල අතිච්ඡාදනය වන ශීඝ්‍රතාවය ද නියත විය යුතු ය. මෙය වැටහුනොත් වක්‍ර හැඩයන් ඉවත් කළ හැක. ඉතිරි වන්නේ (2) හා (5) ය. (2) හි පෙන්වා ඇති අයුරින් C උපරිමය කරා ලඟා වී ටකස් ගාල C බිංදුවට පත් විය නොහැකිය. ඇතුල් වුනු විදියටම ආයෙ පිට විය යුතු ය. එවිට ඉතිරි වන්නේ (5) පමණි.

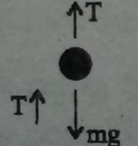
(43) සාමාන්‍ය දැනීමෙන් උත්තරය ලබා ගත හැක. PQ දිශාවට ත්වරණය වන විට m පසුපසට විස්ථාපනය විය යුතු බව බස් එකක ගිය ඕන කෙනෙක් අත්දැක ඇත. ඉදිරියට ත්වරණය වන විට පසුපසට තල්ලු වේ. භෞතික විද්‍යාත්මකව සිතුවහොත් PQ දෙසට ත්වරණය වීමට නම් m මත සඵල බලයක් PQ දිශාවට තිබිය යුතු ය. එසේ වීමට නම් දකුණු පස ඇති දුන්න ඇදී වම්පස ඇති දුන්න සංකෝචනය විය යුතු ය. m යම් දුරක් වම් අතට ඇදුනු විට දකුණු දුන්නේ දිග වැඩිවේ. එනම් එහි ආතතියක් හට ගනී. එලෙසම වම් දුන්නේ ඇතිවන්නේ සම්පීඩනයකි. එමනිසා m මත ක්‍රියාකරන බල දෙකෙහිම දිශාව දකුණු පැත්තට (PQ දිශාවට) ක්‍රියා කරයි.



දකුණු පැත්තෙ දුන්න ඇදේ. ආයේ m ට ඉස්සෙල්ලා හිටපු තැනට එන්න කියයි. වම් දුන්න සම්පීඩනය වේ. m ඉස්සෙල්ලා හිටපු තැනට විසි කරන්නට බලයි. ඇදීම හා සම්පීඩනය නිසා m මත එකම දිශාවට බල ක්‍රියා කරයි. දුනු දෙකම ඇදුනේ නම් (මෙය විය නොහැකිය) දෙකම ආතතියක් වේ. එවිට m මත ක්‍රියා කරන බල දෙක ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවන්ට ක්‍රියා කරයි.

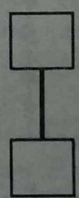
(B) වලින් වෙන වැඩේ **(A)** වලින් වෙන වැඩේට සමකය. Q වඩා සිරස් අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණය වන විට m ස්කන්ධය මත Q දෙසට ත්වරණයක් ඇති වේ. (කේන්ද්‍ර අභිසාරී ත්වරණය) කරකවන විට මෙවැනි ස්කන්ධයක් ඉවතට විසි වීමට යත්න දරන බව අපි දනිමු. Q වටා සිරස් අක්ෂයක් වටා ත්වරණය වන විට m මත Q වෙතට (කේන්ද්‍රය වෙතට) එල්ලවූ සඵල බලයක් තිබිය යුතු ය. එසේ වීමට නම් මෙය පෙර පරිදි m, P පැත්තට තල්ලු විය යුතු ය. ඇත්තටම **(A)** හරි නම් **(B)** ද හරිය.

P ට පහළින් Q පිහිටන ලෙස කියා සඳහන් කොට ඇත්තේ නළය සිරස් කළ විට m ස්කන්ධයේ බර නිසා යම් ප්‍රමාණයක් m, Q දෙසට තල්ලුවන නිසා ය. එයිනුත් **(C)** වැරදි බව පෙනේ. නමුත් නළය සිරස්ව පහළට වැටෙන විට දුනුවල ආතතිය හෝ සම්පීඩනය ශුන්‍ය විය යුතු ය.



නළය සිරස් කළ මොහොතේ (අත හැරීමට පෙර)

2T = mg (පහළ දුන්න සම්පීඩනය වේ. ඉහළ දුන්න ඇදේ.)

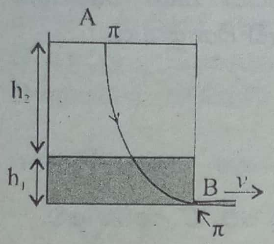


නමුත් නිදහසේ **g** ත්වරණයෙන් පහළට වැටෙන විට $F = ma$ යෙදීමෙන් $mg - 2T = mg \rightarrow T = 0$

මෙම කරුණ අප දන්නා දෙයකි. මෙය ප්‍රශ්න පත්‍රවල නොයෙක් විට පරීක්ෂා කොට ඇත.

ස්කන්ධ දෙකක් රූපයේ දක්වෙන පරිදි තන්තුවකින් ගැට ගසා නිදහසේ පහළට අත හැරිය විට තන්තුවේ ආතතිය ශුන්‍ය නොවන්නේ ද ?

(44) රූපය දක්ක හැටියෙම බ'නූලි ප්‍රමේයය යෙදිය යුතු බව පැහැදිලි වේ.

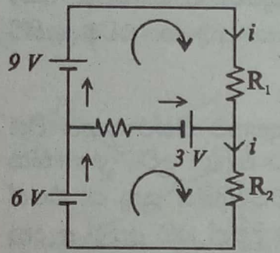


ටැංකිය මතුපිට පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනය වේ. ද්‍රවය පිටවන තැනද වායුගෝලයට නිරාවරණය වී ඇති නිසා එහි පීඩනයද වායුගෝලීය පීඩනය වේ. විශාල විෂ්කම්භයක් ටැංකියට ඇති නිසා ටැංකිය මතුපිටින් ද්‍රවය පහළට ගලන වේගය ශුන්‍ය ලෙස සැලකිය හැක. පෙන්වා ඇති ප්‍රවාහ රේඛාවක් ඔස්සේ A සහ B ලක්ෂ්‍ය දෙකට බ'නූලි සමීකරණය යෙදීමෙන්, $\pi + 0 + h_2d_2g + h_1d_1g = \pi + \frac{1}{2}d_1v^2 + 0$

$$\frac{1}{2}d_1v^2 = (h_2d_2 + h_1d_1)g \qquad v = \sqrt{2g\left(h_1 + \frac{d_2}{d_1}h_2\right)}$$

එක් ද්‍රවයක් පමණක් යොදු මෙවැනි ගැටලු ඔබ විසඳා ඇත. පසුගිය ප්‍රශ්නපත්‍රවල ද දී ඇත. මෙහි වෙනසකට ඇත්තේ ද්‍රව දෙකක් තිබීම පමණය. එවිට සමීකරණයට තවත් විභව ශක්ති පදයක් ඈඳේ.

(45) මෙහි ඇති දෙයක් නැත. (45) ට දීමට නොවටී. 5 Ω හරහා ධාරාවක් නොගලයි නම් R_1 හා R_2 හරහා ගලන ධාරාව එකම ය.

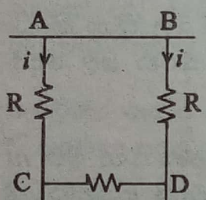


පරිපථයේ උඩු භාගය සැලකීමෙන් $(9-3)\ 6 = iR_1$

පහළ භාගය සැලකීමෙන් $(6+3)\ 9 = iR_2$

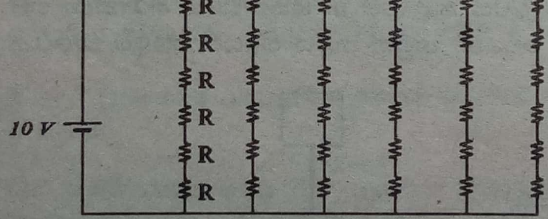
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{3}$$

(46) මෙවැනි ප්‍රශ්නයක් දුටු විට පරිපථයේ කැලි හලා ගත යුතු බව ඔබට පසක් විය යුතු ය. නැතිනම් කල්පයක් ගියත් ගොඩ ඒමක් නැත. ඉතින් මොන කැලිද හලා ගන්නේ/ඉවත් කර ගන්නේ. තිරස්ව ඇඳ ඇති ප්‍රතිරෝධ සියල්ලම ඉවත් කළ හැක. ඉහළින්ම ඇති කොටුවක් සලකා බලන්න.



AB හරහා ප්‍රතිරෝධයක් සම්බන්ධ කොට නැත. එමනිසා A ලක්ෂ්‍යයට ධාරාවක් පැමිණ විට A සිට පහළට හා B සිට පහළට ගලන ධාරා සමාන විය යුතු ය. ඇත්තටම A සහ B යනු ලක්ෂ්‍ය දෙකක් නොව එකකි. A හා B ලක්ෂ්‍යවල විභව සමානය. තව ද $V_{AC} = V_{BD} = iR$. එමනිසා $V_C = V_D$

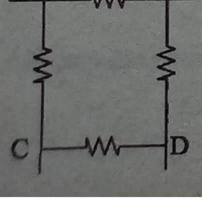
එබැවින් C හා D හරහා ධාරාවක් ගලන්නේ නැත. මේ තර්කය දිගටම පහළට වලංගු ය. අනෙක් අතුවලට ද මේ තර්කය වලංගු ය. එමනිසා මේ පරිපථ ජාලයේ සියලුම තිරස් අතට ඇති ප්‍රතිරෝධ ඉවත්කළ හැක. ඒ කිසිම ප්‍රතිරෝධයක් තුළින් ධාරා ගලන්නේ නැත. එමනිසා ඇඳ ඇති ප්‍රතිරෝධ ජාලය පහත පෙන්වා ඇති ජාලයට ලඝු කළ හැක.



දැන් ඉතින් උත්තරය අතේය. R, 6 ක් ශ්‍රේණිගතය. ඒවාහි සමක ප්‍රතිරෝධය $6R$ වේ. $6R$ ඒවා 6 ක් සමාන්තරගතය. එනම් මුළු සමක ප්‍රතිරෝධය R වේ. මේවා මනෝමයෙන් කළ යුතු ය. හරියටම සිරස් අතු 6 ක් දී ඇත්තේ අන්තිමට R ලැබෙන්නට ය.

$$i = \frac{10}{R} = \frac{10}{50} = 0.2\ \mathrm{A}$$

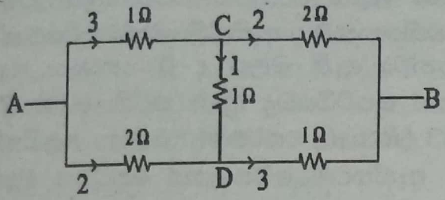
AB හරහා හෝ උඩට සහ/හෝ පහළට R ප්‍රතිරෝධ සම්බන්ධ කොට තිබුනේ නම් මෙහෙම මේ වැඩේ කරන්නට බැරිය.



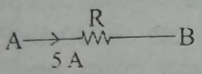
මෙසේ වූයේ නම් A හා B ලක්ෂ්‍යවල විභව සමාන නොවේ. AC හා BD හරහා ගලන ධාරාද එකම නොවේ. මෙසේ වූයේ නම් ගැටලුව සංකීර්ණ වේ. එවිට මෙම ගැටලුව MCQ එකක් නොවේ. මෙවැනි ලොකු ජාල දුන් විට කෙසේ හෝ සමමිතියක් සොයා ගත යුතු ය. මෙම ජාලයේ සිරස් ප්‍රතිරෝධ හැලීමට බැරිය. එවිට ජාලය කඩා වැටේ. හලනවානම් හලන්න පුළුවන් වන්නේ තිරස් ප්‍රතිරෝධ පමණි.

(47) ඉතාම සරලය. ධාරාවන් දී ඇති නිසා සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රතිරෝධ ජාලයක සමක ප්‍රතිරෝධ සොයන ක්‍රම මෙයට නොයොදන්න. ශ්‍රේණිගත හෝ සමාන්තරගත සැකැස්මක් මෙහි සොයා ගත නොහැක. මොන විදියට බැලුවත් එහෙම තත්ත්වයක් උද්‍ද කරගත නොහැක. මෙය වී'ස්ටන් සේතු පරිපථයක්ද නොවේ. $\frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4}$

ඇරත් මෙය වී'ස්ටන් සේතු පරිපථයක් නම් (47) ප්‍රශ්නයට දෙන්නේ නැත. මෙය විසඳිය හැක්කේ අතුවල ගලන ධාරාවන් සැලකීමෙනි.



වම් පැත්තේ උඩ ඇති 1 Ω හරහා 3 A ධාරාවක් ගලයි නම් දකුණු පැත්තේ යට ඇති 1 Ω හරහා ද එම 3 A ධාරාව ගැලිය යුතු ය. එලෙසම වම් පැත්තේ යට ඇති 2 Ω හරහා 2 A ගලන නිසා දකුණු පැත්තේ උඩ ඇති 2 Ω හරහාද 2 A ධාරාවක් ගැලිය යුතු ය. එසේ නම් මැද ඇති 1 Ω හරහා ගලන්නේ 1 A කි.

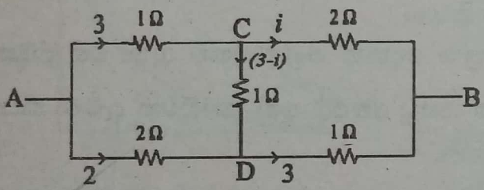


දූත් සමක ප්‍රතිරෝධය R නම් සම්පූර්ණ 5 A ධාරාව R හරහා ගැලිය යුතු ය.

$$V_{AB} = 5R = V_{AC} + V_{CB} = 3\times1 + 2\times2 = 7 \quad \therefore R = \frac{7}{5}\,\Omega$$

විස්තර කිරීම සඳහා මෙය දිගට ලිව්වද ක්‍රමය හඳුනා ගත්තේ නම් මනෝමයෙන් කළ හැක. $A\rightarrow C\rightarrow B$ හරහා හෝ $A\rightarrow D\rightarrow B$ හරහා ඇස රගෙන යන්න. යන ගමන් එකතු කර ගෙන යන්න. $3 + 4 = 7$ යි. පරිපථය හරහා ගලන මුළු ධාරාව 5 A කි. එමනිසා සමක ප්‍රතිරෝධයේ හරය 5 ලෙස තිබිය යුතුය. 5 හරය ලෙස ඇත්තේ එකම එක උත්තරයක පමණි. ඇත්තටම මැද හරහට ඇති 1 Ω හරහා ගලන ධාරාව සෙවිය යුතු නැත. එසේ අවශ්‍ය වන්නේ

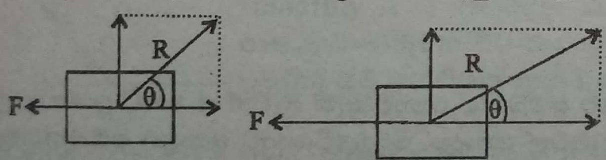
$V_{AB} = V_{AC} + V_{CD} + V_{DB}$ ලෙස සැලකුවොත් ය. එහෙම සැලකුවත් $3\times1 + 1\times1 + 3\times1 = 7$ ලැබේ. දිගට හදනවා නම්,



ACDA පරිපථය සැලකීමෙන් $3\times1 + (3 - i)1 - 2\times2 = 0$

$6 - i - 4 = 0$ ඒත් $i = 2$ A ලැබේ.

(48) මේසය මත පෙට්ටිය තබා ඇති විට ($F = 0$ නම්) මේසයෙන් පෙට්ටිය මත ක්‍රියා කරන්නේ අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාව පමණි. F බලය යෙදීමට පටන් ගන්නා විට ඝර්ෂණ බලයද ක්‍රියාත්මක වෙයි. F ක්‍රමයෙන් වැඩිවන විට ඝර්ෂණ බලය ද ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ. නමුත් අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව වෙනස් වන්නේ නැත. ඝර්ෂණ බලය ක්‍රමයෙන් වැඩිවන නිසා අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවේ සහ ඝර්ෂණ බලයේ සම්ප්‍රයුක්තය මේසය පැත්තට වඩාත් ආනත වේ. එමනිසා F වැඩිවන විට θ ක්‍රමයෙන් අඩු විය යුතු ය.



නමුත් අප දන්නා පරිදි ස්ථිතික ඝර්ෂණ බලයේ උපරිම සීමාවක් ඇත. (සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලය) එම සීමාවට පැමිණි පසුවත් F වැඩි කළොත් ඝර්ෂණ බලය මඳකින් අඩුවේ. (ගතික ඝර්ෂණ බලය) එබැවින් ක්‍රමයෙන් අඩුවූ θ හි අගය මඳ වශයෙන් වැඩිවිය යුතුය. ඊට පසු F හි අගය කුමක් වුවත් ඝර්ෂණ බලය වෙනස් නොවේ. නියතයක්ව පවතී. එසේනම් θ හි අගයද නොවෙනස්ව පැවතිය යුතු ය.

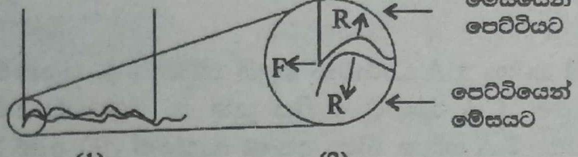
මේ කරුණු විදහා දක්වන්නේ (1) හා (2) ප්‍රස්තාරවලය. (3) නිකම්ම ඉවත්වේ. F වැඩිවන විට θ වැඩිවිය නොහැක. (4) හා (5) හි සීමාකාරී ඝර්ෂණ බලයේ සිට ගතික ඝර්ෂණ බලයට මාරුවීමේදී සිදුවන θ හි සුළු වෙනස දක්වා නැත.

θ අඩු වන්නේ සරල රේඛීයව ද ? නැතිනම් වක්‍රාකාරයෙන් ද ? සරල රේඛීය විචලනයක් තිබීමට නම් F, θ ට සමානුපාතික විය යුතු ය. එසේ විය නොහැකි බව සරල දැනුමෙන් සාක්ෂාත් කර ගත හැක. F, θ සමඟ යම් ත්‍රිකෝණමිතික සම්බන්ධතාවක් තිබිය යුතු බව ඔබට වැටහිය යුතු ය. එමනිසා නිවැරදි වරණය වන්නේ (1) නොව (2) ය. සමීකරණ ලියාද බැලිය හැක.

$F = R\cos\theta \qquad R\sin\theta = mg \quad \therefore\ F = mg\cot\theta \qquad F \propto \cot\theta$ වය.

එබැවින් F, θ සමඟ විචලනය සරල රේඛීය නොවේ. $F = 0$ නම් $\theta = 90$ වේ. ($\cot 90^o = 0$). cot වක්‍ර ගැන සිතිය යුතු නැත. සැලකිය යුත්තේ විචලනය රේඛීයද නැතිනම් වක්‍රාකාරද යන්න පමණි.

බොහෝ විට අප තුළ ඝර්ෂණ බලය පිළිබඳ වැරදි මත පවතී. පෙට්ටියේ මේසය මත ස්පර්ශවන පෘෂ්ඨය හා මේසය මතුපිට අන්වීක්ෂීය ලෙස බැලුවොත් ඒවාහි කඩතොළු, වලගොඩැලි ඇත. පහත (1) රූපය බලන්න.

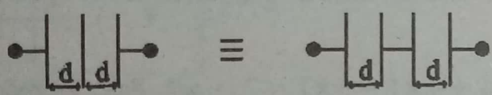


(1) (2)

(2) රූපයෙන් එවැනි එකිනෙකට ගැටෙන පුංචි කන්දක් හා සානුවක් විශාලකර පෙන්වා ඇත. පෙට්ටිය වමට අදින විට මෙම කඳු හා සානු එකිනෙකට ඇතිල්ලීමෙන්/තදවීමෙන් පෙට්ටියෙන් මේසයට පෙන්වා ඇති බලය ද ඊට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ බලය මේසයෙන් පෙට්ටියටද ක්‍රියා කරයි. මෙම R බලයේ තිරස් සංරචකය ($R\cos\theta$) ඝර්ෂණ බලය ලෙසින් හඳුන්වමු. සිරස් සංරචකය ($R\sin\theta$) අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව ලෙස හඳුන්වමු. ඇත්තටම මේසයෙන් පෙට්ටිය මත අභිලම්බ ප්‍රතික්‍රියාව හා ඝර්ෂණ බලය ලෙසින් බල දෙකක් කියා නොකරයි. ක්‍රියා කරන්නේ එක් බලයකි. එය R වේ. අපි ඒවා සංරචක කරමු. F වැඩි කරන් යන විට වැඩියෙන් කඳු සානු එකට තදවේ. නමුත් යම් අවස්ථාවකදී මේ බන්ධන හා ගැලීම් කඩා බිඳ දමා පෙට්ටිය ඉස්සරට තල්ලු වේ. බන්ධන කඩා ගත්තට පසුව ගමන පෙරට වඩා පහසුවේ. මේ ලෝකෙ හැටිය.

(49) බොහෝ අය කථා කළ ප්‍රශ්නයකි. මෙයට නොයෙක් මතවාද ඇතිවිය. තවමත් මේවා පවතී. මෙයට උත්තරය ලබා ගැනීමට නම් රූපය ප්‍රතිනිර්මාණය කළ යුතු ය.

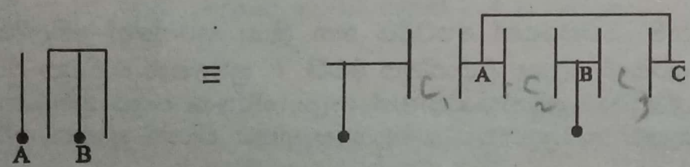
පහත තහඩු සැකැස්ම සලකා බලන්න.



(1) (2)

මෙහි (1) සහ (2) රූප සෑම අතින්ම සමකය. මැද ඇති තහඩුව සිරස් අතට දෙකට පැලුවා වගේය. මැද තහඩුව පලා ධාරිත්‍රක දෙකක් හැටියට සැලකුවත් (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති සැකැස්ම සැලකුවත් දෙකේම සමක ධාරිතාවය එකමය.

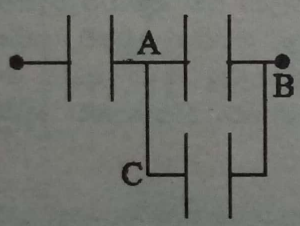
(1) සැකැස්මේ ධාරිතාව $= \frac{\varepsilon_0 A}{2d}$. (2) සැකැස්මේ, ධාරිතාව $\frac{\varepsilon_0 A}{d}$ වන ධාරිත්‍රක දෙකක් ශ්‍රේණිගතව ඇත. එහි සමක ධාරිතාවද $\frac{\varepsilon_0 A}{2d}$ ය. වෙන විදියකට සිතුවොත් සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයක තහඩු අතරට තුනී තහඩුවක් දැම්මා කියා ධාරිතාව වෙනස් නොවේ. දැන් ප්‍රශ්නයේ දී ඇති සැකැස්මටද මේ දේ කරන්න.



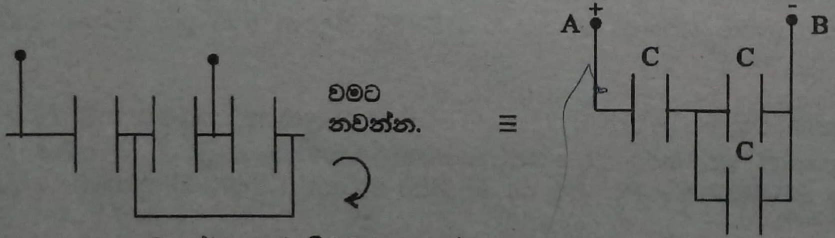
(1) (2)

(1) සහ (2) සැකැස්මවල් සමක නැද්ද? (1) රූපයේ ඇති දෙවන හා තෙවන තහඩු දික් අතට පලා පලන ලද තහඩු ඇත් කොට ඇත.

දැන් (2) සැකැස්ම මේ ලෙස අඳින්න බැරිද?



දෙවන හා හතරවන තහඩු එකිනෙකට සම්බන්ධ කොට ඇති බැවින් A හා C ලක්ෂ්‍යවල විභව සමානය. B ලක්ෂ්‍යය කොහොමටත් පොදුය. වෝල්ටීයතාව යොදන සම්බන්ධතා උඩින් ඇඳ සම්බන්ධක කම්බිය පහත පෙන්වා ඇති පරිදි යටින් ඇන්දේ නම් ධාරිත්‍රක දෙකක් සමාන්තරගත බවත් ඉතිරි ධාරිත්‍රකය ඊට ශ්‍රේණිගත බවක් ඔබට මනාව වැටහේවි.

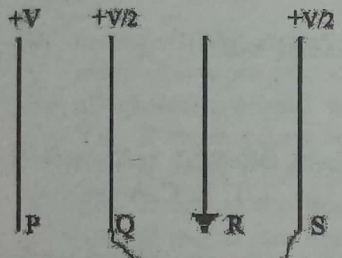


C හා C සමාන්තරගතයේ සමකය $2C$ ය. $2C$ හා C ශ්‍රේණිගත වූ විට $\frac{2}{3}C$ ය. $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

$2C$ හා C ශ්‍රේණිගතයේ සමකය C ට වඩා අඩු විය යුතුය. එමනිසා එය $\frac{3}{2}C$ විය නොහැක. මේ තර්ක සෑම විටම යොදන්න.

තහඩු පලා ඇද්ද විට මෙය විසඳීම පහසු බව පිළිගනිමි. ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇඳ තිබෙන අයුරින් ශ්‍රේණිගත වන්නේ කුමක්ද සමාන්තරගතවන්නේ කුමක්ද කියා තීරණය කල නොහැක. ඉතින් මොනව කරන්නද? ඉහත කළ වැඩේ ගැන කාටවත් දොසක් කියන්නට බැරිය. එය නිවැරදිය. භෞතික විද්‍යා **MCQ** ප්‍රශ්න පත්‍රයත් අපගේ ජීවිත වැනිය. කෙලින්ම පෙනෙන දේ ඇත. නොපෙනෙන දේද ඇත. ඉවත් කරන්න ඕන ඒවා ඇත. එකතු කර ගන්න ඕන ඒවා ඇත. ප්‍රංචි කට්ටකම් ඇත. සම්යක්ප්‍රයෝග ඇත. අදින්න ඕන ඒවත් ඇත. තද කරන්න ඕන ඒවත් ඇත.

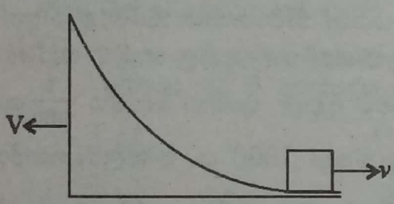
A හා B හරහා වෝල්ටීයතාවයක් යෙදූ විට පිටතින් ඇති හතරවන තහඩුවේ ආරෝපණ පැවතිය නොහැකි යැයි බොහෝ දෙනා තර්ක කරති. හතරවන තහඩුව ඒකලිත තහඩුවක් නොවේ. එය දෙවන තහඩුවට සම්බන්ධ කොට ඇත. දෙවන සහ හතරවන තහඩුවේ සම්බන්ධය නොතිබුනා නම් ඉහත තර්කය නිවැරදිය. එවිට හතරවන තහඩුවේ ආරෝපණ පැවතීමට ඉඩක් නැත. නමුත් මෙහිදී එම තහඩු සම්බන්ධ කොට ඇති නිසා හතරවන තහඩුවටද ආරෝපණ කාන්දු වේ. එම තහඩුවේ විභවයක්ද ඇත.



R තහඩුව භූගත කොට P තහඩුවට $+V$ විභවයක් යොදා ඇතැයි සිතන්න.

Q පිහිටා ඇත්තේ P සහ R අතර හරි මැද නිසා Q තහඩුවේ විභවය $+V/2$ වේ. Q සහ S තහඩු සම්බන්ධ කොට ඇති නිසා S තහඩුවේ විභවයද $V/2$ වේ. මෙහෙම බැලුවත් QR සහ RS එකිනෙකට සමාන්තර බවට ඉඟියක් ලැබේ. **මේ අයුරින් සිතුවේ නම් ඉතාම පහසුවෙන් උත්තරය ලබා ගත හැක.**

(50) මේ සඳහා ශක්ති සංස්ථිතිය මෙන්ම රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිතියද යෙදිය යුතුය. B පහලට රූරා එනවිට A පසුපසට වාංගු වේ. A හා තිරස් පෘෂ්ඨය අතර ඝර්ෂණයක් නැත. B, A ගෙන් ඉවත් වෙන විට එහි වේගය v ද එවිට A ගේ වේගය V ලෙසද ගනිමු.

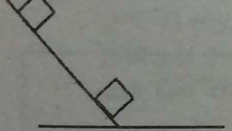


ගම්‍යතා සංස්ථිතියෙන්, $2MV = Mv \rightarrow v = 2V$

ශක්ති සංස්ථිතියෙන්, $Mgh = \frac{1}{2}2MV^2 + \frac{1}{2}Mv^2$

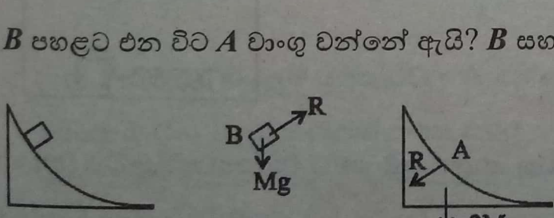
දෙදෙනාටම චාලක ශක්තිය දුන්නේ මුලින් B ගේ ගබඩාවේ තිබූ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තියෙනි. වෙන ශක්තියක් සපයන්න කවුරුත් නැත. v සඳහා දෙවන සමීකරණයේ ආදේශ කරන්න. $gh = V^2 + \frac{1}{2}4V^2 = 3V^2; \quad V = \sqrt{\frac{gh}{3}}$

වරදින්නේ $Mgh = \frac{1}{2}Mv^2$ ලිව්වොත්ය. මෙය සත්‍ය වන්නේ A අචලව පැවතුනොත්ය.



ආනත තලය වක්‍රව ඇද ඇත්තේ B, A ගෙන් ඉවත් වන විට හැලහැප්පීමකින් තොරව **smoothly A** ට නොරිද්දා යන්නටය. ආනත තලය මේ ආකාරයෙන් ඇන්දහොත් B තිරස් පෘෂ්ඨයට මාරුවන විට එය හෙමින් සීරුවේ සිදු නොවේ.තිරස් පෘෂ්ඨය හා හැප්පීමක් සිදුවේ. එමගින් යම් ශක්තියක් හානි විය හැක.

B පහළට එන විට A වාංගු වන්නේ ඇයි? B සහ A මත ක්‍රියා කරන බල සලකා බලමු.



A පසුපසට යන්නේ එය මත ක්‍රියා කරන R හි තිරස් සංරචකය නිසාය. B පතුලට එන විට A හි වේගය අසන්නේ එවිට හරියටම v හා V හි දිශා ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට ක්‍රියා කරන බැවිනි. කොහොමටත් V වම් අතට තිරසට ක්‍රියා කරයි. නමුත් v හරියටම තිරස් වන්නේ B, A ගෙන් ඉවත්වන මොහොතේය. මෙම අවස්ථාවේදී v හෙව්වොත් එය $v = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$ වේ.

A අචලව පැවතුනොත් $v = \sqrt{2gh}$ වන බව අපි දනිමු. A චලනය වන නිසා ලැබෙන $v, \sqrt{2gh}$ ට වඩා අඩු විය යුතුය. ඒ ඇයි? විභව ශක්තියෙන් කොටසක් A හි චලිතය සඳහා වැය වූ බැවිනි.

ව්‍යුහගත රචනා

1. ආකිමිඩීස් මූලධර්මය භාවිත කොට දී ඇති තෙල් වර්ගයක ඝනත්වය පරීක්ෂණාත්මකව නිර්ණය කිරීමට ඔබට නියමව ඇත. පරීක්ෂණය සිදු කිරීම සඳහා රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි තෙල් අඩංගු තුනී බිත්තියක් සහිත වීදුරු පරීක්ෂා නළයකින් සහ ජලය සහිත පාරදෘශ්‍ය වීදුරු බඳුනකින් සමන්විත ඇටවුමක් සපයා ඇත. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි පරීක්ෂා නළය ජලයේ සිරස් ව ඉපිලේ. P හි දී නළයේ බිත්තිය වටා වර්ණවත් වළල්ලක් පැහැදිලි ලෙස සළකුණු කර ඇති අතර උස මැනීම සඳහා එය යොමුවක් ලෙසට භාවිත කළ හැක. පහත සංකේත ඇටවුමට අදාළ විවිධ පරාමිති සඳහා පවරා ඇති අතර එම සංකේත ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීම සඳහා භාවිත කරන්න.

A - වළල්ලට ඉහළින් නළයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය

V - වළල්ලට පහළින් නළයේ පරිමාව

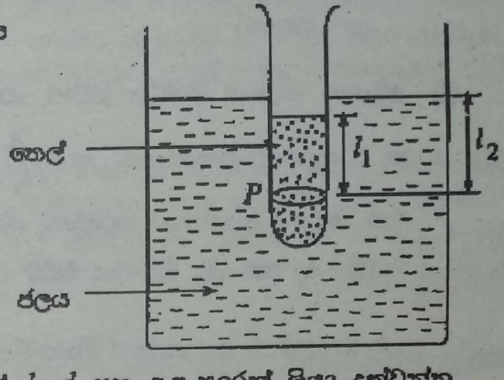
l_1 - වළල්ලට ඉහළින් ඇති තෙල් කඳේ උස

l_2 - වළල්ලට ඉහළින් ඇති ජල කඳේ උස

M - හිස් පරීක්ෂා නළයේ ස්කන්ධය

d - තෙලෙහි ඝනත්වය

d_w - ජලයේ ඝනත්වය (දී ඇත.)



(a) නළය තුළ ඇති තෙල්වල බර සඳහා ප්‍රකාශනයක් V, A, l_1, d සහ g ඇසුරෙන් ලියා දක්වන්න.

$$(V + Al_1)dg$$

(b) තෙල් සමග නළයේ මුළු බර W සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියා දක්වන්න.

$$W = Mg + (V + Al_1)dg$$

(c) නළය මත ක්‍රියා කරන උඩුකුරු තෙරපුම U සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියා දක්වන්න.

$$U = (V + Al_2)d_w g$$

(d) (i) W සහ U අතර පවතින සම්බන්ධතාව කුමක් ද?

$$W = U$$

(ii) $l_2 = ml_1 + c$ ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් ලබා ගැනීම සඳහා ඉහත (d) (i) හි ඔබ දුන් සම්බන්ධතාවයේ W සහ U හි ඇති පරාමිති සකසන්න.

$$Mg + (V + Al_1)dg = (V + Al_2)d_w g \quad ; \quad M + Vd + Al_1 d = Vd_w + Al_2 d_w$$

$$l_2 = \frac{d}{d_w} l_1 + \frac{M + Vd - Vd_w}{Ad_w}$$

(iii) ඉහත (d) (ii) හි ලබා ගත් සම්බන්ධතාව භාවිත කර සුදුසු ප්‍රස්තාරයක් ඇඳිවිට එම ප්‍රස්තාරය මගින් තෙලෙහි ඝනත්වය d ඔබ නිර්ණය කරන්නේ කෙසේ ද?

(ප්‍රස්තාරයේ) අනුක්‍රමණය d_w මගින් ගුණ කිරීම හෝ අනුක්‍රමණය ජලයේ ඝනත්වයෙන් ගුණ කිරීම හෝ $d =$ (අනුක්‍රමණය)$\times d_w$; (අනුක්‍රමණය පමණක් ලිවීමට ලකුණු නැත)

(e) ඔබගේ පරිහරණය සඳහා පහත මිනුම් උපකරණ දී ඇත.

මීටර භාගයේ කෝදුවක්, වර්නියර් කැලිපරයක් සහ චල අන්වීක්ෂයක්

(i) දී ඇති උපකරණ අතුරෙන් l_1 සහ l_2 මැනීමට වඩාත් ම සුදුසු උපකරණය කුමක් ද? පරීක්ෂා නළයේ පිහිටුම වෙනස් කිරීමට ඔබට අවකාශ නැත.

චල අන්වීක්ෂය

(ii) ඔබ e (i) යටතේ සඳහන් කළ උපකරණය භාවිත කර l_1 සහ l_2 මැනීමට අදාළ පාඨාංක ලබා ගන්නේ කෙසේ ද?

චල අන්වීක්ෂයේ තිරස් හරස් කම්බිය වළල්ලට/P ලක්ෂ්‍යයට නාභිගතකර (පාඨාංකය ලබාගන්න) ඉන්පසු චල අන්වීක්ෂයේ තිරස් හරස් කම්බිය ජලය සහ තෙල් මාවකවලට / පෘෂ්ඨවලට/ මට්ටම්වලට නාභිගත කර (අනුරූප පාඨක ලබාගන්න.) {පිළිතුරු දෙකම සඳහා}

(f) පරීක්ෂා නළයේ බිත්තිය සිහින් වෙනුවට ඝනකම් වූයේ නම් ඔබ (d) (ii) හි ලබා ගත් ප්‍රකාශනයෙහි m ට අනුරූප ප්‍රකාශනය, $m = \frac{A_i d}{A_e d_w}$ ලෙස ලැබේ. මෙහි A_i හා A_e යනු පිළිවෙළින් වළල්ලට ඉහළින් වන නළයේ අභ්‍යන්තර හරස්කඩ වර්ගඵලය සහ බාහිර හරස්කඩ වර්ගඵලය යි.

(i) A_i සහ A_e නිර්ණය කිරීම සඳහා ඔබ ලබා ගත යුතු මිනුම් කවරේ ද?

A_i :(නළයේ) අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය (x_i) ; A_e :(නළයේ) බාහිර විෂ්කම්භය (x_e)

{පිළිතුරු දෙකම සඳහා}

(ii) x_i සහ x_e මිනුම් ලබා ගැනීමට ඉහත (e) හි දී ඇති මිනුම් උපකරණ අතුරෙන් තෝරා ගත් සුදුසු උපකරණය ඔබ භාවිත කරන්නේ කෙසේ ද?

x_i :(වර්නියර් කැලිපරයේ) අභ්‍යන්තර/ඇතුළත හනු (භාවිතයෙන්) ; x_e :(වර්නියර් කැලිපරයේ) පිටත/බාහිර හනු (භාවිතයෙන්) {පිළිතුරු දෙකම සඳහා}

<u>ප්‍රශ්නයේ විවරණය</u>

මෙවර ප්‍රශ්න හතරෙන් තුනක්ම ඔබට හුරු පුරුදු ප්‍රශ්න වේ. දෙවන ප්‍රශ්නය පමණක් ඔබට අළුත්ය. දණ්ඩක ප්‍රසාරණය සෙවීම (ගෝලමානය ඇසුරෙන්) පරීක්ෂණ ලැයිස්තුවේ නැත. දී ඇති එම ඇටවුමද ඔබට අළුත් ය. එමනිසා එහි සියලු දේ විස්තර කළ යුතුය. බොහෝ අය එම ප්‍රශ්නය දිගයි කියා විවේචනය කොට තිබුණි.

(1) මෙම ප්‍රශ්නය ආකිමිඩීස් මූලධර්මය ඇසුරෙන් ගොඩනැගුනු පරීක්ෂණයකි. පළමු කොටස් ඉතා සරලය.

(a) තෙල්වල බර V, A, l_1, d සහ g ඇසුරින් ලියා දක්වන ලෙස සඳහන් කොට ඇත්තේ ඔබව හරි පාරේ දමන්න වෙන්නැති. නළයේ පහළ කොටසේ (Vපරිමාවේ) ත් තෙල් ඇති බව ඔබට ඒත්තු යා යුතු ය. සමහරවිට නිකම්ම ප්‍රකාශනයක් ලියන්න කියා කිව්වා නම් V අමතක වෙන්නට ඉඩ තිබේ. මේකවත් ලියා ගන්න බැරි ළමයි සිටිති. මොනව කරන්න ද ? දූන් සමහර දරුවෝ **Science** අමාරුයි කියා තාක්ෂණ විෂය ධාරාවට යති. තාක්ෂණය සඳහා විද්‍යාවේ ද භෞතික විද්‍යාව ඇත. ඊට අමතරව එහි ගණිතයද ඇත. අපගේ භෞතික විද්‍යා විෂයයේ ඇති සරල ගණිතය කර ගන්න බැරි දරුවන් තාක්ෂණය සඳහා විද්‍යාවේ ඇති ගණිතය කොහොම කොරයිද මන්ද?

සමහර දරුවන් බර වෙනුවට ස්කන්ධය පමණක් ලියා තිබුණි.

(b) **(a)** හි උත්තරයට Mg එකතු කළා නම් ඇති ය.

(c) උඩුකුරු තෙරපුම සමාන වන්නේ විස්ථාපනය වන ජල පරිමාවේ බරට ය. **(a)** හි ප්‍රකාශනයේ ඇති l_1 වෙනුවට l_2 ද, d වෙනුවට d_w ද ලිවිය යුතු ය.

(d) **(i)** ඔබව ටිකෙන් ටික හිමින් සැරේ අවශ්‍ය ප්‍රකාශනය කරා රැගෙන යයි.

(ii) බොහෝ දරුවන්ගේ ගණිතය අන්තිම දුර්වලය. l_2 උක්ත කර ගන්නට බැරිය. අවශ්‍ය ආකාරය පවා ප්‍රශ්නයේ දී ඇත.

(iii) සෑහෙන දරුවන් කොටසක් ලියා තිබුනේ අනුක්‍රමණය පමණය. එයට ලකුණු නැත. මෙම ලකුණ නැති කර ගන්නේ නොදන්නාකම නිසා නොවේ. හරියට ප්‍රශ්නය තේරුම් නොගත්කම නිසාය. d සොයන්නේ ප්‍රස්තාරයේ කුමන දෙයින්ද කියා ඇසුවේ නම් අනුක්‍රමණය හරිය. නමුත් අසන්නේ d සොයන්නේ කෙසේද කියා ය. එවිට සොයන හැටි සඳහන් කළ යුතු ය.

(e) (i) විශාල ප්‍රතිශතයක් චල අන්වීක්ෂය සඳහන් කොට තිබුනි. ටික දෙනෙක් පමණක් මීටර භාගයේ කෝදුව ලියා තිබුනි. පරීක්ෂා නළය ඇදගෙන ගොස් බඳුනේ බිත්තියට හේත්තු කර ගත්තොත් නම් බඳුනේ බිත්තියේ දිගේ මීටර කෝදුව තබා l_1 හා l_2 මැනිය හැක. පරීක්ෂා නළයේ පිහිටුම වෙනස් කිරීමට ඔබට අවකාශ නැත කියා සඳහන් කර ඇත්තේ එබැවිනි.

පරීක්ෂා නළය දී ඇති පිහිටුමේම තබා උසවල් නිවැරදිව මැනීමට නම් කෝදුව ජලයේ ගිල්විය යුතු ය. එවිට එය මගින් යම් ජල පරිමාවක් විස්ථාපනය වන නිසා l_2 පාඨාංකය වෙනස් වේ. බඳුනේ සිරස් බිත්තියේ මීටර භාගයේ කෝදුව තබා l_1 මැනීමට ගියොත් එම පාඨාංකයේ දෝෂ ඇතිවේ. අසමපාත දෝෂ ඇතිවේ. මීටර කෝදුව ඇත්තේ ඈතින් නිසා හරියටම තෙල් මට්ටම නිශ්චය කර ගැනීම අසීරුය. එමනිසා වඩාත් උචිත උපකරණය වන්නේ චල අන්වීක්ෂයය.

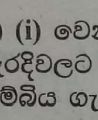
(ii) (i) සඳහා චල අන්වීක්ෂය තෝරා ගත්තත් (ii) සඳහා ලකුණු ලබා ගත්තේ ඉතාමත් අතලොස්සකි. තිරස් හරස් කම්බිය ගැන සඳහන් කොට නොතිබුණි. ලියා තිබුනේ චල අන්වීක්ෂය නාභිගත කරන්න කියා පමණි. නාභිගත කරන්නේ මොකක් මතට ද යන ප්‍රශ්නය මෙහිදී ඇතිවේ. ඔබ චල අන්වීක්ෂය භාවිත කොට මිනුම් ලබා ගෙන තිබුනේ නම් තිරස් හරස් කම්බිය ගැන ඔබ දන්නේ ය. ව්‍යුහගත රචනා ප්‍රශ්න අසන්නේ බොහෝ විට පරීක්ෂණ පිළිබඳ ඔබගේ ඇති කුසලතාවය මැන බැලීමටය.

සෛද්ධාන්තිකව උගෙන ගත් දරුවකුට තිකම්ම නාභිගත කරන්න යන්න ලිවිය හැක. හරස් කම්බිය ගැන ලියන්නේ චල අන්වීක්ෂයෙන් මිනුමක් ගත් ළමයෙක් ය. තිරස් හරස් කම්බියට නාභිගත නොකොට පාඨාංකද ලබා ගත නොහැක. චල අන්වීක්ෂය තුළ ඇති යොමු සලකුණු මේ හරස් කම්බිය. නැතුව මොකකට කොතැනකට නාභිගත කරන්න ද ? වර්ණවත් වළල්ල හෝ ද්‍රව මාවක වෙතට තිරස් හරස් කම්බිය නොමැතිව චල අන්වීක්ෂය නාභිගත කළ හැක. එනම් එම සලකුණ හෝ මාවකය හොඳින්ම පෙනෙන පරිදි චල අන්වීක්ෂය සීරුමාරු කළ හැක. නමුත් මනින තැන තිරස් හරස් කම්බිය මතට ගත්තේ නැතිනම් අදාළ පාඨාංකය ගන්නේ කෙසේ ද ?

(f) (i) වෙන උත්තර නැත. විෂ්කම්භ වෙනුවට අරයයන් සඳහන් කළ ළමයින් නොසිටියාද නොවේ. මේ වගේ වැරදිවලට නම් සමාව දිය නොහැක. කම්බියක විෂ්කම්භය මැනීම වැනි මිනුම් කොතෙකුත් අසා ඇත. හරස් කම්බිය ගැන සඳහන් නොකිරීමට නම් සමාව දිය හැක.

(ii) මේ සඳහාත් වෙනත් විකල්ප උත්තර නැත. සමහර දරුවන් මෙයටත් චල අන්වීක්ෂය ලියා තිබුණි. එය වැරදිය. ප්‍රශ්නය අසන විදියෙන්ම අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය මැනීම සඳහා ව'ර්නියර් කැලිපරයේ අභ්‍යන්තර හනුද බාහිර විෂ්කම්භය මැනීම සඳහා ව'ර්නියර් කැලිපරයේ බාහිර හනුද භාවිත කළ යුතු බව ඉවෙන් මෙන් දැන ගත හැක. නැතිනම් දෙපාරක් අසන්නේ නැත. x_i මැනීමට .... හා x_e මැනීමට කියා.

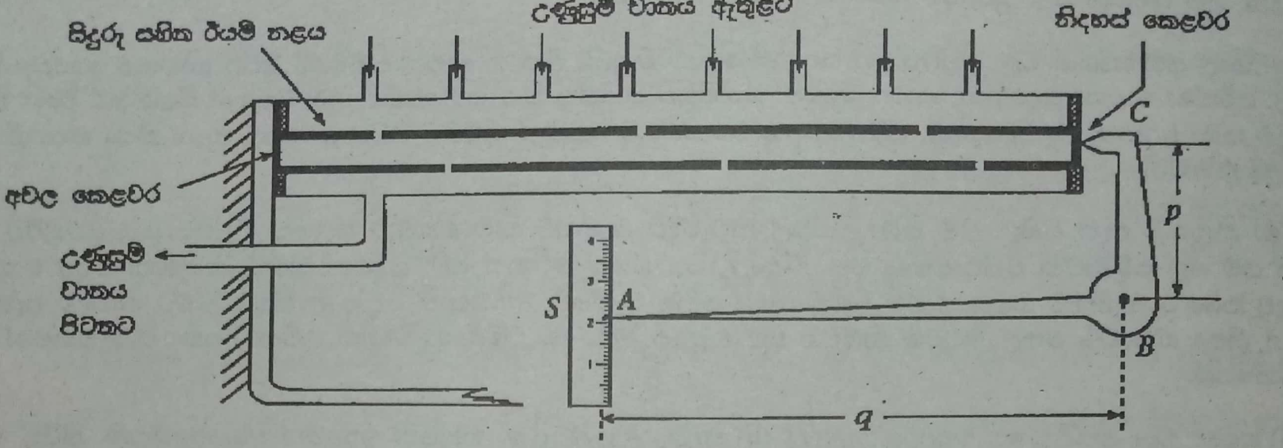
චල අන්වීක්ෂය භාවිත කොට x_i හා x_e මැනිය නොහැකි ද? පරීක්ෂා නළයේ ඉහළ කෙළවර දිහැ බලන්න. එහි හැඩය පහත පෙන්වා ඇති පරිදි වේ.



මේ ඉහළ ඇති නැම්ම නිසා හා මුඳුන සමීපයේ ඇති මඳ කවාකාර ගතිය නිසා චල අන්වීක්ෂයේ තිරස් කම්බි නාභිගත කිරීමට අසීරුය. අවශ්‍ය බාහිර විෂ්කම්භය මැනීමට කොහොමටත් බැරිය. උඩ කොක්ක නිසා.

එමනිසා අඬුව තියෙද්දී අත පුච්චා ගන්නේ ඇයි? අභ්‍යන්තර හා බාහිර විෂ්කම්භ මැනීමට ජගතෙක් අපට සිටී.

2. දෙකෙළවර වසන ලද සිදුරු සහිත තුනී ඊයම් නළයක් භාවිතයෙන් ඊයම් හි රේඛීය ප්‍රසාරණතාව සෙවීමට පරීක්ෂණයක් සැලසුම් කොට ඇත. විවිධ උෂ්ණත්වවල පවතින උණුසුම් වාතය පොම්ප කිරීම මගින් නළයේ උෂ්ණත්වය පියවරෙන් පියවරට නංවනු ලැබේ. නළයේ උෂ්ණත්වය තාප විද්‍යුත් යුග්මයක් මගින් මනිනු ලැබේ. මෙම පරීක්ෂණයේ දී සුදුසු ක්‍රමවේදයක් සැලසුම් කර එය ක්‍රියාවෙහි යොදවා උෂ්ණත්වය වැඩිවීමට අනුරූපව නළයෙහි සිදුවන දිගෙහි වැඩිවීම මැනීම ශිෂ්‍යයකුගෙන් බලාපොරොත්තු වේ.



(1) රූපය

(a) කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ඊයම් නළයේ දිග l_0 ලෙස ගන්න. නළයේ උෂ්ණත්වය කාමර උෂ්ණත්වයේ සිට θ °C ප්‍රමාණයකින් වැඩි කළ විට නළයේ නව දිග l_1 වේ. ඊයම් හි රේඛීය ප්‍රසාරණතාව α සඳහා ප්‍රකාශනයක් l_0, l_1 සහ θ ඇසුරෙන් ලියන්න.

$$\alpha = \frac{(l_1 - l_0)}{l_0\theta}$$ (වෙනත් ආකාරයක ප්‍රකාශන සඳහා ලකුණු නැත)

(b) l_0 දිග මැනීම සඳහා මීටර රූලක් භාවිත කිරීමට ශිෂ්‍යයා යෝජනා කරයි. l_0 මිනුමේ ප්‍රතිශත දෝෂය 0.2% ට සමාන හෝ අඩු වීම සඳහා l_0 ට තිබිය යුතු අවම දිග කුමක් ද?

l_0 මිනුමේ ප්‍රතිශත දෝෂය 0.2% ට සමාන හෝ අඩුවීම සඳහා l_0 ට තිබිය යුතු අවම දිග (l_{min}) නම්

$\frac{1}{l_{min}} \times 100 = 0.2$; l_{min} = 500 mm = 50 cm = 0.5 (m)

හෝ

මීටර් කෝදුව 0.5 mm දක්වා මිනීමට භාවිත කළ හැකි නම්

$\frac{0.5}{l_{min}} \times 100 = 0.2$ l_{min} = 250 mm = 25 cm = 0.25 (m)

(c) මෙම පරීක්ෂණයේ දී සිදුරු සහිත තුනී නළයක් භාවිත කිරීමේ ඇති වාසි දෙකක් සඳහන් කරන්න.

තාප සමතුලිත අවස්ථාවට (හෝ සමතුලිත අවස්ථාවට/අනවරත උෂ්ණත්වයට) ඉක්මනින් ළඟාවේ/කුඩා තාප ප්‍රමාණයක් මගින් ළඟාවේ හෝ එයට කුඩා තාප ධාරිතාවක් ඇති වේ.

නළය ඒකාකාර ලෙස රත්වේ. /නළයේ අභ්‍යන්තර හා බාහිර උෂ්ණත්වය එකම අගයක් ලබා ගනී /වඩා හොඳ තාප ස්පර්ශයක් නළයේ <u>ඇතුළත</u> සහ පිටත ඇතිවීම සඳහා

ඕනෑම නිවැරදි පිළිතුරු 2 ක් සඳහා (<u>එක් කොටසකින් එකක් බැගින්</u>)

(d) නළයේ වැඩි වූ දිග, $(l_1 - l_0)$, මැනීම සඳහා ශිෂ්‍යයා ඉහත (1) රූපයේ දක්වෙන ඇටවුම සැලසුම් කර ඇත. නළයේ එක් කෙළවරක් දෘඪ ආධාරකයක් සමඟ ස්පර්ශ වේ. ABC යනු B හි දී විවර්තනිය කර ඇති ලීවර පද්ධතියකි. ලීවර පද්ධතියේ C කෙළවර රිසම් නළයේ චලනය විය හැකි කෙළවර සමඟ හොඳින් ස්පර්ශ වන අතර ABC ව්‍යුහයට, B අවට විවර්තනිය වටා භ්‍රමණය විය හැක. S පරිමාණය මිලිමීටරවලින් ක්‍රමාංකනය කර ඇත.

X_0 = කාමර උෂ්ණත්වයේ දී A දර්ශකය මගින් S පරිමාණයේ දක්වන පාඨාංකය සහ

X = රිසම් නළයේ උෂ්ණත්වය θ ප්‍රමාණයකින් ඉහළ නැංවූ විට A දර්ශකය මගින් S පරිමාණයේ දක්වන පාඨාංකය ලෙස ගන්න.

එවිට, $(l_1 - l_0)$ සහ $(X - X_0)$ අතර සම්බන්ධතාවය

$$(l_1 - l_0) = \frac{p}{q}(X - X_0) \text{ .... ①}$$

සමීකරණය මගින් දෙනු ලැබේ. මෙම සැකසුම සඳහා $p = 2$ cm සහ $q = 10$ cm වේ.

(i) මෙම සැකසුම මගින් මැනිය හැකි නළයේ වැඩි වූ දිගෙහි, $(l_1 - l_0)$ අවම අගය කුමක් ද?

$$(X - X_0) = \frac{10}{2}(l_1 - l_0) \; ;$$

$$1 = 5(l_1 - l_0)$$

∴ සැකසුම භාවිතයෙන් මැනිය හැකි $(l_1 - l_0)$ හි අවම අගය = **0.2 mm = 0.02 cm = 2 × 10^{-4} (m)**

හෝ

පරිමාණය **0.5 mm** දක්වා මිනීමට භාවිතා කල හැකි නම් $0.5 = 5(l_1 - l_0)$
∴ සැකසුම භාවිතයෙන් මැනිය හැකි $(l_1 - l_0)$ හි අවම අගය = **0.1 mm = 0.01 cm = 10^{-4} (m)**

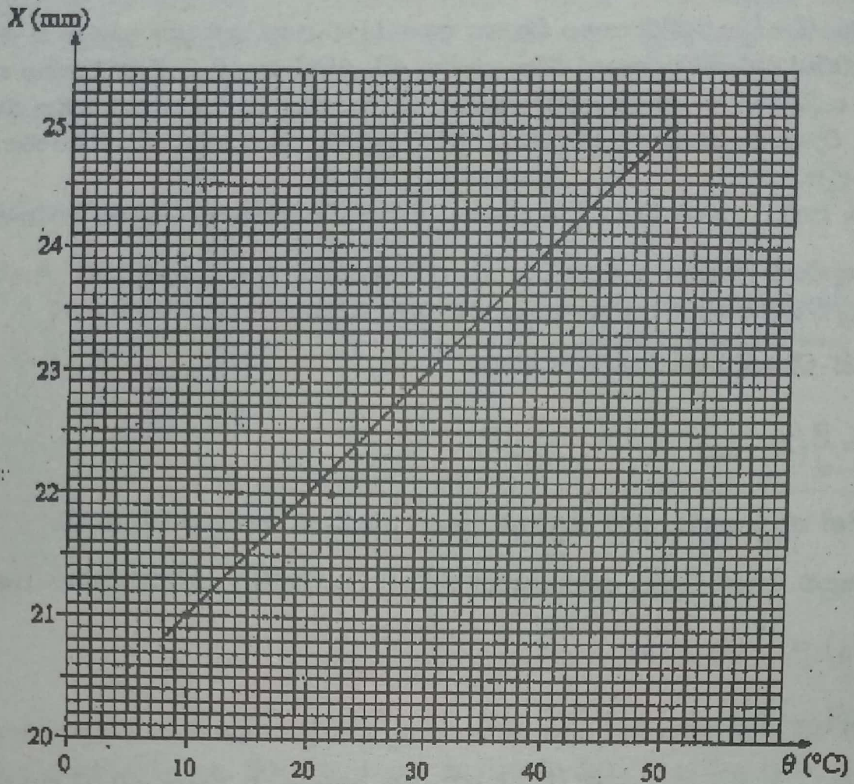
(ii) ① සමීකරණයේ $(l_1 - l_0)$ සඳහා දී ඇති ප්‍රකාශනය ඉහත (a) කොටසේ α සඳහා ඔබ ලියා දක්වා ඇති ප්‍රකාශනයේ ආදේශ කර θ සමඟ X ප්‍රස්තාරයක් ඇඳීමට සුදුසු සමීකරණයක් ලබා ගන්න.

$$\alpha = \frac{(X - X_0)}{5 l_0 \theta} \; ;$$

$$X = 5\alpha l_0 \theta + X_0$$

හෝ $X = \left(\frac{q l_0 \alpha}{p}\right)\theta + X_0$

(e) දිග $l_0 = 80.0$ cm විට ලබා ගන්නා ලද පාඨාංක ඇසුරෙන් අඳින ලද θ සමඟ X ප්‍රස්තාරයක් (2) රූපයේ දැක්වේ.



(2) රූපය

(i) ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය සොයන්න.

ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය $= 0.1$ mm °C^{-1} $= 10^{-4}$ (m °C^{-1})

(ii) එනයින් රියම් හි රේඛීය ප්‍රසාරණතාව නිර්ණය කරන්න.

$5\alpha l_0 = 10^{-4}$ හෝ [$5\alpha l_0 = 0.1$ (mm °C^{-1})]

(ප්‍රස්තාරයෙන් ලැබෙන අනුක්‍රමණය, සමීකරණයෙන් ලැබෙන අනුක්‍රමණයට සමාන කිරීමට)

$$\alpha = \frac{10^{-4}}{5 \times 80 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-5}\ °C^{-1}$$

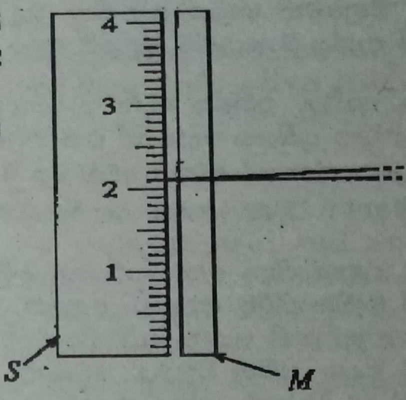
(f) ABC බාහුව සෑදීම සඳහා ඉතා අඩු තාප සන්නායකතාවයකින් යුත් ද්‍රව්‍යයක් ශිෂ්‍යයා තෝරාගෙන ඇත. ඔහුගේ තෝරා ගැනීමට ඔබ එකඟ වන්නේ ද? හේතු දක්වන්න.

එකඟ වේ /ඔව්

ABC බාහුව සඳහා අඩු තාප සන්නායකතාවක් උචිත වේ, මන්ද එවිට - **ABC** බාහුවේ ප්‍රසාරණය

ABC බාහුව සඳහා අඩු තාප සන්නායකතාවක් උචිත වේ, මන්ද එවිට - **ABC** බාහුවේ ප්‍රසාරණය කුඩාවේ/ නොසලකා හැරිය හැකිය හෝ - **ABC** බාහුවේ උෂ්ණත්වය නැගීම කුඩාවේ හෝ - **(p/q)** අනුපාතය වෙනස් අගයක් නොගනී (දී ඇති අගයෙන්) හෝ - **ABC** බාහුව උරාගන්නා තාප ප්‍රමාණය කුඩාය හෝ - රත්වූ බාහුවෙන් ප්‍රසාරණයට අමතර දායකත්වයක් නොලැබේ (පිළිතුර සහ එක් නිවැරදි හේතුවක් සඳහා)

(g) S පරිමාණයෙන් පාඨාංක ලබා ගැනීමේ දී සිදුවන දෝෂය අඩු කර ගැනීමට (3) රූපයේ දක්වෙන ආකාරයට S පරිමාණය ආසන්නයෙන් පටු තල දර්පණ පටියක් (M) සවි කිරීමට ශිෂ්‍යයා යෝජනා කරයි. මෙම විකරණය සිදු කළ පසු S පරිමාණයෙන් පාඨාංක ලබා ගැනීමේ දී අනුගමනය කළ යුතු පියවර කුමක් ද?



(3) රූපය

පරිමාණයට ඉහලින් බලා දර්ශකය එහි ප්‍රතිබිම්බයට කෙලින්ම ඉහළින් පිහිටන සේ දිස්වන තෙක් ඇස චලනය කර ඒ අවස්ථාවේ පාඨාංකය ගැනීම (සම්පාත කිරීම සඳහා ලකුණු නැත)

<u>ප්‍රශ්නයේ විවරණය</u>

පෙර සඳහන් කළ පරිදි මෙම ප්‍රශ්නය ඔබ දක නැති එකකි. එමනිසා යම් විස්තර කිරීමක් අවශ්‍යය. නමුත් අවංකව සිතුවොත් අළුතින් සිතන්නට ඇත්තේ ප්‍රශ්නයේ කොටස් දෙකකට පමණි. වැඩි හරියක් ඇත්තේ ප්‍රස්තාරයක අඩංගු කරුණුය. ලීවර මූල ධර්මයෙන් ලබා ගන්නා සම්බන්ධතාව පවා දී ඇත. ඇත්තටම එය දිය යුතු නොවේ. A/L ළමයෙකුට එම සම්බන්ධතාව ලබා ගැනීමට හැකි විය යුතු ය. නමුත් පරීක්ෂකවරුන් එය දී ඇත්තේ ඔබගේ පහසුව තකාය.

ඇත්තෙන්ම මෙය මනඃකල්පිත ප්‍රශ්නයක් නොවේ. මෙය භාවිතයේ යෙදෙන ක්‍රමයකි. ඊයම් වැනි ලෝහයක ප්‍රසාරණය යම් තරමකට ඇත. එවැනි ප්‍රසාරණයක් ලීවර මූල ධර්මය මගින් පහසුවෙන් මැනිය හැකි තරමට විශාලනය කළ හැක.

(a) α සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න කිව්වම ප්‍රකාශනයේ α උක්ත කළ යුතු ය. මෙය බොහෝ අවස්ථාවල පරීක්ෂා කර ඇතත් තවමත් සෑහෙන දරුවන් ප්‍රතිශතයක් මෙය ගණන් ගන්නේ නැත.

$l_1 = l_0(1 + \alpha\theta)$ ලෙස ලියා තිබූ ළමයි සෑහෙන ප්‍රමාණයක් සිටියහ. අපරාදේ ලකුණ අහිමි විය.

(b) (a) සහ (b) කොටස්වලට උත්තර ලියන්න ප්‍රශ්නයේ දී ඇති සැකැස්ම ඕනෙත් නැත. මේවා සාමාන්‍ය පොදු ප්‍රශ්න වේ. ප්‍රශ්නය දිග වැඩිය කියා කෑ ගහන දරුවන්ට (දෙමව්පියන්ට) ප්‍රශ්නය නොකියවා වුනත් මේ ප්‍රශ්නයේ බොහෝ කොටස්වලට උත්තර සැපයිය හැක.

මීටර් කෝදුවේ කුඩාම මිනුම 1 mm ලෙස ගෙන සරල ගණනය කිරීමක් කළ හැක. 1 mm න් හරි අඩක් ගත්තත් ලකුණු ලැබේ.

මෙවැනි අවස්ථාවකදී භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂය සෙවීමට සැලකිය යුත්තේ කුඩාම මිනුම ද ? නැතහොත් එයින් භාගයක් ද ? මෙය බොහෝ අයගේ ප්‍රශ්නයකි. මෙවන් අවස්ථාවකදී ගත යුත්තේ කුඩාම මිනුමය. නැතුව එයින් භාගයක් නොවේ. භාගයට ද ලකුණු දෙන්නේ සමහර දරුවන් හරි අඩ යොදා මෙවන් ගැටලු සාදන නිසා ය.

තිබිය යුතු අවම දිගක් සෙවීමේදී හෝ භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂ සංසන්දනය කිරීමේදී කුඩාම මිනුම සැලකීම යෝග්‍යය. යම් මිනුමක් ප්‍රකාශ කිරීමේදී නම් කුඩාම මිනුමේ හරි අඩ සැලකිය යුතු ය. උදහරණයක් වශයෙන් යම් දිගක් මීටර කෝදුවකින් මැන ලැබෙන මිනුම 25 mm යැයි සිතමු. මෙයට මිනුමේ දෝෂයද එක් කොට ලිවීමේදී අප සාමාන්‍යයෙන් මෙය ලියන්නේ (25.0 ± 0.5)mm හැටියටය. මෙය (25 ± 1)mm ලෙස ලිවීම වැරදිය. එවිට දෝෂය ඕනවට වඩා ඇත. එනම් මිනුම 24 mm සිට 26 mm දක්වා පරාසයට විශාලිත වේ. මෙය Over Estimate කිරීමකි. අපගේ වැරදි වුවත් Over Estimate කළ යුතු නැත. එලෙසම Under Estimate ද නොකළ යුතු ය. 24 mm සිට 26 mm පරාසය සැලකුවහොත් එය තුළ 2 mm ක වෙනසක් ඇත. මෙය අනවශ්‍ය හා වැරදි පිඹීමකි.

නමුත් මිනුමේ අගය (25.0 ± 0.5) mm ලෙස ලියූ විට කුඩාම මිනුම වන 1 mm මෙම මිනුම තුළ අන්තර්ගතය. 24.5 mm සිට 25.5 mm (25.5 − 24.5 = 1 mm). මිනුමක වටිනාකම ලියනවිට (ධන හෝ ඍණ ගන්නා නිසා) කුඩාම මිනුමෙන් භාගය සැලකිය යුතු බව ඔබට වැටහේ. ඉහත සඳහන් කළ පරිදි කුඩාම මිනුමෙන් භාගය ගත්තත් ඇත්ත වශයෙන්ම මිනුමේ අගය තුළ කුඩාම මිනුම සැඟවී ඇත.

එබැවින් භාගික/ ප්‍රතිශත දෝෂ සංසන්දනයේ දී හෝ අවම දිගක්/විෂ්කම්භයක් සෙවීමට ඇති අවස්ථාවක කුඩාම මිනුම භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂයට එක් කිරීම වඩා උචිත හා නිවැරදි යන්න මගේ මතයයි. මෙහිදී ද කුඩාම මිනුම 1 mm ලෙස ගත්තොත් අවශ්‍ය අවම දිග 0.5 m ලෙස ලැබේ. කුඩාම මිනුමෙන් භාගය ගතහොත් නළයේ අවම දිග ලැබෙන්නේ 0.25 m ලෙසය. එය මීටරයකින් කාලකි. එම දිග ඇත්ත වශයෙන් මදිය.

(c) මේ සඳහා සිතා හෝ සාමාන්‍ය දැනීමෙන් පිළිතුරු සොයා ගත යුතු ය. එක් වාසියක් ලිවිය යුත්තේ තුනී නළයක් භාවිත කිරීම සඳහාය. අනෙක ලිවිය යුත්තේ සිදුරු සහිතව නළය භාවිත කිරීම සඳහාය. වෙන වෙනම හේතුව ඇසුවානම් හොඳ යැයි සිතේ. දී ඇති උත්තරවල පළමුවැන්න යන්නේ නළයේ තුනී බවටය. දෙවැන්න යන්නේ සිදුරු සහිත වීමටය. බොහෝ දරුවන් මේ කරුණු දෙක වෙන් වෙන් වශයෙන් සලකා නොතිබුණි. බොහෝ දරුවන්ගේ උත්තර දෙකම අදාළ වී තිබුනේ නළයේ තුනී වීමට අදාළවය. නැතිනම් සිදුරු සහිත වීමට අදාළවය.

සමහර දරුවන්ගේ එතරම් නිවැරදි නොවූ උත්තර පහත දක්වා ඇත.

(i) නළය තුනී වූ විට වැඩි ප්‍රසාරණයක් ලැබේ/ නළය වැඩියෙන් ප්‍රසාරණය වේ. මෙය සම්පූර්ණයෙන්ම වැරදිය. නළය තුනී වුනත් ඝනකම් වුනත් එකම දිග ඇත්නම් ප්‍රසාරණය එකම වේ. මෙවැනි අවස්ථා හා ගැටලු ඔබ අත්දැක ඇතිවාට සැක නැත. කැටියක හෝ එම විෂ්කම්භයම සහිත මුදුවක හෝ සිදුරක ප්‍රසාරණය එකමය. තුනී වීමේ වාසිය වන්නේ අඩු තාප ප්‍රමාණයකින් නළය යම් අනවරත උෂ්ණත්වයකට පත්වීමය.

(ii) උණුසුම් වාතය නළය පුරා පැතිරීම/ඒකාකාරව ලබාදීම/ නළය හරහා හොඳින් තාපය සන්නයනය වීම/ උණුසුම් වාතයෙන් තාපය අවශෝෂණ ශීඝ්‍රතාව වැඩි වීම. මේවා බාගෙට හරිය. එසේ වීමෙන් සිදුවන අවසාන ඵලය වන නළය ඒකාකාරව රත්වීම ලියා නැත. මෙවැනි හේතු ලියන විට අතරමැදි උත්තර නොලියන්න. එවැනි උත්තර සමහරවිට හරිය. නමුත් එසේ වීමෙන් සිදුවන අවසාන ප්‍රතිඵලය සඳහන් කළ යුතු ය.

උදහරණයක් වශයෙන් ඔබට සහකරුවෙක් හෝ සහකාරියක් අවශ්‍ය වන්නේ ඇයි? කියා ප්‍රශ්නයක් ඇසූ විට නොයෙක් අතරමැදි උත්තර ඔබට දිය හැක. ඒවා මම නොලියමි. නමුත් අවසාන ප්‍රතිඵලය විය යුත්තේ ආදරයෙන් හා සෙනහසින් ජීවත්වීම නොවේ ද ?

(iii) ප්‍රසාරණයට ඉඩ ලබා දීමට- මෙය තේරුමක් නැති ප්‍රකාශයකි. බොහෝ විට මෙය ලියන්න ඇත්තේ නළයේ ඇති සිදුරු සලකා බලා වෙන්න ඇති. සිදුරු ඇතත් නැතත් ප්‍රසාරණයවන ප්‍රමාණයේ වෙනසක් නැතිබව සමහර දරුවන් නොදන්නවා වෙන්නට පුළුවන. රත්වන විට සිදුරු/හිල් ලොකු වන බව ඔබ දනී. සිදුරු තිබ්බා කියා රත්වන විට හිල් නොවැසේ.

(iv) සුළු උෂ්ණත්ව වෙනසකට වුව ද සැලකිය යුතු ප්‍රසාරණයක් ලබා ගත හැක. උෂ්ණත්ව වැඩිවීම එකම නම් නළය තුනී නොවුනත් සිදුරු තිබ්බත් නැතත් ප්‍රසාරණය වන ප්‍රමාණය වෙනස් නොවේ. $\Delta l = l_0 \alpha \theta$

(d) (i) මා පෙර සඳහන් කළ පරිදි සියල්ලම දී ඇත. ප්‍රකාශනය ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි නමුත් එයත් දී ඇත. එසේ දී ඇත්තේ මෙතන වරද්ද ගත්තොත් එම වැරදීම ඊටපසු දිගටම වාගේ බලපාන නිසාය. ලීවර සම්බන්ධතාවය දී ඇති නිසා ඇත්තටම මෙහි ඇත්තේ සරල අංක ගණිතය හා වීජ ගණිතයයි. $q > p$ නිසා නළයේ දිග වැඩිවීමේ සුළු වෙනසක් 5 ගුණයකින් විශාල කර පරිමාණයේ දක්වයි. S පරිමාණය මිලිමීටර්වලින් ක්‍රමාංකනය කොට ඇති බව දී ඇත. ඉතින් (b) කොටසේ තර්කයම මෙයට යෙදිය හැක. S පරිමාණය කියවීමේ කුඩාම මිනුම 1 mm ලෙස ගතහොත් $\frac{q}{p} = 5$ නිසා මැනිය හැකි නළයේ වැඩි වූ දිගෙහි අවම අගය 1 mm කින් $\frac{1}{5}$ ක් වේ. එනම් 0.2 mm. මෙම අගයයන් සඳහන් කරන විට අදාළ ඒකකය සැමවිටම ලියන්න. m වලට හරවා අගය ප්‍රකාශ කළොත් ඒකකය නොබැලුවාට සැමවිටම ඒකකය ලිවීම පුරුද්දක් කර ගන්න.

(ii) නිකම් සරල වීජ ගණිතයය. මේකවත් බැරි නම් ඔබ විද්‍යා/ගණිත දරුවකු නොවේ. θ සමඟ X ප්‍රස්තාරය ඇඳිය යුතු නිසා X උක්ත කළ යුතු ය. ප්‍රස්තාරය දිහා බැලුවද මෙය පෙනේ.

(e) (i) වෙන මොනව නොකළත් ප්‍රශ්නය දිහැ ඇහැක් ඇරල නොබැලුවත් මෙය සෙවිය හැක. ප්‍රස්තාරය ඇඳ ඇත. ප්‍රථම හා අවසාන දත්ත ලක්ෂ්‍ය හරහා යන සේ ප්‍රස්තාරය ඇඳ ඇත. එසේ ඇඳ ඇත්තේ පහසු කරවන්නය.

අනුක්‍රමණය $= \frac{25-21}{50-10} = \frac{4}{40} = 0.1\ \text{mm}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ නැවතත් අදාළ ඒකකය ලිවීමට අමතක නොකරන්න.

(ii) අනුක්‍රමණය සඳහා ලැබෙන ප්‍රකාශනය ඉහත අගයට සමාන කොට α සොයන්න. ලකුණු 2 ක් ම ලබා ගත හැක.

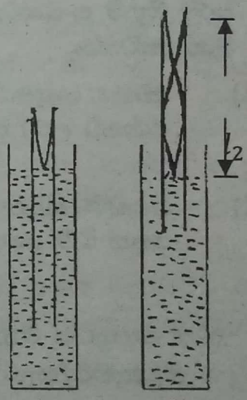
(f) මෙයට උත්තරය සාමාන්‍ය දැනීමෙන් ප්‍රකාශ කළ හැක. දරුවන්ගේ උත්තර සෑහෙන ප්‍රමාණයකට සාර්ථක විය. දිය හැකි උත්තර සියල්ලම පාහේ සඳහන් කොට ඇත. එකඟ වෙමි හෝ ඔව් කියා ඊටපසු හේතුව ලිවිය යුතු ය. හේතුව ලියනවිට අඩු තාප සන්නායකතාවයක් හොඳ ඇයිද කියා හෝ වැඩි තාප සන්නායකතාවයක් හොඳ නැත්තේ ඇයි ද කියා යන දෙවිධියෙන් එක් විධියක් තෝරා ගත හැක.

(g) මෙහිදී නැවතත් 'සම්පාත' යන වචනය දරුවන් 100% ක්ම වාගේ භාවිත කොට තිබුණි. 2011 දී මෙන් ආලෝක ප්‍රශ්නවලදී හැර සම්පාත යන වචනය තහනම් වචනයක් ලෙස සැලකුවත් හොඳ යැයි මට සිතේ. ළමයින් හැමෝම වගේ ලියා තිබුනේ දර්ශකය හා තල දර්පණය තුළින් පෙනෙන ප්‍රතිබිම්බය එකිනෙකට සම්පාත වනවිට පාඨාංකය ලබා ගන්න කියා ය. මෙහිදී සිදුවන්නේ දර්ශකය හා ප්‍රතිබිම්බය එකමත එක වැටීමකි. සම්පාත වන්නේ නම් ඇස එහා මෙහා ගෙනයන විට දෙදෙනාම එකට යා යුතු ය. දෙදෙනෙක් එකටම ගමන් කිරීම සහ එකා මත අනෙකා වැටීම එකක් නොව දෙකකි. කැමති නම් එකෙක් මත අනෙකා වැටීම පහසුය. නමුත් දෙදෙනෙක් එකටම ගමන් කිරීම තරම් අපහසු දෙයක් ලෝකයේ නැත.

පාඨාංකය ගැනීමේදී දර්ශකයට හරි කෙළින් එයට ඉහළින් බැලිය යුතු ය. ටිකක් හෝ දර්ශකය දෙස පැත්තෙන් බැලුවොත් කියවෙන පාඨාංකය වෙනස් විය හැක. දර්පණයෙන් පෙනෙන දර්ශක කෙළවරේ ප්‍රතිබිම්බය හා දර්ශක කෙළවර එකක් මත එකක් වැටෙන සේ පෙනේ නම් ඇස තබා ඇත්තේ හරියටම දර්ශකයට ඉහළින්ය. ඇස පොඩ්ඩක් හෝ ඈත් මෑත් වුනොත් දර්ශකය හා ප්‍රතිබිම්බය දෙකක් ලෙස පෙනේ. ප්‍රතිබිම්බය හා දර්ශකය එකක් මත එකක් වැටී එකිනෙකාගෙන් වැසී සිටින ලෙස පෙනේ නම් ඔබ ඇස තබා ඇත්තේ හරියටම දර්ශකයට ඉහළින්ය. දර්පණ පටියක් ඇත්තේ ඔබ ඇස හරියටම දර්ශකයට ඉහළින් තබනවාද කියා බැලීමටය.

මේ හොඳ ළමයකුගේ උත්තරයකි. කූරේ ප්‍රතිබිම්බය දර්පණය තුළින් බලා ප්‍රතිබිම්බය පෙන්වන පාඨාංකය ලබා ගන්න. මෙයට ලකුණු දිය නොහැක. ප්‍රතිබිම්බය පෙන්වන පාඨාංකය කියා දෙයක් නැත. ප්‍රතිබිම්බය දෙසත් ඇලේට බැලුවොත් කියවෙන පාඨාංකය වෙනස් විය හැක.

3. වාතය තුළ ධ්වනි වේගය (v) සහ නළයේ ආන්තශෝධනය (e) නිර්ණය කිරීම සඳහා වීදුරු නළයක්, ජලය සහිත මිනුම්සරාවක්, මීටර කෝදුවක් සහ සංඛ්‍යාතය (f) 512 Hz වූ සරසුලක් සපයා ඇත. වීදුරු නළය සම්පූර්ණයෙන් ම ජලයේ ගිල්වා ක්‍රමක්‍රමයෙන් ඉහළට ඔසවන විට ජල මට්ටමට ඉහළින් නළයේ උස පිළිවෙළින් $l_1 = 0.169$ m සහ $l_2 = 0.509$ m වන විට අනුනාදයන් ඇසිය හැක.



(a) (b)
Figure (1)

(a) (i) පළමුවරට ඇසෙන අනුනාද අවස්ථාවේ දී තරංගයේ ආකාරය 1 (a) රූපයෙහි අඳින්න.

ආන්ත ශෝධනය සමඟ නිවැරදි රූපය

(ii) දෙවනවරට ඇසෙන අනුනාද අවස්ථාවේ දී නළය, ජල මට්ටම සහ තරංග ආකාරය 1 (b) රූපයෙහි අඳින්න.

පෙන්වා ඇති ආකාරයට ආන්ත ශෝධනය සමඟ නිවැරදි රූපය. ජල මට්ටමට ඉහළින් ඇති නළයේ දිග, පලමු අවස්ථාවේ දිග හා සසඳන විට ආසන්න වශයෙන් තුන් ගුණයක් විය යුතුය.

(මිනුම් සරාව තුළ තරංග ආකාර ඇඳීම සඳහා ලකුණු නැත. මිනුම් සරාව තුළ ජලය තිබෙන බව පෙන්විය යුතුය)

(iii) උස l_2 සඳහා ඔබ ලබා ගන්නා මිනුම පැහැදිලිව 1 (b) රූපයෙහි ලකුණු කරන්න.

නිවැරදිව **1(b)** රූපය මත ලකුණු කිරීම. ජල මට්ටමේ සිට නළයේ විවෘත කෙළවර දක්වා උස නිවැරදිව ලකුණු කිරීම.

(*b*) (i) පළමුවරට ඇසෙන අනුනාද අවස්ථාව සලකමින් ධ්වනි වේගය v සඳහා ප්‍රකාශනයක් e, f සහ l_1 ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

$$\lambda = 4\,(l_1 + e)\ ;\ \ v = f\lambda$$

$$v = 4f(l_1 + e)\text{------(A)}$$

(ii) දෙවනවරට ඇසෙන අනුනාද අවස්ථාව සලකමින් ධ්වනි වේගය v සඳහා ප්‍රකාශනයක් e, f සහ l_2 ඇසුරෙන් ලියන්න.

$$\lambda = 4/3\,(l_2 + e)\ ;\ v = \frac{4f}{3}(l_2 + e)\text{-------(B)}$$

(iii) ඉහත b (i) සහ b (ii) දී ලද ප්‍රතිඵල භාවිතයෙන් v සඳහා ප්‍රකාශනයක් l_1, l_2 සහ f ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

$$\text{(A)} \rightarrow \quad \frac{v}{4f} = l_1 + e\ ;\ \ \text{(B)} \rightarrow \quad \frac{3v}{4f} = l_2 + e;\quad \frac{2v}{4f} = l_2 - l_1$$

$$v = 2f\,(l_2 - l_1)$$

(iv) එනයින් v සහ e ගණනය කරන්න.

$$v = 2f\,(l_2 - l_1) = 2 \times 512\,(0.509 - 0.169)$$

$$v = 348.16\ \text{m s}^{-1} = 348.2\ \text{ms}^{-1}$$

$$\text{(A)} \rightarrow e = \frac{v}{4f} - l_1 = \frac{348.2}{4\times512} - 0.169$$

$$= 0.001\ \text{m}$$

(*c*) සරසුල සමග නළයේ අනුනාද අවස්ථා කිහිපයක් සඳහා මිනුම් ලබා ගනිමින් ප්‍රස්තාරික ක්‍රමයක් භාවිතයෙන් v සහ e නිර්ණය කිරීමට ශිෂ්‍යයෙක් යෝජනා කළේ ය. එවැනි පරීක්ෂණයක් කිරීමේ දී අවශ්‍ය තරම් මිනුම් සංඛ්‍යාවක් ලබා ගැනීමට ඇති එකිනෙකට වෙනස් ස්වභාවයෙන් යුත් අපහසුතාවන් දෙකක් ලියා දක්වන්න.

(1) අවශ්‍ය නළයේ දිග (සහ/හෝ) මිනුම් සරාවේ උස ඉතා විශාල වීම හෝ නළයේ දිග (හෝ මිනුම් සරාවේ උස) ප්‍රමාණවත් නොවීම.

(2) හඬෙහි තීව්‍රතාව/සැර ඇති තරම් අනුනාද අවස්ථා සංඛ්‍යාවක් ඇසීමට නොහැකි වන තරමට පහත් වීම හෝ ඇති තරම් අනුනාද අවස්ථා සංඛ්‍යාවක් ඇසීමට අපහසු වීම.

පිළිතුරු දෙකම නිවැරදි නම්

(එක් හේතුවක් මිනුම් සරාවට හෝ / සහ නළයට සම්බන්ධ විය යුතු අතර අනෙක ශබ්දයේ තීව්‍රතාවට/සැරට සම්බන්ධ විය යුතුය)

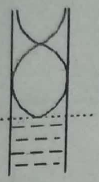
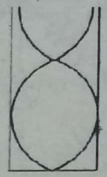
ප්‍රශ්නයේ විවරණය

මෙය ඔබට හුරු පුරුදු පරීක්ෂණයකි. කී වතාවක් අසා ඇති ද ? මෙවැනි පරීක්ෂණ ඔබට පාසැලේදී/පන්තියේදී කළ හැක. අනුනාද වන අවස්ථාවේදී ඇසෙන හඬෙහි තීව්‍රතාව ජීවිතය තුළ දී එක් වරක් හෝ ශ්‍රවණය කර තිබිය යුතුය. ඔබත් කවද හෝ කාට හරි අනුනාද වේ. අනුනාදය සෑම ක්ෂේත්‍රයකටම පොදුය.

(a) (i) මෙය නියම ආකාරයෙන් ඇඳ තිබුණි.

(ii) මෙය බොහෝ අය වරදවා ඇඳ තිබුණි.

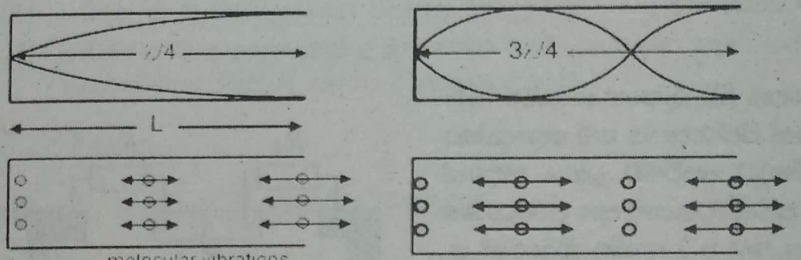
(a) රූපයේ ඇඳ ඇති ජල මට්ටමට ඉහලින් ඇති නළයේ දිගම තුළ දෙවන වරට ඇසෙන අනුනාද අවස්ථාවේ තරංග ආකාරය ඇඳ තිබුණි. මෙම අවස්ථාව ලබා ගැනීමට නළය ඉහලට එසවිය යුතු බව අමතක වී තිබුණි.

 හෝ  ලකුණු නැත.

තවත් සමහරු (b) හි ඇඳ ඇත්තේ නළය කියා සිතා එය තුළ තරංග රටාව ඇඳ තිබූහ. ළමයින්ට මොනවා වෙලාද මන් ද !! ජලය ජේන පලාතක නැත. හරි නම් නළය ඉහළට එසෙවෙන විට ජල මට්ටම යම් තරමක් හෝ සරාව තුළ පහළ යා යුතු ය. එය නොබලන ලදී.

(iii) ප්‍රශ්නයේ මුළදීම ආන්ත ශෝධනය ගැන කථා කරයි. එමනිසා තරංග රටාව අඳින විට පොඩ්ඩක් හෝ ආන්ත ශෝධනය පෙන්විය යුතු ය. l_2 පෙන්වන විට ජල මට්ටමේ සිට නළයේ කෙළවරින් එම පෙන්වීම නතර නොකළ යුතු ය. ආන්ත ශෝධනය ඇත්තේ නළයේ කෙළවර සිට ටිකක් ඉහළට වන්නටය.

ආන්ත ශෝධනයක් ඇති වන්නේ ඇයි ? නළය තුළ ඇතිවන්නේ ස්ථාවර අන්වායාම තරංගය. තීර්යක් ලෙස ඇඳ ඇත්තේ අපගේ පහසුවටය. නැති නම් වායු අණුවල චලිතය තිත් දමා පෙන්විය යුතු ය. පහත රූපය 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.

(b) සියල්ලම ඔබ දන්නා දේය. ගණිතය හා සුලු කිරීම වැරදුනොත් හැරෙන්නට වරදින්න දෙයක් නැත. λ සඳහා ප්‍රකාශනය ලියන විට $\lambda = 4l_1+e$ ලෙස ලිව්වොත් වැඩේ කොට උඩ යයි. තරංගයේ හතරෙන් එකක ඇත්ත දිග l_1+e වේ. e, l_1 ට එකතු වේ. එමනිසා හතරගුණය ගන්නා විට (l_1+e) හතරෙන් ගුණ කළ යුතු ය. සමගාමී සමීකරණ දෙකක් විසඳන්න බැරි ළමයින් අප අතර ඇත.

v ප්‍රථමයෙන් සෙවීම පහසුය. e, සමීකරණ දෙකෙන් කෙළින්ම ඉවත් කළ හැකි නිසා v සෙවූ පසු v සඳහා ලැබෙන $348.16\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ ම ආදේශ කළේ නම් සුලු කිරීම පහසුවේ. $\frac{348.16}{4\times512}$ හරියටම 0.17 ට සමාන වේ.

මෙවැනි ගැටලුවකදී e සඳහා ලැබෙන්නේ පොඩි අගයක් නිසා v වලට ලැබෙන අගය වැටයීමට හෝ පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් ලෙස ගැනීමට යෑමෙන් වලකින්න. උදාහරණයක් වශයෙන් $v = 348\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ ලෙස ගත්තොත් e සඳහා ලැබෙන උත්තරය වරදී. පහසුවෙන් සුලු වන්නෙත් නැත.

(c) එකිනෙකට වෙනස් ස්වභාවයෙන් යුත් අපහසුතාවන් දෙකක් ලියා දක්වන්න කියා ඇත්තේ හේතු දෙකම එකම වර්ගයෙන් නොලියවීමටය. උදාහරණයක් වශයෙන් එසේ ප්‍රශ්නයේ නොඇසුවේ නම් පළමු හේතුව ලෙස නළය දිග මදිවීමට හැක සහ දෙවැනි හේතුව ලෙස සරාව උස මදිවීමට හැක කියා ලිවීමට හැක.

ළමයකුගේ උත්තරයක් පහත දී ඇත.

(1) වීදුරු නළයේ දිග සීමාසහිත වීම.

(2) අනෙකුත් අනුනාද අවස්ථා ප්‍රායෝගිකව ශ්‍රවණය කොට හඳුනාගැනීමට අපහසු වීම.

මේ උත්තර දෙක මේ ආකාරයෙන්ම ලකුණු දීමේ පටිපාටියේ නැතත් ඉහත උත්තර හරිය.

ලකුණු ලබා ගැනීමට හරියටම එකට එකක් ලෙස ලකුණු දීමේ පටිපාටියේ දැම ලිවිය යුතු නොවේ. නමුත් ලියන ඒවා නිවැරදි විය යුතු ය. ලියන උත්තර හරියටම ප්‍රශ්නයට ගැලපේ නම් ලකුණු ලැබේ.

4. (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිපථයේ R_1, R_2, R_3 සහ R_4 මගින් ප්‍රතිරෝධයන් නිරූපණය කරන අතර E මගින් නිරූපණය වන්නේ කෝෂයේ වි.ගා.බ. යි.

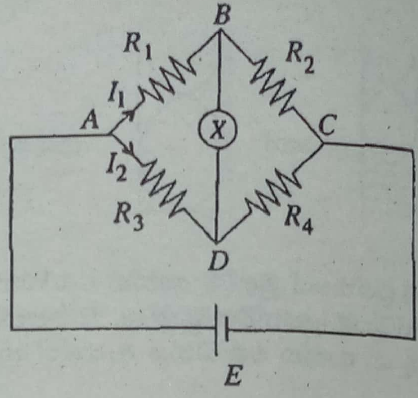


Figure (1)

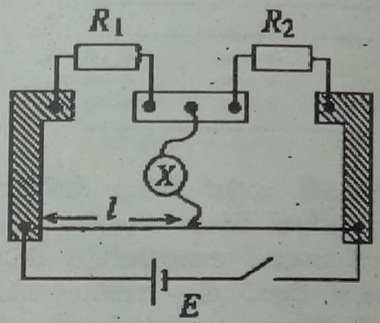
(a) B හි විභවය D හි එම අගයට සමාන නම් R_1, R_2, R_3 සහ R_4 සම්බන්ධ කරන ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

$$\left.\begin{aligned} I_1R_1 &= I_2R_3 \\ I_1R_2 &= I_2R_4 \end{aligned}\right\}$$

$\therefore \ \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ (හෝ නිවැරදි වෙනත් ආකාරයක්)

(b) R_3 සහ R_4 ට අනුරූප ප්‍රතිරෝධක දෙක (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ඒකාකාර ප්‍රතිරෝධක කම්බියකින් විස්ථාපනය කර නොදන්නා ප්‍රතිරෝධකයක අගය (R_2 යැයි සිතමු) සෙවීමට ඉහත සඳහන් පරිපථය භාවිත කළ හැක. සියලු ම ප්‍රතිරෝධකයන් සහ ප්‍රතිරෝධක කම්බිය සම්බන්ධ කර ඇත්තේ මහත තඹ පටි භාවිත කිරීමෙන් ය. ප්‍රතිරෝධක කම්බියේ දිග නිශ්චිතව ම 1 m වේ.

සංරචක සම්බන්ධ කිරීමේ දී සම්බන්ධක කම්බි වෙනුවට මහත තඹ පටි භාවිත කිරීමට ප්‍රධාන හේතුව කුමක් ද?



(2) රූපය

අයිතම එකිනෙක සම්බන්ධයේදී ඇතිවන ප්‍රතිරෝධය අවම කිරීම/ සම්බන්ධක කම්බි මගින් ප්‍රතිරෝධවලට ඇතිවන දායකත්වය අවම කිරීම/ සම්බන්ධක කම්බි නිසා ප්‍රතිරෝධවල ඇතිවන දෝෂය අවම කිරීම

(c) පරිපථයේ ඇති X අයිතමය නිවැරදි ව හඳුන්වන්න.

මැද බින්දු ගැල්වනෝමීටරය (ආරක්ෂක ප්‍රතිරෝධකයක් සමග)

(d) ප්‍රස්තාරයක් ඇඳීම මගින් නොදන්නා R_2 හි අගය නිර්ණය කිරීමට නම් R_1 සඳහා ඔබ භාවිත කරනු ලබන්නේ ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියක් ද, නැතහොත් ධාරා නියාමකයක් ද? ඔබේ පිළිතුරට හේතු දෙන්න.

ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටිය

හේතුව :

ප්‍රස්තාරය ඇඳීමට (R_1) ප්‍රතිරෝධයේ අගය (කියවීම) ලබා ගැනීමට හෝ ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටිය මගින් (R_1) ප්‍රතිරෝධයේ අගය ලබා දීම හෝ ප්‍රස්තාරය ඇඳීමට (R_1) ප්‍රතිරෝධයේ සංඛ්‍යාත්මක අගය අවශ්‍යවේ හෝ ධාරා නියාමකය මගින් (R_1) ප්‍රතිරෝධයේ අගය ලබා නොදේ (පිළිතුර සහ හේතුව සඳහා)

(e) (i) R_1, R_2 සහ සංතුලන දිග l සම්බන්ධ කෙරෙන ප්‍රකාශනයක් ලියා දක්වන්න.

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l}{1-l}$ (1 වෙනුවට 100 යෙදීම නිවැරදි සේ ගන්න)

(ii) R_1 ස්වායත්ත විචල්‍යයේ පරස්පරය වන $\frac{1}{R_1}$, ප්‍රස්තාරයේ X අක්ෂය ලෙස ගෙන ප්‍රස්තාරයක් ඇඳීමට සුදුසු වන සේ ඉහත (e) (i) යටතේ දී ඇති ප්‍රකාශනයේ විචල්‍යයන් නැවත සකසන්න.

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1-l}{l} \quad \therefore \frac{1}{l} = R_2\frac{1}{R_1} + 1 \quad \text{හෝ} \quad \frac{1}{l} = \frac{R_2}{100}\frac{1}{R_1} + \frac{1}{100}$$

(iii) ප්‍රස්තාරය මගින් ඔබ R_2 සොයන්නේ කෙසේ ද?

අනුක්‍රමණයෙන් හෝ අනුක්‍රමණය × 100 හෝ අනුක්‍රමණය/අන්තඃඛණ්ඩය

(ඉහත ප්‍රකාශනයේ අනුක්‍රමණය ලෙස R_2 හෝ $\frac{R_2}{100}$ ඇත්නම් පමණක් මෙම ලකුණ ලැබේ)

(f) l සඳහා කුඩා අගයයන් ලබා දෙන R_1 අගයයන් තෝරා නොගැනීමට හේතු දෙකක් දෙන්න.

l සඳහා කුඩා අගයන් තෝරාගනු ලැබුවහොත්

(1) ආන්ත දෝෂය නිසා ඇතිවන (භාගික /ප්‍රතිශත) දෝෂය විශාල වීම
(2) l මිනුමේ භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂය විශාල වීම
(3) කම්බියේ මැද පෙදෙසේ ලබාගන්නා පාඨාංක සඳහා ගැල්වනෝමීටරය වඩා සංවේදී වේ.
(ඍණාත්මක පිළිතුරු සඳහා ද ලකුණු ලැබේ)

ප්‍රශ්නයේ විවරණය

මෙයත් ඔබට හුරු පුරුදු පරීක්ෂණ ඇටවුමකි.

(a)සම්බන්ධය ව්‍යුත්පන්න කළ යුතු ය. නිකම්ම ලිව්වොත් ලකුණක් අහිමිවේ.

(b) හා (c) මේ සඳහා විකල්ප උත්තර නැත. X සඳහා මධ්‍ය ශුන්‍ය (මැද බිංදු) යන හැඳින්වීම අනිවාර්යයෙන්ම තිබිය යුතු ය. එය හා ආරක්ෂිත ප්‍රතිරෝධයක් සමඟ ස්විච්චියක් තිබුනාට කමක් නැත. ගැල්වනෝමීටරයේ ආරක්ෂාව සඳහා ප්‍රායෝගික පරිපථයක මේවා තිබිය යුතු ය.

(d) මෙවැනි කටයුතු සඳහා කිසිවිටක ධාරා නියාමකයක් භාවිත නොකරයි. ප්‍රස්තාරය ඇඳීම සඳහා R_1 හි අගයයන් අවශ්‍යය. ධාරා නියාමකයකින් ප්‍රතිරෝධ අගයයන් ලබා ගත නොහැකඃ මෙහිදී ප්‍රතිරෝධ වෙනස් කිරීම පමණක් මදිය. අගයයන් දන ගත යුතු ය. සමහර දරුවන් ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටිය නිවැරදිව හඳුනා ගත්තත් හේතුව ලෙස ලියා තිබුනේ ප්‍රතිරෝධ පහසුවෙන් වෙනස් කළ හැකිය කියා ය. මෙය වැරදිය.

(e) (i) මෙය නිකම්ම ලිවිය හැක. l මීටරවලින් මනිනවා කියා සිතුවොත් $\frac{R_1}{R_2} \propto \frac{l}{1-l}$ ලිවිය හැක. නමුත් l, cm වලින් මැනීම වඩා ප්‍රායෝගිකය. එවිට 1 වෙනුවට 100 ලැබේ. $R_3 \alpha\ l$; $R_4 \alpha\ (100 - l)$

(ii) ප්‍රස්තාරය හදන විදිය කියා ඇත්තේ පහසු කරවීමටය. නැතිනම් බොහොමයක් දරුවන්ට ඉහත සම්බන්ධය සරල රේඛාවක් ලැබෙන සේ සකස් කිරීමට බැරි ය. ඉහත සම්බන්ධතාව අනෙක් පැත්තට හැරවූවා නම් වැඩේ ලේසිය. l හෝ $\frac{1}{l}$ වම් පැත්තට ගත යුතු ය. එමනිසා l ඒවා දෙකක් තියාගෙන මේ වැඩේ කරන්නට බැරිය. l එකක් කරගැනීමට නම් $\frac{l}{1-l}$, $\frac{1-l}{l}$ ට මාරු කර ගැනීම වඩා උචිතය. එවිට $\frac{1-l}{l} = \frac{1}{l} - 1$ වන නිසා.

(iii) සමහර දරුවෝ කිසිත් නොකොට නිකම්ම අනුක්‍රමණයෙන් කියා ලියති. හරිනම් ඔවුන්ගේ ලකුණු කැපිය යුතුය.

(f) l කුඩා වුවහොත් මිනුමේ භාගික / ප්‍රතිශත දෝෂය වැඩිවේ. මෙම හේතුව ලිවීම පහසු ය. අපහසු වන්නේ අනෙක් හේතුව ලිවීමය.

මීටර සේතු කම්බිය එහි අග්‍ර දෙකෙන් සේතුවට පාස්සන විට කම්බියේ ඉතා සුලු කොටසක් අග්‍ර දෙකේදීම පෑස්සීමේදී යට වේ. නමුත් කම්බියේ සංතුලන දිග මැනෙන විට කම්බියේ මෙම ඉතා සුළු කොටස නොමැනේ. ආන්තශෝධන ලෙසින් හඳුන්වන්නේ ගණනයට එකතු කළ යුතු කම්බියේ දෙකෙළවර ඇති මෙම ඉතා සුළු දිගවල්ය. කම්බියේ දෙකෙළවරට අදාළව මෙම ආන්තශෝධන එකම අගයක් ගැනීමට අවශ්‍ය නැත. මේවා e_1 හා e_2 ලෙස ගතහොත් සම්බධන්තාව මෙලෙස විකරණය කළ යුතු ය.

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l+e_1}{(100-l)+e_2}$. එමනිසා l හි අගය කුඩා වූවොත් ආන්තශෝධන මගින් l ට බලපාන්නවූ භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂය විශාලවේ. l කුඩා වූ විට ආන්තශෝධන කුඩාවේ යන ප්‍රකාශය නිවැරදි නොවේ. l මොනවා වුනත් e_1 හා

e_2 අගයයන් වෙනස් නොවේ. e_1 හා e_2 රඳා පවතින්නේ කම්බිය පාස්සන තැනැත්තාගේ කුසලතාවය මතය. නමුත් l කුඩා අගයක් වූ විට ආන්තශෝධනය මගින් (l+e) අගයයේ භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂය වැඩිවේ. **1 km** දුරකට **1 mm** ක් එකතු කළාට කවුරුත් ගානක් ගන්නේ නැත. නමුත් **1 cm** දිගකට **1 mm** යක් වැදගත්ය.

ප්‍රායෝගිකව මෙම ආන්තශෝධන නිර්ණය කරන්නේ මෙසේ ය. දන්නා R_1 සහ R_2 අගයයන් දෙකකට l මනිනු ලැබේ. R_1 හා R_2 එකිනෙකින් මාරු කර නැවත සංතුලන දිග ලබා ගනී. මෙම දිග l' නම්

$\frac{R_2}{R_1} = \frac{l'+e_1}{(100-l')+e_2}$. දැන් මෙම සමගාමී සමීකරණ දෙක විසඳා e_1 හා e_2 නිර්ණය කරගත හැක.

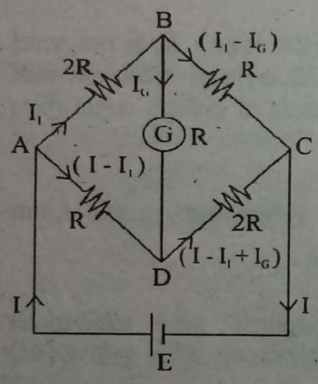
මෙහිදී ආන්තශෝධන ලෙස සලකන්නේ මහත තඹ පටිවල ප්‍රතිරෝධ නොවේ. ඒවා ආන්ත සම්බන්ධතා **(end connections)** නිසා ලැබෙන ප්‍රතිරෝධ වේ.

ඇරත් ප්‍රශ්නයේ කෝෂය සම්බන්ධ කොට ඇති ආකාරයට තඹ පටිවල ප්‍රතිරෝධ එකතු වන්නේ R_1 සහ R_2 ටය. නැතුව කම්බියේ ප්‍රතිරෝධයට නොවේ. කෝෂය ඉහළින් සම්බන්ධ කළා නම් (R_1 සහ R_2 හරහා) තඹ පටිවල ප්‍රතිරෝධද කම්බියේ ප්‍රතිරෝධය හා එක්වේ. (ඒවා නොගිණිය හැකි තරම් කුඩා නොවේ නම්) එබැවින් හේතු දෙකෙන් එකක් සඳහා l කුඩා වූ විට සම්බන්ධක තඹ පටිවල ප්‍රතිරෝධය සැලකිය යුතුයි/ගණනයට එකතු කළ යුතුය යන්න මේ ප්‍රශ්නයේ උත්තරයක් ලෙස බාරගත නොහැක.

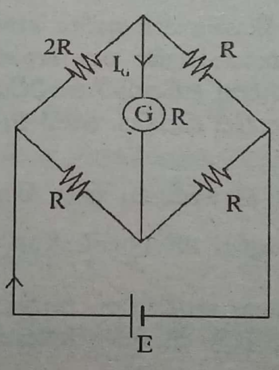
දරුවන්ගෙන් පරීක්ෂකවරුන් බලාපොරොත්තු වන්නට ඇත්තේ (1) හා (2) හේතුය. පෙර සඳහන් කළ පරිදි බොහෝ දරුවන් l මිනුමේ භාගික/ප්‍රතිශත දෝෂය හා සම්බන්ධ හේතුව ලියා තිබුණි. නමුත් ආන්තශෝධනය හා සම්බන්ධ හේතුව ලියා තිබුනේ අතලොස්සකි.

(3) හි සඳහන් හේතුව ශිෂ්‍ය ශිෂ්‍යාවන්ගෙන් බලාපොරොත්තු නොවුනත් එම හේතුව නිවැරදිය. නමුත් තර්කය ටිකක් ගැඹුරුය. බොහෝ අය මගෙන් ඒ පිළිබඳ විමසා සිටිය නිසා මෙලෙස විස්තර කරන්නම්.

මෙය තේරුම් ගැනීම සඳහා පහත සඳහන් සංතුලනය නොවූ පරිපථ දෙක සලකා බලන්න.



(1)



(2)

(1) පරිපථයේ සමක ප්‍රතිරෝධය හා ගැල්වනෝමීටරය තුළින් ගලන ධාරාව (I_G) සොයමු. ගැල්වනෝමීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය R ලෙස ගෙන ඇත.

ABDA පරිපථ කොටස සැලකීමෙන්, $I_1 2R + I_G R - (I-I_1)R = 0$; $3I_1 + I_G - I = 0$ -------------(1)

BCDB පරිපථ කොටස සැලකීමෙන්, $(I_1 - I_G)R - (I - I_1 + I_G)2R - I_G R = 0$; $3I_1 - 4I_G - 2I = 0$ -------------(2)

(1) - (2) $5I_G + I = 0$ $\quad I_G = -\frac{I}{5}$

I_Gවල මෙම අගය (1)හි ආදේශ කළ විට $I_1 = \frac{2I}{5}$. දැන් පරිපථයේ සමක ප්‍රතිරෝධය R_{eq} නම්,

$IR_{eq} = V_{AB} + V_{BC} = I_1 2R + (I_1 - I_G)R$

ඉහත ලබා ගත් I_1 හා I_G අගයයන් ආදේශ කළ විට $R_{eq} = 1.4R$ ලෙස ලැබේ.

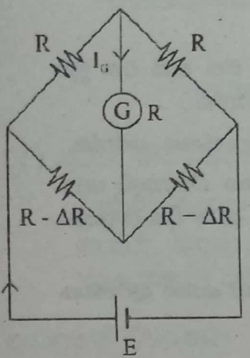
එවිට $I = \frac{E}{1.4R}$; $I_G = -\frac{1}{7}\frac{E}{R} = -0.14\frac{E}{R}$

(2) වන පරිපථය (1)න් වෙනස් වන්නේ පහළ ඇති ප්‍රතිරෝධ දෙක එකිනෙකට සමාන වීමය. (2) පරිපථය සඳහා ඉහත ක්‍රියාපිළිවෙල අනුගමනය කොට සමීකරණ ලිව්වොත් $I_G = -\frac{I}{11}$ සහ $R_{eq} = 1.18R$ ලැබේ.

$\therefore$දන් $I_G = -\frac{1}{11\times1.18}\frac{E}{R} = -0.077\frac{E}{R}$ ලැබේ.

මෙයින් පෙනී යන්නේ පහළ ඇති ප්‍රතිරෝධ සමාන වින විට ගැල්වනෝමීටරය තුළින් ගලන ධාරාව (I_G) කුඩා වන බවයි. I_G කුඩා වන විට සංතුලන ලක්ෂ්‍යය වඩා සංවේදීව ලබා ගත හැකි ය. පහළ ඇති ප්‍රතිරෝධ දෙක කම්බියකින් විස්ථාපනය කළ හොත් R දෙක සමාන වීම යනු කම්බියේ මැද ස්පර්ශ කළා වැනිය. කම්බියේ මැද හරියේ පාඨාංක ලබා ගැනීමේදී ගැල්වනෝමීටරය වඩා සංවේදී ලෙස භාවිත කළ හැකි බව පැවසෙන්නේ මේ නිසාය.

මෙම කරුණ පහත පරිපථයෙන් ද සාක්ෂාත් කර ගත හැක.



මෙම පරිපථය සඳහා I_G සෙව්වොත් පහත ප්‍රකාශනය ලැබේ.

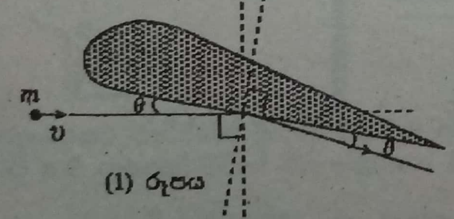
$$I_G = \frac{2IR\Delta R}{8R^2 - (\Delta R)^2}$$

මෙයිනුත් පෙනී යන්නේ ΔR අඩුවන තරමට I_G කුඩාවන බවයි. කොහොමටත් $\Delta R = 0$ නම් $I_G = 0$ විය යුතු ය.

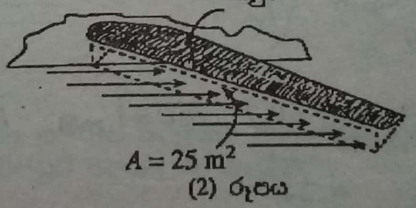
වෙන විදියකින් කියතොත් සංතුලන ලක්ෂ්‍යය කම්බියේ මැද හරියට ගත්තාම සංතුලන ලක්ෂ්‍යයට ඔබ්බෙන් (ආසන්න) ඇති ලක්ෂ්‍යවලදී ගැල්වනෝමීටරය තුළින් ගලන ධාරාව එතරම් විශාල අගයක නොපවතී.

සංතුලන ලක්ෂ්‍යය කම්බියේ මුල හරියටම වාගේ ආවොත් සංතුලන ලක්ෂ්‍යයට ඔබ්බෙන් ඇති ලක්ෂ්‍යවලදී I_G හි අගයේ විචලන පරාසය වැඩිය. වඩාත් තේරෙන භාෂාවෙන් කිව්වොත් සංතුලන ලක්ෂ්‍යය මැද ඇති විට ස්පර්ශක යතුර සංතුලන ලක්ෂ්‍යයේ සමීපයේ සිට සංතුලන ලක්ෂ්‍යය කරා ගෙන ඒමේදී (යතුර අතුල්ලාගෙන එන්න එපා) I_G කුඩා අගයක සිට ගානට සෙමින් සෙමින් අඩුවී ශූන්‍ය වේ. කම්බියේ කෙළවරකදී I_G හි වෙනස්වීම ඉහත අවස්ථාවේ දී මෙන් ලස්සනට ටිකෙන් ටික smoothly අඩු නොවේ. ටක් ගාල පිම් පනිමින් රළු විදියට වෙනස් වේ.

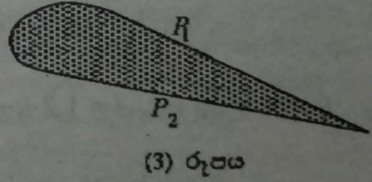
ඊ. ගුවන් යානයක් ගුවන්ගත කිරීමට අවශ්‍ය වන එය මත සිරස් දිශාවට ක්‍රියා කරන එසවුම් බලය (lift) බල දෙකක් මගින් ලබා දෙයි. එක් බලයක් බ'නූලී ආචරණය නිසා ඇති වන අතර අනෙක වායු අණු ගුවන් යානයේ තටු මත ගැටීම නිසා ඇති වේ. ගුවන් යානයක් ගුවන්ගත කිරීම සඳහා ධාවන පථය ඔස්සේ ගමන් කරන විට ගුවන් යානයේ තටුවක දිශානතිය සහ එහි හරස්කඩ පෙනුම (1) රූපයේ දක්වා ඇත. මෙහි දී තටුවේ පහළ පෘෂ්ඨය තිරස් දිශාව සමග θ කෝණයක් සාදයි.



(1) රූපය



(2) රූපය



(3) රූපය

(a) පොළොවට සාපේක්ෂව වායු අණු නිසලව පවතින බව උපකල්පනය කර කිසියම් අවස්ථාවක දී ගුවන් යානයේ වේගය υ (ms^{-1}) ලෙස ගන්න. එක් එක් වායු අණුවට m එක ම ස්කන්ධයක් ඇති බව ද උපකල්පනය කරන්න. එක් වායු අණුවක් තටුව සමග සිදු කරන පරිපූර්ණ ප්‍රත්‍යාස්ථ සංඝට්ටනයක් සලකන්න. [(1) රූපය බලන්න.] ගුවන් යානයට සාපේක්ෂව වායු අණුවේ වේගය රූපයේ පෙන්වා ඇත.

(i) තටුවේ පහළ පෘෂ්ඨයට ලම්බක දිශාව ඔස්සේ වායු අණුවේ ගම්‍යතා වෙනස සඳහා ප්‍රකාශනයක් m, υ සහ θ ඇසුරෙන් ලියන්න.

(ii) තත්පරයක කාලයක් තුළ දී තටුවේ ගැටෙන වායු අණු සංඛ්‍යාව N නම් ඉහත (a) (i) ප්‍රතිඵලය භාවිතයෙන් අණු සංඝට්ටන නිසා තටුව මත ජනනය වන සිරස් බලය සඳහා ප්‍රකාශනයක් m, υ, θ, සහ N ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(*b*) ගුවන් යානය ගමන් කරන විට, එහි තටුවක් A සඵල හරස්කඩ වර්ගඵලයක් පිස දමනු ලබන අතර [(2) රූපය] එමනිසා තත්පර එකක කාල අන්තරයක් තුළ දී Av පරිමාවක ඇති වායු අණු තටුවේ ගැටේ. වාතයේ ඝනත්වය d ලෙස සලකන්න.

(i) තත්පර එකක් තුළ දී තටුවේ ගැටෙන වායු අණුවල මුළු ස්කන්ධය A, v සහ d ඇසුරෙන් ලියා දක්වන්න.

(ii) එනයින් A, v, d සහ m ඇසුරෙන් N ප්‍රකාශ කරන්න.

(iii) තටු දෙක ම මත සංඝට්ටනය වන වායු අණු නිසා ජනනය වන මුළු සිරස් බලය (F_c ලෙස ගනිමු) සඳහා ප්‍රකාශනයක් A, v, d සහ θ ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(iv) $\theta = 10°, A = 25\ \mathrm{m}^2$ සහ $d = 1.2\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$ නම් F_c හි අගය v මගින් ලබා ගන්න.
($\theta = 10°$ සඳහා $\sin\theta = 0.2$ සහ $\cos\theta = 1$ ලෙස ගන්න.)

(*c*) (i) තටුවේ හැඩය නිසා ගුවන් යානයට සාපේක්ෂව තටුවට යන්තම් උඩින් සහ තටුවට යන්තම් පහළින් වායු ප්‍රවාහයන්ගේ සාමාන්‍ය වේග පිළිවෙළින් $\frac{7v}{6}$ සහ $\frac{5v}{6}$ වන බව උපකල්පනය කරන්න. තටුවට යන්තම් උඩින් ඇති පීඩනය P_1 ද තටුවට යන්තම් පහළින් ඇති පීඩනය P_2 ද ලෙස ගෙන [(3) රූපය] බ'නූලි ආවරණය නිසා තටුවේ දෙපස පීඩන අන්තරය $(P_2 - P_1) = \frac{2}{5}v^2$ ලෙස ලිවිය හැකි බව පෙන්වන්න.

(ii) එක් තටුවක සඵල පෘෂ්ඨික වර්ගඵලය $120\ \mathrm{m}^2$ නම් ඉහත පීඩන අන්තරය නිසා තටු දෙක ම මත ඇති වන මුළු සිරස් බලය (F_b ලෙස ගනිමු) v ඇසුරෙන් සොයන්න. ($\cos 10° = 1$ ලෙස උපකල්පනය කරන්න.)

(*d*) ගුවන් යානයේ ස්කන්ධය $4.32 \times 10^4\ \mathrm{kg}$ නම් ගුවන් යානය ගුවන්ගත වීමට අවශ්‍ය අවම වේගය ගණනය කරන්න.

(*e*) ධාවන පථය මත දී ගුවන් යානයට ලබා ගත හැකි උපරිම ත්වරණය $0.9\ \mathrm{m\ s^{-2}}$ කි. ගුවන් යානය ඒකාකාරී ලෙස ත්වරණය වන බව උපකල්පනය කර ගුවන් යානය ගුවන්ගත කිරීම සඳහා තිබිය යුතු ගුවන් පථයේ අවම දිග ගණනය කරන්න.

(*f*) ගුවන් නියමුවෝ, හැකි සෑම විට ම, සුළං හමන දිශාවට විරුද්ධ දිශාවට ත්වරණය කිරීම මගින් ගුවන් යානා ගුවන්ගත කරති. මෙයට හේතුව පැහැදිලි කරන්න.

(5) (*a*) **(i)** තටුවට ලම්බ දිශාවට වාත අණුවේ ගම්‍යතා වෙනස = $2mv\sin\theta$

(ii) සංඝට්ටනය වන අනු **N** නිසා ඇති කෙරෙන සිරස් බලය = $2mv\sin\theta \times \cos\theta \times N$

[(*a*)(i)හි ලබාගත් ප්‍රකාශනය $\cos\theta \times N$ වලින් ගුණ කිරීමට]

(*b*) **(i)** තත්පර **1** ක දී තටුවේ වදින අණුවල ස්කන්ධය = **Avd**

(ii) තත්පර **1** ක දී තටුවේ වදින අණු සංඛ්‍යාව $N = \frac{Avd}{m}$ **[(*b*)(i) හි ප්‍රකාශනය *m* වලින් බෙදීමට)**

(iii) වායු අණු තටු වල ගැටීම නිසා තටු දෙකම මත ක්‍රියාකරණ මුළු සිරස් බලය

$$F_C = 2mv\sin\theta\cos\theta \times \frac{Avd}{m} \times 2$$ **[(*a*)(ii) ප්‍රකාශනයේ *N* සඳහා ආදේශ කිරීමට සහ 2 න් ගුණ කිරීමට]**

$$= 4Adv^2 \sin\theta\cos\theta$$

(iv) $A = 25\ \mathrm{m}^2$, $d = 1.2\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$, $\sin\theta = 0.2$, $\cos\theta = 1$ නම් $F_C = 4 \times 25 \times 1.2 \times 0.2 \times v^2$

$$= 24v^2$$

(*c*) **(i)**බ'නූලි සමීකරණයෙන් , $P + \frac{1}{2}\rho v^2 =$ නියතයක් **(සමීකරණයේ $h\rho g$ පදය තිබුණත් මේ ලකුණ ලැබේ)**

$$P_1 + \frac{1}{2}d\left(\frac{7v}{6}\right)^2 = P_2 + \frac{1}{2}d\left(\frac{5v}{6}\right)^2 ;\ P_2 - P_1 = \frac{d}{2}\left[\left(\frac{7v}{6}\right)^2 - \left(\frac{5v}{6}\right)^2\right] = \frac{dv^2}{2}\left[\frac{49}{36} - \frac{25}{36}\right] = \frac{dv^2}{3} = \frac{1.2}{3}v^2$$

$$\therefore\ P_2 - P_1 = \frac{2}{5}v^2$$

(ii) බ'නූලි ආවරණය නිසා තටු දෙකම මත ක්‍රියා කරන මුළු සිරස් බලය,

$$F_b = 120\times0.4v^2\times\cos10^o\times2 = 48v^2\times2 \quad ; \quad F_b = 96v^2$$

(d) අහස් යානය මත මුළු සිරස් බලය, $F_c + F_b = 24v^2+96v^2 = 120v^2$ **(F_c හා F_b බල දෙක එකතු කිරීමට)**

අහස් යානය යන්තමින් ගුවන් ගතවන විට, $120v^2 = 432000 \;;\; \therefore v^2 = 3600$

$v = 60\ \text{m s}^{-1}$

(e) ආරම්භක ප්‍රවේගය, $u = 0$, අවසාන ප්‍රවේගය, $v = 60\ \text{m s}^{-1}$, ත්වරණය, $a = 0.9\ \text{m s}^{-2}$; $v^2 = u^2+2as$

භාවිතයෙන් $(60)^2 = 0+2\times0.9\times s$; $s = \dfrac{3600}{1.8}$ **m = 2000 m = 2 km**

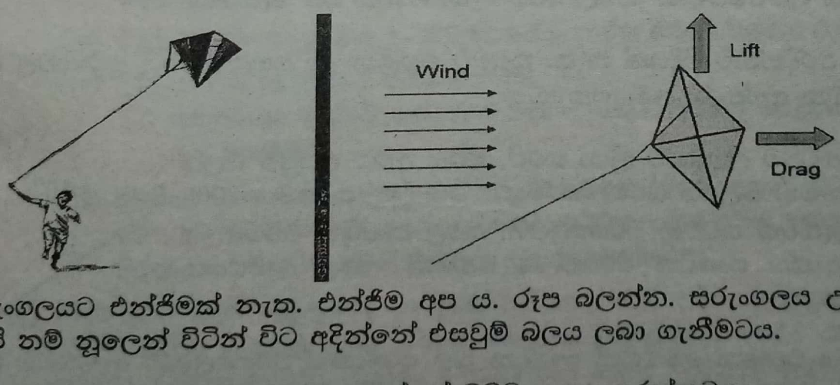
ගුවන් පථයට අවශ්‍ය අවම දිග **= 2 km**

(f) ගුවන් නියමුවෝ, සුළං හමන දිශාවට එරෙහි දිශාවට ත්වරණය කරනු ලබන්නේ **v** සඳහා වැඩි අගයක් ලබා ගැනීම සඳහාය. (**v** - ගුවන් යානයට සාපේක්ෂව වායු අණුවල වේගය) *හෝ* වැඩි එසවුම් බලයක් අයත් කර ගැනීම සඳහාය. (එමනිසා ගුවන් යානයේ එන්ජින් මගින් ලබාදිය යුතු ජවය අඩුවේ). *හෝ* (පොළවට සාපේක්ෂව) වඩා අඩු වේගයකින් ගුවන් යානයට ගුවන් ගත විය හැක.

ප්‍රශ්නයේ විවරණය

බ'නූලි ආවරණය මගින් පමණක් අහස් යානයක එසවුම් බලය ලබාදී එය ගුවන්ගතවන ගැටලුවක් 2006, දී තිබුණි. මෙම ගැටලුවේ ඇත්තේ අහස් යානයක් ගමන් කරන විට යානයේ තටුමත වායු අණු ගැටීම නිසා ඇතිවන ගම්‍යතා වෙනසිනුත් එසවුම් බලයක් ලැබීමයි. එමගිනුත් සෑහෙන තරමේ එසවුම් බලයක් ලැබෙන බව ගැටලුව සෑදීමේදී පෙනේ. එමගින් ලැබෙන එසවුම් බලය $24v^2$ ය. බ'නූලි ආවරණයෙන් ලැබෙන එසවුම් බලය $96v^2$ වේ. බ'නූලි ආවරණය මගින් ලැබෙන එසවුම් බලය අණු ගැටීම නිසා ඇතිවන එසවුම් බලය මෙන් හතර ගුණයකි. මෙවන් අනුපාතයක් ප්‍රායෝගික වශයෙන්ද නිවැරදි බව සොයා ගෙන තිබේ.

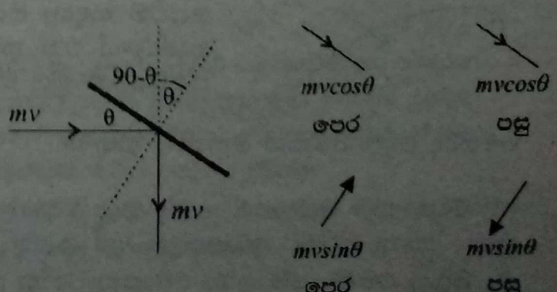
බොහෝ විට ඔබ උගෙන ගෙන ඇත්තේ අහස් යානයක් ගුවන් ගතවීමට බ'නූලි ආවරණය පමණක් දායක වේය යන්නය. බ'නූලි ප්‍රමේයය උගෙන ගැනීමේදී සඳහන් කරන්නා වූ එක් ප්‍රායෝගික සංසිද්ධියක් වන්නේ ද මෙයයි.



සරුංගලයක් ඉහළට එසවෙන්නේ තනිකරම වායු අණුවලින් සිදුවන සංඝට්ටන මගින් ලැබෙන බලයෙන් ය. සරුංගලය ගුවනට නැංවීමට සරුංගලය හරි පැත්තට තියාගෙන නූලෙන් ඇදගෙන දුවන්නේ මෙම එසවුම් බලය ලබා ගැනීමටය. අහස් යානයක් මෙන් චලිත වීමට සරුංගලයට එන්ජිමක් නැත. එන්ජිම අප ය. රූප බලන්න. සරුංගලය උඩ නැග්ග පසුත් පහළට වැටීමට යන්න දරයි නම් නූලෙන් විටින් විට අදින්නේ එසවුම් බලය ලබා ගැනීමටය.

ප්‍රශ්නය කුඩා කොටස්වලට කඩා ඇත්තේ ඔබට පහසු කරන්නටය.

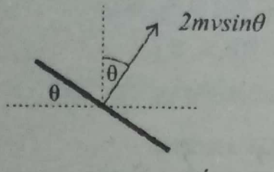
(a) (i) (1) රූපයේ අවශ්‍ය දිශා ටික සලකුණු කොට ඇත. පොළොවට සාපේක්ෂව වායු අණු නිසල නිසා අහස් යානයට සාප්ක්ෂව වායු අණුවල වේගය v වේ. මෙය 2006 දී අසා තිබුනි.



තටුව ඔස්සේ ගම්‍යතා වෙනසක් සිදු නොවේ.

කෙළින්ම අසා ඇත්තේ ද තටුවට ලම්බක දිශාවට සිදුවන ගම්‍යතා වෙනසය. $mv\sin\theta - (-mv\sin\theta) = 2mv\sin\theta$. මෙවැනි ගැටලු ඔබ සාද ඇත. බෝලයක් v වේගයකින් බිත්තියක හැපී නැවත එම වේගයෙන්ම පොලා පනී නම් සිදුවන ගම්‍යතා වෙනස $2mv$ බව ඔබ දනී.

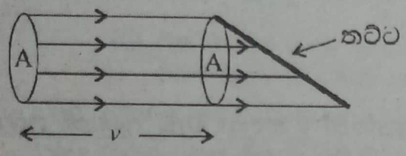
(ii) දැන් එසවුම් බලය සෙවීම සඳහා තත්පරයකට තටුවේ ගැටෙන වායු අණු සංඛ්‍යාවද (N) සිරස් අතට සිදුවන ගම්‍යතා වෙනස ද දැන ගත යුතු ය. ගම්‍යතා වෙනසේ සිරස් සංරචකය සොයන විට කෝණය හරියට සොයා ගත යුතු ය.



(වායු අණු මගින් තට්ටට)

එය $2mv\sin\theta\cos\theta$ වේ.

(b) දැන් N වලට ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කළ යුතු ය. මෙය සෙවීම සඳහා ඔබට ඉඟි සපයා ඇත. එසේ නොදුන්නේ නම් බොහෝ දරුවන් මෙතනින් එහාට හිර වේ.



සඵල වර්ගඵලය යනු ආනතවී ඇති තට්ටේ වර්ගඵලය සිරස් දිශාවට ඇති කරන ප්‍රක්ෂේපණයයි. වායු අණු තත්පරයකට ගමන් කරන දුර v වේ. එසේ නම් තත්පරයකදී Av පරිමාවකින් යුත් සිලින්ඩරයක ඇති වායු අණු තට්ටේ ගැටේ. ඕන නම් ජලය ගලනවා කියා සිතන්න. තත්පරයක් තුළදී Av පරිමාවේ පිරුණු ජලය ඊළඟ තත්පරයේදී එයින් ඉවත් විය යුතු ය. අලුත් ජල පරිමාවකට ඉඩ දී. ඉතින් සිලින්ඩරයෙන් ඉවත් වූ ජලය කොහේ යන්නද තටුවේ වදිනවා මිසක්.

(i) ඝනත්වය යනු ඒකක පරිමාවක ස්කන්ධයයි. එසේ නම් Av පරිමාවක ස්කන්ධය Avd නොවේද ?

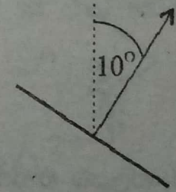
(ii) එක් වායු අණුවක ස්කන්ධය m වේ. එසේ නම් Avd ස්කන්ධයක් තුළ කොපමණ වායු අණු සංඛ්‍යාවක් තිබේ ද?
$\frac{Avd}{m}$

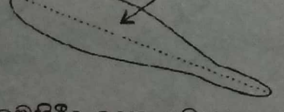
(iii) දැන් ඉතින් (a) (ii) හි ලබා ගත් සිරස් බලය සඳහා ප්‍රකාශනයේ N සඳහා ආදේශ කොට තටු දෙකක් ඇති නිසා දෙකන් ගුණ කරන්න. සමහර දරුවන්ට මේ 2 අමතක වී තිබුණි. තටු දෙකම යන්න කළු කර ඇත්තේද ඔබට මතක් වන්නටය.

(iv) දැන් ඉතින් ආදේශ කරන්න. සමහර දරුවන් වර්ගඵලය සඳහා A වෙනුවට, $A\sin\theta$ ගෙන තිබිණි. ඔවුන්ට සඵල වර්ගඵලය හරිහැටි තේරුම් ගොස් තිබුණේ නැත. සමහරු A ලෙස ගෙන ඇත්තේ තටුවේ වර්ගඵලයයි. A තටුවේ වර්ගඵලය නම් වර්ගඵලයේ සිරස් ප්‍රක්ෂේපණය (සඵල වර්ගඵලය) $A\sin\theta$ බව ඇත්තය.

(c) (i) මේ කොටස ඔබට හුරු පුරුදුය. වරදින්නට විදියක් නැත. තටුවට ඉහළින් හා පහළින් වායු ප්‍රවාහවල වේග දී ඇත. බ'නූලි සමීකරණය දැමීමෙන් පීඩන අන්තරය ලබා ගත හැක.

(ii) පීඩන අන්තරයෙන් ලැබෙන බලය තටුවට ලම්බකව ක්‍රියා කරයි. සිරස් අතට එසවුම් බලය ලබා ගැනීමට පීඩන අන්තරය නිසා ලැබෙන බලයේ සිරස් සංරචකය ගත යුතු ය. මෙය 2006 දී ද පරීක්ෂා කොට ඇත. මෙතන, දී ඇත්තේ තටුවක වර්ගඵලයයි. සඵල පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය කියා දී ඇත. තටුවක හැඩය නිසා ඇත්ත පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය වන්නේ තල පෘෂ්ඨයක වර්ගඵලය නොවේ. පහත රූපය බලන්න.





සඵල පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය වන්නේ මෙමගින් සෑදෙන තල පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලයයි. ඇත්තටම බලය සෙවීම සඳහා පීඩන අන්තරය ගුණ කල යුත්තේ බලයට ලම්බක වර්ගඵලයයි. නැතුව පෘෂ්ඨයේ එක් තැනකින් පටන් ගෙන අත ගාගෙන ගොස් නැවත එතනට පැමිනීමේදී ස්පර්ශවන මුලු වර්ගඵලය නොවේ.

මෙහිදීද දෙක අමතක නොකළ යුතු ය.

(d) මෙතැනට වෙනකම් ලස්සනට හදාගෙන ආපු දරුවෝ මුළු එසවුම් බලය ලබා ගැනීමට සඳහා F_c හා F_b එකට එකතු කිරීමට අමතක කළෝ ය. ඔවුන් යානයේ බරට සමාන කොට තිබුනේ බ'නූලි ආචරණය නිසා ලැබි F_b බලය පමණි. මෙ ඉතා අවාසනාවන්ත තත්වයකි. ප්‍රශ්නයේ මුලින්ම එසවුම් බලය, බල දෙකක් මගින් ලබා දේ කියා සඳහන් කොට බල දෙකක් යන්න කළු කොට ඇත. නමුත් අවාසනාවකට බොහෝ දරුවන්ට මෙය miss විය.

(e) මෙය නම් **peanuts** ය. ගුවන් පථවල දිග වන්නේ **2 km - 2.5 km** පමණය.

(f) සුළං හමන දිශාවට විරුද්ධ දිශාවට ගමන් කරන විට ගුවන් යානයට සාපේක්ෂව සුළගේ වේගය වැඩිවේ.

$$v_{A,P}(v) = v_{A,E} + v_{E,P} = \overrightarrow{v_1} + \overrightarrow{v_2} \qquad A\text{ - සුළඟ ; } P\text{ - යානය} \quad ; \; v_{P,E} = \overleftarrow{v_2} \qquad v_{E,P} = \overrightarrow{v_2}$$

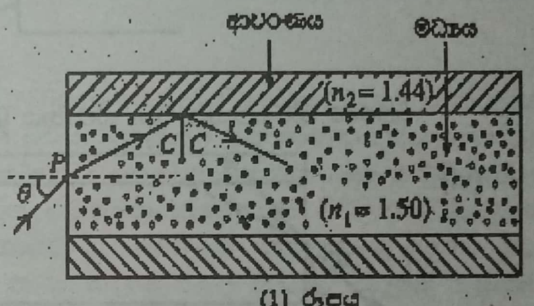
එවිට v වල අගය වැඩිවේ. එසේ වීමෙන් F_c මෙන්ම F_b ද වැඩිවේ. බල දෙකම සමානුපාතික වන්නේ v^2 ටය. ගුවන් යානයට අමතර **bonus** එකක් ලැබේ. තෙල් ටිකක් වෙන්න ඉතිරි කර ගත හැක.

මේ සුළං හමන දිශාව පිළිබඳ සහ වායු අණු ගැටීමෙනුත් එසවුම් බලයක් ලැබෙන බව 2006 විවරණයේ සඳහන් කොට ඇත. එහිදී ගැටීම් නිසා හා බ'නුලි ආවරණය යන ක්‍රම දෙකෙන්ම ලැබෙන අවසාන ප්‍රතිඵලය එකම වේ කියා සඳහන් කොට ඇත. මෙහි අවසාන ප්‍රතිඵලය යනු එසවුම් බලයයි. අවසාන ප්‍රතිඵලය එකම වේය යන්නෙන් එක් බලයක් අනෙක් බලයෙන් ප්‍රතිස්ථාපනය කළ හැකි බවක් ගම්‍ය නොවේ. නමුත් මෙතුවක් කල් අප කළේ සරල බ'නුලි ආවරණය යෙදීම පමණි.

මේ ගැටලුව අප සරල ගණිතයෙන් හැදුවත් මෙහි සෛද්ධාන්තික පැත්ත එතරම් සරල නැත. මෙවැනි දෑ ප්‍රායෝගිකව සැලසුම් කරන්නේ සුළං උමං (**wind tunnel**) තුළය. සුළං කෘතිමව යැවීමට සලස්වා තටුවල එක් එක් හැඩ සඳහා ලැබෙන එසවුම් බලය නිරීක්ෂණය කළ හැක. එවැනි ප්‍රායෝගික පරීක්ෂණවල දී පවා බල දෙකම v^2 ට සමානුපාතික වන බව සොයා ගෙන ඇත.

6. නවීන ලෝකයේ විදුලි සංදේශ සහ වෛද්‍ය විද්‍යා වැනි බොහෝ ක්ෂේත්‍රවල ප්‍රකාශ තන්තු භාවිත කරයි. 'පියවර-දර්ශක' තන්තුවක් ලෙසින් හැඳින්වෙන ප්‍රකාශ තන්තුවක හරස්කඩක් (1) රූපයේ පෙන්වා ඇත.

මධ්‍යය ලෙසින් හැඳින්වෙන තන්තුවේ අභ්‍යන්තර කොටස වර්තන අංකය 1.50 වන පාරදෘශ්‍ය ද්‍රව්‍යයකින් සාද ඇති අතර ආවරණය ලෙසින් හැඳින්වෙන තන්තුවේ බාහිර ස්තරය වර්තන අංකය 1.44 වන වෙනත් පාරදෘශ්‍ය ද්‍රව්‍යයකින් සාද ඇත.



(1) රූපය

(a) (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට වාතයේ ගමන් ගන්නා ඒකවර්ණ ආලෝක කිරණයක් θ පතන කෝණයක් සහිතව තන්තුවේ එක් කෙළවරකට ඇතුළු වී මධ්‍යයට වර්තනය වේ. ඉන්පසු මධ්‍ය – ආවරණ අතුරු මුහුණතට, කිරණය පතනය වන්නේ එම අතුරු මුහුණතට අනුරූප C අවධි කෝණයෙනි. ($\sin 16° = 0.28$; $\sin 25° = 0.42$; $\sin 74° = 0.96$)

(i) C හි අගය ගණනය කරන්න.

(ii) එනයින් θ හි අගය ගණනය කරන්න.

(iii) මධ්‍ය-ආවරණ අතුරු මුහුණතෙන් පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් වී තන්තුව ඔස්සේ කිරණය සම්ප්‍රේෂණය වීම සඳහා θ ට තිබිය යුතු අගය පරාසය සොයන්න.

(iv) විදුලි සංදේශ කටයුතුවල දී මෙවැනි තන්තු භාවිත කිරීමේ වැදගත් වාසියක් ලියා දක්වන්න.

(v) (1) පරාවර්තන ඔත්තේ සංඛ්‍යාවක් සහ

(2) පරාවර්තන ඉරට්ටේ සංඛ්‍යාවක් පදහා තන්තුවේ අනෙක් කෙළවරෙන් නිර්ගත වන කිරණවල ගමන් මාර්ග ඇඳ පෙන්වන්න.

(vi) පවසින පතන කිරණයත් සමග (1) රූපය ඔබගේ පිළිතුරු පත්‍රයට පිටපත් කරගෙන P ලක්ෂ්‍යය මත පතනය වී අනතුරුව මධ්‍ය-ආවරණ අතුරු මුහුණතට වැටෙන නමුත් පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් නොවන පතන කිරණයක සම්පූර්ණ ගමන් මාර්ගය ඇඳ පෙන්වන්න.

(b) 3 km දිගක් සහිත සෘජු ප්‍රකාශ තන්තුවක එක් කෙළවරකට ලම්බකව එය තුළට රතු සහ නිල් කෙටි ආලෝක ස්පන්ද දෙකක් එකවිට ම යවනු ලැබේ. අනෙක් කෙළවරෙන් නිර්ගමනය වනවිට රතු සහ නිල් ආලෝක ස්පන්ද අතර කාල පරතරය ගණනය කරන්න. (වාතයේ දී ආලෝකයේ වේගය 3.00×10^8 m s^{-1} වන අතර නිල් සහ රතු ආලෝකය සඳහා වර්තන අංක පිළිවෙළින් 1.53 හා 1.48 වේ.)

(c) (i) ආලෝක සංඥ වඩාත් කාර්යක්ෂමව සම්ප්‍රේෂණය කිරීම සඳහා තන්තුවේ මැද (අක්ෂය) සිට තන්තුවේ බාහිර පෘෂ්ඨය තෙක් එහි වර්තන අංකය සන්තතිකව සහ ක්‍රමයෙන් අඩුවන ලෙස සමහර ප්‍රකාශ තන්තු සාද ඇත. මෙවැනි ප්‍රකාශ තන්තුවක් 'වර්ග කළ - දර්ශක' තන්තුවක් ලෙසට හැඳින්වේ. පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තන දෙකක කාල පරාසයක් තුළ මෙවැනි තන්තුවක් ඔස්සේ සම්ප්‍රේෂණය වන ඒකවර්ණ ආලෝක කිරණයක ගමන් මාර්ගය අඳින්න.

(ii) ඒකවර්ණ වෙනුවට පතන කිරණය නිල් සහ රතු වර්ණවලින් සමන්විත වූයේ නම් ඒවා තන්තුව තුළ එක ම පථයක් ඔස්සේ ගමන් කරයි ද? රූප සටහනක් ඇසුරෙන් ඔබගේ පිළිතුර පැහැදිලි කරන්න.

(*a*) (i) $1.5\sin C = 1.44$; $\sin C = \frac{1.44}{1.5} = 0.9$; $C = 74^0$

(ii) පළමු පෘෂ්ඨයේ දී වර්තන කෝණය $(r) = 90° - C$ (90^o න් C අඩු කිරීම සඳහා)

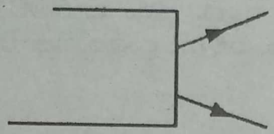
$\sin\theta = 1.5\sin r\ (\sin 16^0)$; $\sin\theta = 1.5 \times 0.28 = 0.42$; $\theta = 25^0$

(iii) θ හි අගය පරාසය $\theta: 0 < \theta \leq 25^0 OR -25^0 \leq \theta \leq 25^0$ (0^0 සිට 25^0 ත් බාර ගත හැක)

(iv) වාසිය –බාහිර විද්‍යුත් චුම්බක තරංග මගින් / බාහිර විද්‍යුත් ඝෝෂා මගින් ඇතිවන බාධනය වලක්වා ගත හැක *හෝ* විශාල කලාප පළලක් පැවතීම *හෝ* සම්ප්‍රේෂණ හානිය අඩුය *හෝ* තාප උත්සර්ජනය අඩුය *හෝ* තන්තු අතර අනවශ්‍ය සංඥා හුවමාරුවක් නැත *හෝ* වඩා ආරක්ෂාකාරී වේ.

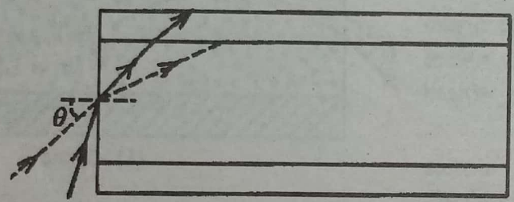
(එක් වාසියක් සඳහා)

(v)



[කිරණ නිර්ගමනය වන ස්ථානය (ලක්ෂ්‍යය) නොසලකන්න. දිශාව පමණක් බලන්න]

(vi)



(මෙම ලකුණ ලබාගැනීමට පළමු පෘෂ්ඨයේ දී පතන කෝණය θ අගයට වඩා වැඩිවිය යුතු අතර, පළමු පෘෂ්ඨයේ වර්තන කිරණය ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇති රූපයේ වර්තන කිරණයට වඩා වම් පැත්තෙන් පිහිටිය යුතුය)

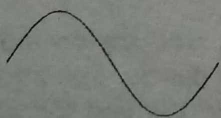
(b) ප්‍රකාශ තන්තුව තුළදී නිල් ආලෝකයේ වේගය $= \frac{3\times10^8}{1.53}$ *හෝ* ප්‍රකාශ තන්තුව තුළදී රතු ආලෝකයේ වේගය $= \frac{3\times10^8}{1.48}$ (වාතය තුළ ආලෝකයේ වේගය, වර්තන අංකයෙන් බෙදීම සඳහා)

නිල් ආලෝකය ගන්නා කාලය $= \frac{3\times10^3}{3\times10^8} \times 1.53$ *හෝ* රතු ආලෝකය ගන්නා කාලය $= \frac{3\times10^3}{3\times10^8} \times 1.48$

(දිග, තන්තුව තුළ ආලෝකයේ වේගයෙන් බෙදීම සඳහා)

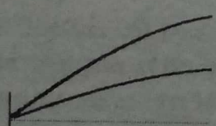
කාල පරතරය $= 1.53 \times 10^{-5} - 1.48 \times 10^{-5} = 0.05 \times 10^{-5}$s ($0.5\ \mu$s)

(c) (i)



(මේ ආකාරයේ වක්‍ර හැඩයක් සඳහා)

(ii)



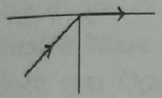
(පෙන්වා ඇති පරිදි කිරණ දෙකක් සඳහා; නිවැරදි එක් කිරණයක්වත් නම් කළ යුතුය)

නිල් සහ රතු කිරණ සඳහා තන්තුව තුළ වේග/වර්තන අංක/තරංග ආයාම වෙනස්ය.

ප්‍රශ්නයේ විවරණය

මේ ආකාරයේම ගැටලු 2002 සහ 1997, දී ඇත. මුල් කොටස් ඉතා සරලය. 'පියවර දර්ශක' ප්‍රකාශ තන්තුවක මැද වර්තනාංකයෙන් වැඩි ද්‍රව්‍යයක් හා ඊට පිටින් වර්තනාංකය අඩු ද්‍රව්‍යයක් ඇත. 'පියවර දර්ශක' යන්නෙන් අදහස් වන්නේ වර්තනාංකය යම් අගයක පැවතී එකවිටම වෙනත් අගයකට වෙනස් වීමයි.

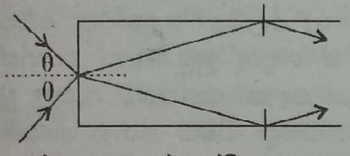
(a) (i) අවධි අවස්ථාව සඳහා ස්නෙල් නියමය දැමූ විට C ලැබේ. සයින් අගයයන්, දී ඇති නිසා ගණිතය ඉතා පහසුවේ. එලෙසම නිවැරදි උත්තර ලැබී ඇති බවට ද තහවුරු කරගත හැක. හරියටම අවධි කෝණ අවස්ථාවේදී වර්තිත කිරණය යා යුත්තේ අතුරු මුහුණත ඔස්සේ ය. පහත පෙන්වා ඇති ආකාරයට ය.



මෙම අවස්ථාව ප්‍රායෝගික වශයෙන් වැදගත් නැත. C ගණනය කරන්නේ මෙම අවස්ථාවට අදාළවය. නැතුව C සෙවිය නොහැක. ප්‍රශ්නයේ ඇඳ ඇති අවස්ථාවත් C ම වාගේය. එහි ප්‍රශ්නයක් ඇති කර ගත යුතු නැත. ප්‍රායෝගිකව වටින්නේ මෙම අවස්ථාවය.

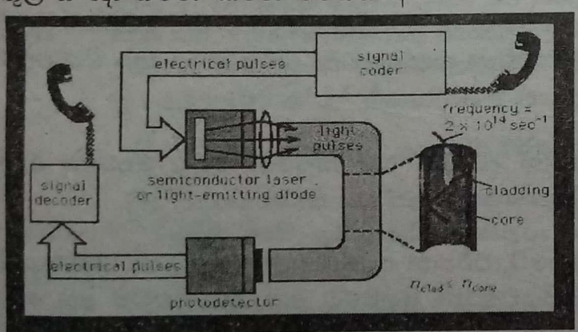
(ii) C සෙවූ පසු θ සෙවිය හැක.

(iii) θ, 0° සිට 25°දක්වා පරාසයක තිබිය යුතුය. θ, 25° ට වැඩි වුනොත් ඒ අනුව r වැඩිවේ. r වැඩි වූ විට මාධ්‍ය වෙන්වන අතුරු මුහුණතට කිරණය පතනය වන කෝණය C අගයට (74°) ට වඩා අඩුවේ. එවිට කිරණය පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් නොවී දෙවන මාධ්‍යයට වර්තනය වේ. අවශ්‍ය නම් θ හි, ඍණ අගයයන්ද (කිරණය ඉහළින් ඇවිත් පතනය වීම) සැලකිය හැක.



වාසි කිහිපයක්ම සඳහන් කොට ඇත. බොහෝ දරුවන් ලියන්නේ ශක්ති හානියකින් තොරව සංඥා / තොරතුරු යැවිය හැකි බවයි. කෙළින්ම පෙනෙන්න තියෙන හේතුව එයයි. සම්ප්‍රේෂණ හානිය අඩුවේ කියන්නෙත් මෙයටමය. සන්නායක කම්බි ඔස්සේ විද්‍යුත් ස්පන්දන යැවූ විට පිටත විද්‍යුත් - චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් විචලනය වුවහොත් සන්නායකයේ ප්‍රේරිත ධාරා ඇතිවිය හැකි නමුත් ප්‍රකාශ තන්තු සන්නායක ද්‍රව්‍ය නොවන නිසා එවැනි ප්‍රේරිත ධාරා ජනිත නොවේ. ප්‍රකාශ තන්තුවලට අකුණු සැර වැදීමේ අවදානමක්ද නැත. කලාප පළල වැඩිවේ යන්නෙන් අදහස් වන්නේ වැඩි පරාසයක ඇති සංඛ්‍යාත (තරංග ආයාම) සම්ප්‍රේෂණය කළ හැකි වීමයි. දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතයට අයිති ඕනෑම තරංග ආයාමයක් හෝ ලේසර් කදම්බයක් ප්‍රකාශ තන්තුවක් ඔස්සේ යැවිය හැක.

තවද මෙම ප්‍රකාශ තන්තු ඉතා සිහින්ව සෑදිය හැකි නිසා මහත එක් තඹ කම්බියක ප්‍රමාණයක් තුළ මෙවැනි සිහින් තන්තු ගොඩක් ගොනු කළ හැක. සිහින් තන්තු ගොඩක් තිබ්බත් ඒ එකිනෙක අතර අනවශ්‍ය සංඥා හුවමාරුවක් නැත. එමනිසා දත්තවල ආරක්ෂාව (**data security**) රකේ. ප්‍රකාශ තන්තුවක් ඔස්සේ සම්ප්‍රේෂණය වන්නේ විද්‍යුතය නොවන නිසා තාප උත්සර්ජනය ඉතා අඩුය. එමනිසා ගිනි ගැනීම් වැනි දෑ සිදු නොවේ. අවසාන වශයෙන් ප්‍රකාශ තන්තු නැමෙන සුළු (**flexible**) නිසා පහසුවෙන් සවිකළ හැක. ප්‍රකාශ තන්තුවක් තුළ හා සන්නායක කේබලයක් තුළ සංඥා ගමන් කරන වේගය අතර නම් එපමණ වෙනසක් නැත. සාමාන්‍ය සමාක්ෂ (**coaxial**) තඹ කේබලයක



විද්‍යුත් සංඥා නිදහස් අවකාශයේ ආලෝකයේ වේගය මෙන් $\frac{2}{3}$ක පමණ ($\sim 2\times10^{8}$ m s^{-1}) වේගයකින් ගමන් කරයි. ප්‍රකාශ තන්තුවක මධ්‍යය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ වර්තනාංකය 1.5 ලෙස ගතහොත් තන්තුව තුළ ආලෝකයේ වේගයද 2×10^{8} m s^{-1}වේ. එමනිසා වේග අතින් වාසියක් නැත. විදුලි සංදේශ කටයුතුවලදී යොදා ගන්නා පරිපථ රූප සටහනක් මෙහි පෙන්වා ඇත. විද්‍යුත් සංඥ ආලෝකය බවට හරවා තන්තුවේ අගදී ප්‍රකාශ දියෝඩ මගින් නැවතත් විද්‍යුත් සංඥ බවට හැරවේ.

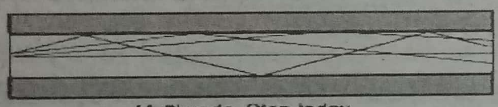
(v). බොහෝ දරුවන් පරාවර්තන සැහෙන සංඛ්‍යාවක් ඇඳ පිළිතුරු සොයාගෙන තිබුණි. කුඩාම ඔත්තේ සංඛ්‍යාව එකකි. එමනිසා ඔත්තේ සංඛ්‍යාවක් සැලකීම සඳහා පරාවර්තන එකක් සැලකුවේ නම් ඇතිය. එය ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇඳ ඇත. එය දිහා බැලුවේ නම් නිර්ගත (පරාවර්තිත) කිරණය පහළ පැත්තට එන බව පෙනේ. කුඩාම් ඉරට්ටේ සංඛ්‍යාව දෙකකි. පරාවර්තන දෙකක් සිදුවූ විට පරාවර්තිත කිරණය ඉහළට යන බව පහසුවෙන් පෙනේ.

මේ සඳහා පරාවර්තන ගොඩක් ඇඳිය යුතු නොවේ. ගොඩක් ඇඳල තීරණය කළත් කමක් නැත. ප්‍රශ්නයෙන් අසන්නේ නිර්ගත (තන්තුවෙන් ඉවත් වන) කිරණවල ගමන් මාර්ග පමණි. තන්තුව තුළ කිරණවල ගමන් මාර්ග ඇඳීම අත්‍යවශ්‍ය නොවේ.

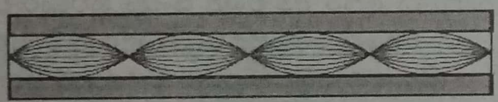
(vi) මෙයත් පහසුය. නමුත් ලකුණු ලබා ගැනීමට නම් පතන කිරණයේ පතන කෝණය ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇඳ ඇති θ කෝණයට වඩා වැඩි වනසේ ඇඳිය යුතුය. (1) රූපය පිටපත් කරගෙන කිරණයේ ගමන් මාර්ගය අඳින්න කියා උපදෙස් දී ඇත්තේ එබැවිනි. බොහෝ දරුවන් ඔහේ ගමන් මාර්ගයක් ඇඳ තිබුනා විනා උපදෙස් හරියට පිළිපැද තිබුනේ නැත. කිරණය පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් නොවේ නම් පළමු පෘෂ්ඨයේදී පතන කෝණය θ ට වඩා වැඩි විය යුතුය. එවිට පළමු පෘෂ්ඨයෙන් වර්තනය වන කෝණයද විශාල වේ. දෙවන මාධ්‍යයට වර්තනය වන විට අභිලම්බයෙන් ටිකක් පිටතට යා යුතුය. (1.50 සිට 1.**44** ට) ඉන්පසු කිරණය වාතයට නිර්ගමනය වන්නේ යැයි සිතා එම ගමන් මාර්ගය ඇඳීමට අවශ්‍ය නැත.

(b) සරල ගණිතයය. නිල් සහ රතු ආලෝකය සඳහා තන්තුව තුළ වේගය සොයා කාලය සෙවීම සඳහා දුර වේගයෙන් බෙදිය යුතුය. මෙහිදී වේගය සොයන විට වාතයේදී ආලෝකයේ වේගය අදාළ වර්තනාංකයෙන් බෙදන විට ඒ තැන්වලදී සුළු නොකර සිටියේ නම් ගණිතය ඉතා පහසු වේ. උදාහරණයක් වශයෙන් තන්තුව තුළ නිල් ආලෝකයේ වේගය $= \frac{3\times10^8}{1.53}$. මෙය බෙදීම කරදර සහිතය. මෙක මෙහෙමම තියාගෙන කාලය සොයන්න. දුර 3×10^3 **m.** මෙයින් $\frac{3\times10^8}{1.53}$ බෙදූ විට **3,3** කැපී යයි. තන්තුවේ දිග **3 km** ලෙස දී ඇත්තේ තුන කපා ගන්නටය. උත්තර නිකම්ම ලැබේ. උත්තරයක් අසා නොමැති නම් අතර මඟදී කිසිවිටක සුළු කිරීමට නොයන්න.

(c) (i) ඒකවර්ණ ආලෝකය කිව්වත් කිසිදු ආලෝක කදම්බයක් පරිපූර්ණ වශයෙන් **(100% ක්ම)** ඒකවර්ණ නොවේ. සුළු තරංග ආයාම පරාසයක් තිබිය හැක. එවිට පළමු පෘෂ්ඨයේ වර්තනයේදීම විවිධ තරංග ආයාම වෙනස් දිශාවන් ඔස්සේ වර්තනය වේ. මෙම සංසිද්ධිය ආලෝකයේ අපකිරණය **(dispersion)** ලෙසින් හඳුන්වමු. එවිට විවිධ තරංග ආයාම පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් වන්නේ මාධ්‍ය දෙකේ අතුරු මුහුණතේ වෙනස් තැන්වලිනි. මෙසේ පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තන දිගටම සිදුවන විට පටු කදම්බයක් ලෙස තන්තුවට ඇතුලු වූ ආලෝකය තන්තුවෙන් ඉවත් වන විට පළල් පැතිරි ඇති කදම්බයක් බවට පත්වේ. තවද විවිධ තරංග ආයාම තන්තුව තුල ගමන් කරන්නේ වෙනස් වූ දුරවල්ය. තන්තුවෙන් ඉවත් වන විට තරංග ආයාම එළියට එන්නේ එකම නොවූ වෙනස් කාලවලදීය. එමනිසා අනෙක් අන්තයෙන් එළියට එන සංඥාව දෝෂ සහිත සහ විකෘති වේ. (පහත රූපය බලන්න)



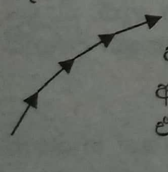
Multimode, Step-index



Multimode, Graded Index

මෙම අවහිරය (වර්ග කල දර්ශක) තන්තුවක් භාවිතා කිරීමෙන් අවම කර ගත හැක. පෙරදී මෙන්ම විවිධ තරංග වෙනස් පථවලට වර්තනය වූවත් වර්තන අංකය සන්තතිකව සහ ක්‍රමයෙන් අඩුවන නිසා ඒවායේ ගමන් මාර්ග සරල රේඛා නොව වක්‍ර හැඩයක් ගනී. තරංග ආයාම විවිධ වන විට අවධි කෝණද විවිධ වේ. එමනිසා විවිධ තරංග ආයාම පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් වන්නේ තන්තුවේ තමන්ට ආවේනික වූ ලක්ෂ්‍යයකිනි. නමුත් පරාවර්තනය වූ කිරණ අක්ෂය කරා නැවත එනවිට එම තරංග ආයාම අත්දකින්නේ සන්තතිකව සහ ක්‍රමයෙන් වැඩිවන වර්තන අංක සහිත ප්‍රදේශයන්ය. එමනිසා මුලදී බෙදුනු ටික නැවත අක්ෂය කරා ඒමේදී එක්වේ. (රූපය බලන්න.) එමනිසා තන්තුවෙන් නිර්ගමනය වන විට පෙර මෙන් විකෘතියක් ඇති නොවන පරිදි බබා එළියට ගත හැක.

(c) (i) සඳහා ඔබ ඇඳිය යුත්තේ වක්‍රාකාර හැඩයක් පමණි. බොහෝ දරුවන් ඇඳ තිබුනේ පහත පෙන්වා ඇති හැඩයය.

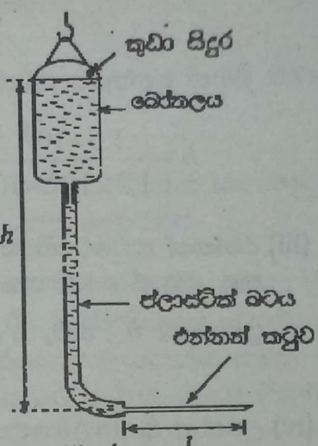


ඇඳ තිබුනේ සරල රේඛා කඩ කඩය. මෙය නිවැරදි නොවේ. වර්තන අංකය සන්තතිකව සහ ක්‍රමයෙන් අඩුවන බව දී ඇත. වර්තන අංකය වෙනස් වන්නේ පියවරෙන් පියවරට නොවේ. දිගටම අඩු වේ. එමනිසා ලැබිය යුතු පථය සුමට වක්‍රයක් විය යුතුය.

(ii) මෙයින් ඔබට මෙවැනි (වර්ග කල දර්ශක) තන්තුවක ඇති වාසිය පිළිබඳව යම් ඉඟියක් ලබා දේ. ඉහත රූපවල මෙන් තරංග ආයාම බෙදී නැවත අක්ෂයේදී එකතුවීම ඇඳීම දරුවෙකුගෙන් බලාපොරොත්තු විය නොහැක. එබැවින් අසන්නේ නිල් සහ රතු වර්ණවල බෙදීම පමණි. මෙම කරුණ ඔබ දනී. ප්‍රිස්මයක් හරහා සුදු ආලෝකය යැව්වත් වර්ණවලට බෙදෙන බව ඔබ **O/L** වලින් දනී. රතු ආලෝකයේ අපගමනය අඩු බවත් (වර්තන කෝණය වැඩිය) නිල් ආලෝකයේ අපගමනය වැඩි බවත් (වර්තන කෝණය අඩුය) ඔබ දනී. **(VBGYOR)**

මෙම කිරණ දෙක වෙන්ව ඇඳ හරියට ලේබල් කළා නම් ඇතිය. එක් ලේබලයක්වත් තිබිය යුතුය. නැතිනම් රතු මොකක්ද නිල් මොකක්ද කියා දන්නේ කොහොමද?

7. ආරෝග්‍යශාලා තුළ අනුගමනය කරන ප්‍රතිකාර ක්‍රියාමාර්ගයන් හි දී රෝගීන්ගේ ශිරා පද්ධතිය තුළට සේලයින්, ප්‍රතිජීවක, ඉන්සියුලින් වැනි තරල දිගු කාල පරාසයක් පුරා නික්ෂේපණය කිරීම බොහෝ විට අවශ්‍ය වේ. මේ සඳහා සාමාන්‍යයෙන් භාවිත කරන ක්‍රමයක් නම් තරලය ගුරුත්වය යටතේ රෝගියාට නික්ෂේපණය වීමට සැලැස්වීමයි. මෙහි දී නික්ෂේපණය කළ යුතු තරලය බෝතලයක අඩංගු කර ඇති අතර සිහින් ලෝහ නළයක ආකාරයේ ඇති එන්නත් කටුවක්, ප්ලාස්ටික් බටයක් මගින් (1) රූපයේ දක්වෙන ආකාරයට බෝතලයට සම්බන්ධ කර ඇත. එන්නත් කටුව රෝගියාගේ ශිරාවකට ඇතුළු කිරීම මගින් තරලය නික්ෂේපණය වීමට සලස්වයි.



(1) රූපය

(a) (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති ඇටවුම භාවිතයෙන් රෝගියකුට සේලයින් ද්‍රාවණයක් නික්ෂේපණය කළ යුතුව ඇතැයි සිතමු.

(i) r = එන්නත් කටුවේ අභ්‍යන්තර අරය; l = එන්නත් කටුවේ දිග; Q =. එන්නත් කටුව තුළින් සේලයින් ද්‍රාවණයේ පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව; η = සේලයින් ද්‍රාවණයේ දුස්ස්‍රාවිතාව; ΔP = එන්නත් කටුව හරහා පීඩන වෙනස ද. නම් කටුව තිරස්ව තබා ඇති විට r, l, Q සහ η ඇසුරෙන් ΔP සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

(ii) $r = 2\times10^{-4}$ m සහ $l = 3\times10^{-2}$ m වන එන්නත් කටුවක් භාවිත කළ විට, රෝගියාට ඇතුල් කිරීමට පෙර එය තුළින් ගලන පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව $Q = 1.5\times10^{-7}\,\mathrm{m^3\,s^{-1}}$ වේ. මෙම තත්ත්ව යටතේ දී (1) රූපයේ දක්වා ඇති h උස ගණනය කරන්න. ඔබට පහත දැක්වෙන දත්ත ද සපයා ඇත.

සේලයින් ද්‍රාවණයේ ඝනත්වය $= 1.2\times10^3\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$; $\eta = 2\times10^{-3}$ Pa s; $\pi = 3.0$ ලෙස ගන්න.

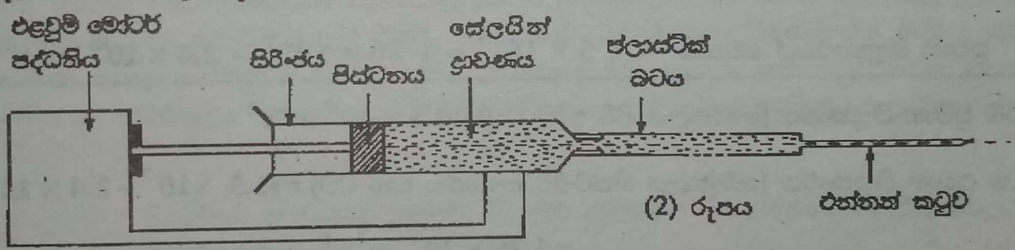
(iii) රෝගියාගේ ශිරාවක රුධිර පීඩනය, වායුගෝලීය පීඩනයට වඩා $3\times10^3\,\mathrm{N\,m^{-2}}$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි ස්ථානයකට එන්නත් කටුව ඇතුල් කළ විට එන්නත් කටුව තුළින් ගලන ආරම්භක පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව ඉහත (a) (ii) හි දෙන ලද අගයේ ම පවත්වා ගැනීමට උවමනා නම් h උස කොපමණ ප්‍රමාණයකින් වැඩි කළ යුතු ද?

(iv) සේලයින් බෝතලයේ දිග 0.2 m නම් සම්පූර්ණයෙන් පිරී ඇති සේලයින් බෝතලයක් සම්පූර්ණයෙන් ම වාගේ හිස් වන අවස්ථාව වන විට එන්නත් කටුව තුළින් ගලන පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව කොපමණ ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වේ ද?

(v) එනයින් එන්නත් කටුව තුළින් ගලන පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවයේ සාමාන්‍ය අගය සොයන්න.

(vi) සේලයින් බෝතලයක සේලයින් ද්‍රාවණය $1.104\times10^{-3}\,\mathrm{m^3}$ අඩංගු වේ නම් ඉහත (a) (v) හි ලබා ගත් ප්‍රතිඵලය භාවිත කොට සේලයින් බෝතලයක් සම්පූර්ණයෙන්ම රෝගියාට නික්ෂේපණය කිරීම සඳහා ගතවන කාලය සොයන්න.

(b) නියත නික්ෂේපණ ශීඝ්‍රතාවයක් පවත්වා ගැනීම තීරණාත්මක වනවිට ගුරුත්වය යටතේ නික්ෂේපණය ඉතා හොඳ ක්‍රමයක් නොවේ. මෙම අවස්ථාවේ දී නික්ෂේපණ යන්ත්‍රයක් භාවිත කිරීම වඩා යෝග්‍ය වේ. එවැනි නික්ෂේපණ යන්ත්‍රයක අදාළ කොටසෙහි දළ රූප සටහනක් (2) රූපයේ පෙන්වා ඇත.



(2) රූපය

මෙහි දී සිරිංජයකට තරලය පුරවා එම තරලය පාලනය කළ හැකි මෝටර් පද්ධතියක් මගින් ඉතා සෙමින් චලනය කළ හැකි පිස්ටනයක් භාවිතයෙන් තෙරපනු ලැබේ. ඉහත (a) (ii) හි විස්තර කරන ලද එන්නත් කටුව රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි මෙම යන්ත්‍රයට තිරස්ව සම්බන්ධ කර ඇතැයි සලකන්න. ඉහත (a) (iii) හි විස්තර කරන පරිදි රෝගියාට $Q = 1.5\times10^{-7}\,\mathrm{m^3\,s^{-1}}$ ශීඝ්‍රතාවයෙන් ම සේලයින් ද්‍රාවණය නික්ෂේපණය කිරීමට යන්ත්‍රය භාවිත කරනු ලැබේ.

(i) සිරිංජයේ අභ්‍යන්තර හරස්කඩ වර්ගඵලය $1.2\times10^{-3}\,\mathrm{m^2}$ නම් පිස්ටනය කවර වේගයකින් චලනය කළ යුතු ද?

(ii) සිරිංජය හරහා සහ ප්ලාස්ටික් බටය [(2) රූපය බලන්න.] හරහා සේලයින් ද්‍රාවණයේ පීඩන අන්තර නොසැලකිය හැකි තරම් කුඩා යැයි. උපකල්පනය කර පිස්ටනය මගින් සේලයින් ද්‍රාවණය මත ඇති කරන නියත බලය සොයන්න.

(iii) එළවුම් මෝටර් පද්ධතිය මගින් පිස්ටනය මත කාර්ය කිරීමේ ශීඝ්‍රතාව ගණනය කරන්න.

(a) (i) පීඩන වෙනස = $\Delta P = \dfrac{8\eta l}{\pi r^4} Q$

(ii) $r = 2\times10^{-4}$ m, $l = 3\times10^{-2}$ m, $Q = 1.5\times10^{-7}\,\mathrm{m^3\,s^{-1}}$ ලෙස දී ඇති විට

$$\Delta P = \frac{8\times2\times10^{-3}\times3\times10^{-2}}{3\times\left(2\times10^{-4}\right)^4}\times1.5\times10^{-7}\ ;\ \Delta P = 1.5\times10^{4}\ \mathrm{N\,m^{-2}}$$

∴ මෙම පීඩන අන්තරය පවත්වා ගැනීම සඳහා තිබිය යුතු **h** හි අගය, $hdg = \Delta P = 1.5\times10^4$ යන්නෙන් ලැබේ

$$h = \frac{1.5\times10^4}{1.2\times10^3\times10} = \mathbf{1.25\ m}$$

(iii) එන්නත් කටුවේ නිදහස් කෙළවරේ පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනයට වඩා $3\times10^3\ \mathrm{N\,m^{-2}}$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි කළ හොත් ආරම්භක ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවම පවත්වා ගැනීම සඳහා සේලයින් ද්‍රාවණයේ උස වැඩි කළ යුතු ප්‍රමාණය, h', නම්, $h'dg = 3\times10^3$ $\quad h' = \frac{3\times10^3}{1.2\times10^3\times10}$ $\quad h' = 0.25\ \mathrm{m}$

(iv) උසේ ඇතිවන Δh වෙනසක් සඳහා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවයේ වන අනුරූප වෙනස

ΔQ ,නම්, $$(\Delta h)dg = \frac{8\times2\times10^{-3}\times3\times10^{-2}}{3\times\left(2\times10^{-4}\right)^4}\times(\Delta Q) \qquad (\Delta h)dg = 10^{11}(\Delta Q)$$

$$\Delta Q = \frac{(\Delta h)dg}{10^{11}} = \frac{20\times10^{-2}\times1.2\times10^3\times10}{10^{11}} = 2.4\times10^{-8}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$$

හෝ

බෝතලය හිස්වීමට ආසන්න වන විට අවම පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය Q_{min} නම්

[එනම් **h = (1.5 – 0.2) m = 1.3 m**] එය දෙනු ලබන්නේ ,

$$1.3\times1.2\times10^3\times10 - 3\times10^3 = \frac{8\times2\times10^{-3}\times3\times10^{-2}}{3\times\left(2\times10^{-4}\right)^4}\times Q_{\min} \quad \therefore\ Q_{\min} = 1.26\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$$

∴ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවයේ වෙනස = $1.5\times10^{-7} - 1.26\times10^{-7} = 2.4\times10^{-8}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$

(v) උපරිම ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය (බෝතලය පිරී ඇති විට) = $1.5\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$

අවම ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය (බෝතලය හිස්වීමට ආසන්න වන විට) = $(1.5\times10^{-7} - 2.4\times10^{-8})\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$

$= 1.26\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$

∴මධ්‍යක පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය = $\frac{1.5+1.26}{2}\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}} = 1.38\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$

(vi) සේලයින් ද්‍රවණයෙන් $1104\ \mathrm{cm^3}$ක් නික්ෂේපණය කිරීම සඳහා ගතවන කාලය $= t = \frac{1104\times10^{-6}}{1.38\times10^{-7}}\ \mathrm{s} = 8000\ \mathrm{s}$

(*b*) (i) පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය $1.5\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$ ක පවත්වා ගැනීම සඳහා පිස්ටනය චලනය කලයුතු වේගය ***v*** නම්, ***v*** × සිලින්ඩරයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය = $1.5\times10^{-7}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$; $v = \frac{1.5\times10^{-7}}{12\times10^{-4}} = 1.25\times10^{-4}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

(ii) දී ඇති ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව තබා ගැනීම සඳහා අවශ්‍ය පීඩනය = $1.5\times1.2\times10^3\times10 = 1.8\times10^4\ \mathrm{N\,m^{-2}}$

∴සේලයින් ද්‍රාවණය මත පිස්ටනය මගින් යෙදෙන බලය $F = 1.8\times10^4\times12\times10^{-4} = 21.6\ \mathrm{N}$

(iii) ක්ෂමතාවය= බලය × ප්‍රවේගය = $21.6\times1.25\times10^{-4} = 2.7\times10^{-3}\ \mathrm{W} = 2.7\ \mathrm{mW}$

හෝ

ක්ෂමතාවය= $P\Delta V = 1.8\times10^4\times1.5\times10^{-7}$

$= 2.7\times10^{-3}\ \mathrm{W} = 2.7\ \mathrm{mW}$

ප්‍රශ්නයේ විවරණය

මෙවැනි ප්‍රශ්නයක් **2000** දී , දී ඇත. බලන්න. මුලින්ම තරල එන්නත් කිරීමේ සාමාන්‍ය ක්‍රමය සහ දෙවනුව යන්ත්‍රයක් භාවිතයෙන් නික්ෂේපණය කිරීම දී ඇත. 2000 ප්‍රශ්නයේ දී ඇත්තේ මෙම යන්ත්‍ර කොටසයි.

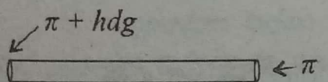
ගුරුත්වය යටතේ නික්ෂේපණය කිරීමේදී සේලයින් බෝතලය උසකින් තැබීම අවශ්‍ය බව ඔබ දනී. අවශ්‍ය පීඩන අන්තරය ලබා ගන්නේ තරලයේ උසින් ලැබෙන $h\rho g$ පීඩනයෙනි. තරලය හිස් වන විට මෙම පීඩනය අඩුවේ. එවිට ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය අඩුවේ. එය නොවෙනස්ව තබා ගැනීමට නම් තරලයේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය පාලනය කරන කුඩා රෝදය කරකවා වැඩිපුර තරලය ගලා ඒමට සැලැස්විය යුතුය. හෙදියෝ සැරෙන් සැරේ පැමිණ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවය අඩාල වීමට ඉඩ නොදෙති.

බෝතලයේ ඉහළ කුඩා සිදුරක් ඇති අන්දම පෙන්වා ඇත්තේ තරලයට උඩින් බෝතලය තුළ පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනයට සමාන වන බව තහවුරු කිරීමටය. එසේ නොවුනහොත් එන්නත් කටුව හරහා පීඩන අන්තරය $h\rho g$ නොවේ. ඇත්තටම තරලය ගැලීමට නම් බෝතලය තුළ තරලයට ඉහළින් පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනය විය යුතුය. ඇත්තටම බෝතලයේ මෙවැනි සිදුරක් නැත. සිදුරක් තිබ්බොත් විෂබීජ ආදිය තරලයට එක් විය හැක. බෝතලය සවිකොට පාවිච්චි කිරීමට පෙර හෙදියකු විසින් බෝතලයේ උඩ එන්නත් කටුවකින් විද සිදුරක් සාදා ගනී.

මේ ක්‍රමයෙන් තරල නික්ෂේපණය කිරීමට නම් බෝතලය ඉහළින් පිහිටවිය යුතු බව සත්‍යයකි. රෝගියෙක් ඇඳෙන් බැස වැසිකිළියට හෝ යෑමට අවශ්‍ය නම් පරිස්සම් විය යුතුය. බෝතලය පහළ මට්ටමකට ගෙන ආවොත් ශරීරයේ ඇති රුධිරය එන්නත් කටුව තුළින් අනෙක් පැත්තට ගැලිය හැක. මෙවන් අවස්ථාවකදී තමන්ට ආදරය කරන කෙනෙක් ළඟ සිටීම ඇහට ගුණය.

(a) (i) නිකම්ම පොයිසෙල් සමීකරණය ΔP උක්ත කොට ලිවිය යුතුය. මෙය ලිවීමෙන් ප්‍රශ්නය විසඳීම සඳහා මෙම සමීකරණය ඕනෑ බව හැඟේ.

(ii) රෝගියාට ඇතුල් කිරීමට පෙර අසා ඇත්තේ ඊළඟ කොටසට පිවිසුමක් හැටියටය. කෙසේ වෙතත් රෝගියාට ඇතුල් කිරීමට පෙර තරලය ටිකක් වාතයට/ එළියට යෑමට සලස්වයි. ප්‍රවාහ මාර්ගය තුළ වායු බුබුළු නොතිබිය යුතුය. ඇත්තේ ආදේශ කිරීමට පමණි. ලකුණු දීමේ පටිපාටියේ ΔP සොයා ඊළඟට එය hdg ද සමාන කළත් මුලින්ම ΔP සඳහා hdg යොදා ගනිමින් h සෙවිය හැක. වායුගෝලීය පීඩනය π නම් කටුව හරහා පීඩන අන්තරය වන්නේ $\pi + hdg - \pi$ ය. බෝතලය තුළ තරලයට ඉහළින් පීඩනය π හි පවත්වා ගැනීමේ අවශ්‍යතාව දැන් ඔබට වැටහේ.



සියල්ලම ලස්සනට සුලුවේ. සියලුම දත්තයන් දී ඇත්තේද **SI** ඒකකවලිනි. එමනිසා ආදේශය ඉතා පහසුය.

(iii) දැන් කටුව ශිරාවකට ඇතුල් කොට ඇති නිසා කටුවේ කෙළවරේ පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනය නොවේ. එහි පීඩනය $\pi + 3 \times 10^3$ වේ. මෙම කොටස සරල තර්කයෙන් හෝ නැවතත් පොයිසෙල් සමීකරණය යෙදීමෙන් හෝ විසඳිය හැක. දැන් පීඩන අන්තරය $3 \times 10^3\ \mathrm{N\,m^{-2}}$ ප්‍රමාණයකින් වැඩි වී ඇත්නම් තරලයේ උසේ වැඩි වන ප්‍රමාණයෙන් මෙය ලබා දිය යුතුය. එම වැඩිවීම h' නම් $h'dg$, 3×10^3 ට සමාන විය යුතුය.

ඔබ මෙය හදන්නේ පහත විදියට වෙන්නට පුළුවන. h හි නව අගය h'' නම් $(\pi + h''dg) - (\pi + 3 \times 10^3) = \frac{8\eta lQ}{\pi r^4}$

$$h''dg - 3 \times 10^3 = 1.5 \times 10^4\ ; \quad h'' = \frac{18 \times 10^3}{1.2 \times 10^3 \times 10} = 1.5\ \mathrm{m}$$

එමනිසා උස වෙනස් විය යුතු ප්‍රමාණය = **1.5 – 1.25 = 0.25 m.** මෙහෙම හදන එකේ කිසිදු වැරැද්දක් නැත. නමුත් $\frac{8\eta lQ}{\pi r^4}$ ට නැවත ආදේශ කරන්න යෑම නම් මෝඩ කමකි. එය වෙනස් වී නොමැති නිසා පෙර ලබා ගත් අගයම භාවිත කරන්න. ඇත්තටම මෙම ප්‍රශ්නයේ $\frac{8\eta l}{\pi r^4}$ යන පදය කිසිවිටක වෙනස් නොවේ. ඊළඟ **(iv)** කොටසටත් මෙය පොදුය. එමනිසා නැවත නැවත ආදේශ කිරීමට නොයෑමෙන් කාලය ඉතිරි කර ගත හැක. මේ කැල්ලේ අගය 10^{11} වේ. මෙය පැත්තකින් ලියා ගත්තනම් අවශ්‍ය තැනදී ගත හැක.

එන්නත් කටු ගහන්නේ ශිරාවලටය. ධමනිවල පීඩනය වැඩිය. කොහොමටත් ශරීරයේ සම ළඟ සමට යටින්ම ඇත්තේ ශිරාය. ධමනි උඩින් තිබුනේ නම් තුවාලයකදී ලේ වහනය සැරට සිදුවේ.

(iv) මෙයත් කෙටි ක්‍රමයෙන් හෝ දිගු ක්‍රමයෙන් විසඳිය හැක. $hdg - 3 \times 10^{3} = 10^{11}Q$

මෙම සමීකරණයට අනුව 3×10^{3} නියතයක් නිසා h හි යම් Δh වෙනසක් දැම්මොත් දකුණු පැත්තට ද ඊට අදාළව ΔQ දැමිය හැක. මෙය හරියට $x - 5 = y$ නම් $\Delta x = \Delta y$ ලෙස ලිවිය හැකි වාගේය. $x = 8$ වුනොත් $y = 3$ යි. $x = 10$ වුනොත් $y = 5$ එනම් $\Delta x = \Delta y = 2$.

ඔබ හදන්නට යන්නේ පටිපාටියේ කොටු කර ඇති විකල්ප ක්‍රමයටය. ඉහත ක්‍රමයට සිතන්නේ ඉතාමත් සීමිත දරුවන් පිරිසකි. මෙහි වරදක් මා නොදකී. ගැටලු සෑදිය යුත්තේ ඔබට ඔබේම වූ ඔබගේ පහසු ක්‍රමයකටය. ඔබට ඔබගේ නොවන ඔබේම ආදරයක් තිබිය හැකිද? ඇත්තටම තිබිය හැකිය!! නමුත් කොටුවේ ඇති ක්‍රමයට හදන විට ඔබ පරිස්සම් විය යුතුය. බෝතලය සම්පූර්ණයෙන් වාගේ හිස් වන විට h හි අගය (1.5 – 0.2) m විනා එය (1.25 – 0.2) m නොවේ. දැන් ඔබ 1.25 m අමතක කළ යුතුය. කටුව ශරීරයට ඇතුල් කොට හමාරය. එමනිසා h හි ආරම්භක අගය 1.5 m වේ. බොහෝ දරුවන් ඉහත වැරැද්ද කර තිබුණි. එසේ වුවහොත් (v) හා (vi) කොටස්වල උත්තරද වරදී.

(v) මේ කොටස අසන්නේ **(vi)** කොටස පහසු කරන්නටය. උපරිම ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව ඇත්තේ $h = 1.5$ m වන විටය. අවම ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව ඇත්තේ $h = 1.3$ m වන විටය. $\Delta h \propto \Delta Q$ නිසා මේ ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව අඩුවන්නේ රේඛීයවය. එමනිසා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවයේ සාමාන්‍ය අගය උපරිම සහ අවම ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතා එකතු කොට , දෙකෙන් බෙදීමෙන් ලබා ගත හැක.

(vi) දැන් ඉතින් ඔබට පහසුවෙන් කාලය සෙවිය හැක. මෙම කාලය පැය **2.2** පමණ වේ. ප්‍රායෝගිකවත් මෙම කාලය නිවැරදිය.

(b) දැන් මෙම ප්‍රශ්නයම යන්ත්‍රයට හැරේ. මෙවැනි යන්ත්‍ර දැන් භාවිතා වේ. මේවාහි ඇති වාසිය වන්නේ **set** කළාට පසු ආයෙ **check** කිරීමට අත්‍යවශ්‍ය නොවීමයි. **2000** ප්‍රශ්නය කර තිබුණේ නම් මෙයත් එයමය.

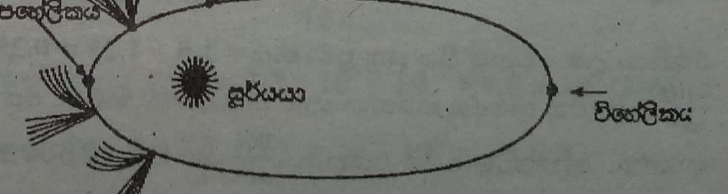
(i) ගලා යා යුත්තේ **(a)**කොටසේ $h = 1.5$ m වන අවස්ථාවේදී ගැලිය යුතු ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාවමය.

(ii) සිරිංජය හරහා සහ ප්ලාස්ටික් බටය හරහා ද්‍රාවණයේ පීඩනය අන්තර නොසලකා හරින්නේ නම් කටුව හරහා තිබිය යුතු පීඩන අන්තරය $h = 1.5$ m වූ ද්‍රව කදක් මගින් ලබා දෙන පීඩනයට සමානය. ගොඩක් දරුවන් මෙය හඳුනාගෙන තිබුනේ නැත. මෙය හඳුනා නොගත්තොත් ඉදිරියට යා නොහැක. ඔබේ ක්‍රමයට හැදුවේ නම් **(a) (iii)**යටතේ මෙම පීඩන අන්තරය (18×10^{3}) ඔබ දැනටමත් ලබා ගෙන ඇත. සිරිංජය සහ ප්ලාස්ටික් බටය මහත නිසා (කටුවට සාපේක්ෂව) ඒවා හරහා පීඩන අන්තරය නොසලකා හැරීමේ වරදක් නැත. $\Delta P \propto \frac{1}{r^{4}}$ වය. එමනිසා r විශාල වන විට ΔP අඩුවේ.

පිස්ටනය මගින් ඇති කළ යුතු පීඩනය දන්නා නිසා එම අගය පිස්ටනයේ හරස්කඩ වර්ගඵලයෙන් ගුණ කල විට බලය ලැබේ.

(iii) මෙය Fv මගින් හෝ $P\Delta V$ මගින් සොයා ගත හැක. මෙයත් දුස්ස්‍රාවිතාව හා සම්බන්ධ වන ගැටලුවලදී අසා ඇති ප්‍රශ්නයකි. 2011 , 7 (c) , 2008, 3 (b) (ii) බලන්න. බලය ගුණ කිරීම දුරෙන් කාර්යය ලැබේ. බලය ගුණ කිරීම වේගයෙන් කාර්ය කිරීමේ ශීඝ්‍රතාව (ජවය) ලැබේ.

8. පහත ඡේදය කියවා අසා ඇති ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සපයන්න.



(1) රූපය

වල්ගා තරු සාමාන්‍යයෙන් සූර්යයා වටා අධික ලෙස ඉලිප්සාකාර වූ කක්ෂවල ගමන් කරන කුඩා ආකාශ වස්තූන් වේ. [(1) රූපය බලන්න.] සමහර කක්ෂ ග්‍රහලෝක පද්ධතියෙන් ඔබ්බට දළ වශයෙන් ආලෝක වර්ෂයක් පමණ දුරට පැතිරේ. වල්ගා තරුවක් මත ක්‍රියාත්මක වන ප්‍රධාන බලය වනුයේ සූර්යයාට ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ ආකර්ෂණය යි. වල්ගා තරුවක ප්‍රධාන සංරචක වනුයේ න්‍යෂ්ටිය, කෝමාව සහ වල්ග වේ. වල්ගා තරුවේ ඝන වස්තුව වන න්‍යෂ්ටියේ විෂ්කම්භය 50 km ට වඩා අඩු වන අතර කෝමාව සූර්යයාට වඩා විශාල විය හැක. වල්ග කිලෝමීටර මිලියන 150 පමණ දුරට පැතිරිය හැක.

වල්ගා තරු ප්‍රධාන වශයෙන් සෑදී ඇත්තේ මිදුණු කාබන්ඩයොක්සයිඩ්, මීතේන්, ජලය (අයිස්) සමග පවතින දූවිලි අංශු, සහ නොයෙකුත් ඛනිජ වර්ගවලිනි. වල්ගා තරුව අභ්‍යන්තර ග්‍රහලෝක දෙසට ළඟා වී සූර්යයාට වඩා ආසන්න වෙමින් ගමන් කරන විට සූර්යයාගෙන් ලැබෙන විකිරණවල පීඩනය නිසා එහි පිටත ස්තරය වාෂ්පීකරණයට භාජනය වේ. එයින් නිකුත්වන දූවිලි සහ වායූන්වලින් සමන්විත, න්‍යෂ්ටිය වටා පැතිරුණු වල්ගා තරුවේ වායුගෝලය කෝමාව ලෙස හැඳින්වේ. කෝමාව මත ඇති වන සූර්ය විකිරණ පීඩනය සහ සූර්ය සුළඟ නිසා අයනවලින් සමන්විත නිල්පැහැයෙන් යුත් වල්ගයක් සෑදෙන අතර සූර්ය සුළඟ, වායුව මත ඉතා ප්‍රබලව බලපාන බැවින් අයනවලින් සෑදුනු එම වල්ගය සෘජුව සහ සූර්යයාගෙන් ඉවතට එල්ල වී පවතී. වල්ගා තරුවෙන් නිදහස් වූ දූවිලි අංශූන් මගින් වල්ගා තරුවට පිටුපසින් සුළු වශයෙන් වක්‍ර වූ සුදු පැහැයෙන් යුත් තවත් වල්ගයක් සෑදේ.

වල්ගා තරුවක වේගය සූර්යයාට වඩාත් ම දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයේ දී (විසෝලිකය) ලබා ගන්නා එහි අවම අගය සහ සූර්යයාට වඩාත් ම ආසන්නයේ පිහිටි ලක්ෂ්‍යයේ දී (උපසෝලිකය) ලබා ගන්නා එහි උපරිම අගය අතර වෙනස් වේ. උදාහරණයක් ලෙස ස්කන්ධය 2.0×10^{14} kg වූ හේලිගේ වල්ගා තරුව සූර්යයාගේ සිට 5.0×10^{12} m දුරින් පිහිටි එහි විසෝලිකයෙහි දී එහි අවම වේගය වන $12.0\ \mathrm{km\,s^{-1}}$ ලබා ගනී.

බාහිර අවකාශයෙන් වායුගෝලයට ඇතුළුවන සුන්බුන් කැබලි උල්කාශ (meteoroids) ලෙස හැඳින්වේ. බොහෝ උල්කාශ ඒවායේ රේඛීය සහ භ්‍රමණ චාලක ශක්තීන් දෙක ම වැය කරමින් ඝර්ෂණය නිසා ජනනය වන තාපය හේතු කොට ගෙන වායුගෝලය තුළ දී ආලෝකය නිකුත් කරමින් දැවී යයි. ඒවා උල්කා (meteors) ලෙස හඳුන්වයි. වල්ගා තරුවක ගමන් මගෙහි අත හැරී ගිය සුන්බුන් කැබලි හරහා පෘථිවි වායුගෝලය ගමන් කරන විට උල්කා වර්ෂා නිරීක්ෂණය කිරීමට හැකි වේ. සමහර උල්කාශ පෘථිවි පෘෂ්ඨය මතට පතිත වන අතර ඒවා උල්කාපාත (meteorites) ලෙස හැඳින්වේ.

උල්කාශයක් ඉක්මනින් එහි ද්‍රවාංකය කරා ළඟා වන විට එය තාපදීප්ත බවට පත් වේ. අවට ඇති පරමාණු අයනීකරණය වී ඉලෙක්ට්‍රෝන සමග ඉක්මනින් ප්‍රතිසංයෝජනය වී ඇති කරන ආලෝක විමෝචනය හේතුවෙන් උල්කාශය, ගිනි බෝලයක් ලෙස පෙනෙන විශාල ගෝලාකාර වාත ස්කන්ධයක් ඇති කරයි. සමහර ගිනි බෝල ලෙස පෙනෙන උල්කාශ පුපුරා ගොස් උල්කා කොටස් කිහිපයක් බවට පත් විය හැක. මෑතකදී රුසියාවේ සිදු වූවාක් මෙන් පිපිරීම දැක තත්පර කිහිපයකට පසුව පොළොව දෙදරවන තරමේ ස්වනික ගිගුරුම් ඇතිකරමින් උල්කාශයේ කැබලිවලින් නිපදවෙන ප්‍රකම්පන තරංග (shock waves) පොළොව මතට ළඟා විය හැක.

(*a*) වල්ගා තරුවක ප්‍රධාන සංරචක මොනවා ද?

(*b*) වල්ගා තරුවක වල්ග ආකාර දෙක අතර ප්‍රධාන වෙනස්කම් තුනක් සඳහන් කරන්න.

(c) හේලිගේ වල්ගා තරුව එහි විසෝලිකයෙහි ඇති විට එය මත ක්‍රියාකරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ගණනය කරන්න. (සූර්යයාගේ ස්කන්ධය $= 2 \times 10^{30}$ kg, $G = 6.7 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}}$)

(*d*) හේලිගේ වල්ගා තරුව සූර්යයාගේ සිට 8.0×10^{10} m දුරින් පිහිටි එහි උපසෝලිකයෙහි පිහිටන විට එහි වේගය සොයන්න. (සටහන: විසෝලිකය සහ උපසෝලිකය යන පිහිටුම්වල දී වල්ගා තරුවේ ප්‍රවේගය අරීය දිශාවට ලම්බක වේ. ස්කන්ධය නොවෙනස්ව පවතී යැයි උපකල්පනය කරන්න.)

(*e*) පෘථිවි වායුගෝලය වල්ගා තරුවක කක්ෂයක් හරහා යන විට උල්කා වර්ෂාවක් නිපදවෙන්නේ මන් ද?

(*f*) උල්කා සහ උල්කාපාත අතර වෙනස කුමක් ද?

(*g*) උල්කාශ දහනය වීමේ දී තාප ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වන්නේ කුමන ශක්තීන් ද?

(*h*) උල්කාශයක් ගිනි බෝලයක් සේ දිස්වීමට ආලෝකය ජනනය කරන යාන්ත්‍රණය කුමක් ද?

(*i*) සිරස්ව $200\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ වේගයකින් පහළට වැටෙන උල්කාශයක් කැබලි දෙකකට පුපුරා යයි. උල්කාශයේ ස්කන්ධයෙන් $\frac{3}{5}$ ක ස්කන්ධයක් ඇති එක් කැබැල්ලක් සිරස් දිශාවට $600\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ වේගයකින් ගමන් කරයි නම් අනෙක් කැබැල්ලේ වේගය සොයන්න.

(*j*) ප්‍රකම්පන තරංගයක් ඇති වීම සඳහා උල්කාශ කැබැල්ලක වේගය සපුරාලිය යුතු තත්ත්වය කුමක් ද?

(*k*) ප්‍රකම්පන තරංගයක් සෑදෙන අයුරු රූපසටහනක් භාවිතයෙන් පැහැදිලි කරන්න.

(a) න්‍යෂ්ටිය, කෝමාව, වල්ගය (සියල්ලටම)

(b)

	අයන වල්ගය	දූවිලි වල්ගය
1	නිල්පාට	සුදු පාට
2	සෘජුව පැවතීම	(සුළු වශයෙන්) වක්‍ර වූ
3	සැමවිටම සූර්යයාගෙන් ඉවතට	වල්ගතරුවට පිටුපසින් පිහිටයි
4	(බොහෝ විට) අයන වලින් සෑදී ඇත	(බොහෝ විට) දූවිලි වලින් සෑදී ඇත

(මෙම ලකුණ ලබා ගැනීමට ඕනෑම වෙනස්කම් **3** ක් අනුරූප ප්‍රතිසමයන් සමග ලිවිය යුතුයි. දී ඇති අනුපිළිවෙල අදාල නැත)

(c) $F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6.7\times10^{-11}\times2\times10^{30}\times2\times10^{14}}{(5\times10^{12})^2} = 1.07\times10^{9}$ N

(d) කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය යෙදීමෙන් ; $2\times10^{14}\times8.0\times10^{10}\times v = 2\times10^{14}\times5\times10^{12}\times12.0\times10^{3}$

$v = 7.5\times10^{5}\ ms^{-1}$ හෝ

$$2\times10^{14}\times 8.0\times10^{10}\times v = 2\times10^{14}\times 5\times10^{12}\times12.0$$

$$v = 7.5\times10^{2}\ km\ s^{-1}$$

(e) වල්ගා තරුවේ ගමන් මාර්ගයේ අතහැරී ගිය සුන්බුන් පෘථිවි වායුගෝලයට ඇතුල් වී ඝර්ෂණය හරහා ජනනය වන තාපය නිසා ආලෝකය නිකුත් කරමින් දැවී යයි.

(f) උල්කා - ආලෝකය නිකුත් කරමින් සම්පූර්ණයෙන්ම වායුගෝලය තුල දැවී යන උල්කාභ කොටස්

උල්කාපාත - අර්ධ වශයෙන් දැවී ඉතිරිය පෘථිවි පෘෂ්ඨය මතට වැටෙන උල්කාභ කොටස්

(g) රේඛිය /උත්තාරණ හා භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය.

(h) උල්කාභ අවට ඇති පරමාණු අයනීකරණය වී ඉලෙක්ට්‍රෝන සමග ඉක්මනින් ප්‍රතිසංයෝජනය වී ආලෝකය නිකුත් කරන විට ගිනි බෝල ඇති කරයි.

(i) උල්කාභයෙහි *M* ස්කන්ධයෙන් 2/5 ක් සහිත කැබැල්ලෙහි තිරස් සහ සිරස් ප්‍රවේගවල සංරචකයන් v_1 සහ v_2 ලෙස සළකමු.

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය යෙදීමෙන් $v_1 \times \frac{2M}{5} = 600 \times \frac{3M}{5}$; $v_1 = 900\ m\ s^{-1}$

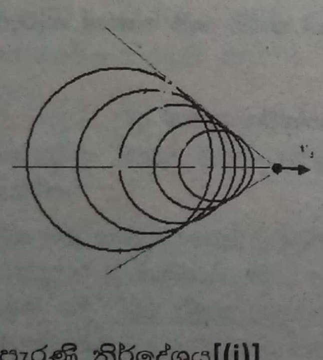
$\downarrow v_2 \times \frac{2M}{5} = 200 \times M$; $v_2 = 500\ m\ s^{-1}$; $v = (500^2 + 900^2)^{1/2}$

$= \sqrt{106}\times10^{2}\ m\ s^{-1} = 1030\ m\ s^{-1}$ (1020 -1040)

(j) උල්කාභ කැබැල්ලේ වේගය > ශබ්දයේ වේගය

(k)

වහන්තරාව (රේඛා දෙක) සමග නිවැරදි රූපයට (වහන්තරාවේ ශීර්ෂය අවසානයට ඇඳ ඇති තරංග පෙරමුණට පිටතින් පිහිටිය යුතුය)



ගෝලාකාර තරංග පෙරමුණුවල වහන්තරාව මගින් ඇති කරන කේතුව ප්‍රකම්පන තරංග ලෙස හෝ තරංග පෙරමුණුවල වහන්තරාව ප්‍රකම්පන තරංග ලෙස සළකුණු කිරීම.

{පැරණි නිර්දේශය[(j)]

$$\Delta E = \frac{1}{2}Mv_1^2 - \frac{1}{2}\frac{M}{2}v_2^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 - \frac{GM_EM}{R_1} + \frac{GM_EM}{2R_E}\}$$

ප්‍රශ්නයේ විවරණය

ඡේදයේ අඩංගු වන්නේ වල්ගා තරු, උල්කාභ, උල්කා සහ උල්කාපාත පිළිබඳවයි. ඡේදයෙන්ම අසා තිබූ ප්‍රශ්න සමහර ඒවාට පිළිතුරු හරියටම සපයා තිබුනේ නැත.

(a) මෙහි නම් ප්‍රශ්නයක් නැත. කෙළින්ම ඡේදයෙන් ගත හැක.

(b) වෙනස්කම් ලිවීමේදී හරියට ගැලපෙන්න **(match** වෙන්න**)** ලිවිය යුතුය. උදාහරණයක් වශයෙන් අයන වල්ගයේ නිල් පැහැය යන්නේ දූවිලි වල්ගයේ සුදු පැහැය සමඟය. අයන වල්ගයේ නිල් පැහැය සමඟ දූවිලි වල්ගය වල්ගා තරුවට පිටුපසින් ඇත කියා ලිවීමේ තේරුමක් නැත. ඡේදයේ මේ සියල්ලම ඇත. නමුත් ඔබ හරියටම ගලපා ලිවිය යුතුය. ඔහේ හැම තැනම පිළිවෙලක් නැතිව ලිවීමෙන් මේ ලකුණු අහිමි විය.

ගැහැණු ළමයි දෙදෙනෙකුගේ වෙනස්කම් ලියන්න කිව්වම එක්කෙනෙකුගේ මුහුණ අනෙක් කෙනාගේ කකුල් සමඟ සංසන්දනය කිරීමේ තේරුමක් නැත. මුහුණට මුහුණ නම් කකුල්වලට කකුල්ය.

නිල් පැහැය ලැබෙන්නේ කාබන් ඩයොක්සයිඩ්, මීතේන් අණු වලිනි. ඒවා සූර්ය විකිරණ නිසා සැකෙඹීමට **(excited)** ලක්වේ. ඒවා නැවත නොසැකෙඹුණු අණු බවට පත්වීමේදී ආලෝකය පිටකරයි. සූර්ය සුළඟේ බලපෑම නිසා එම අයන සූර්යයාගේ ඉවතට එල්ලවී තිබීම පුදුමයක් නොවේ. දූවිලි, අනෙක් ද්‍රව්‍ය හා සංසන්දනය කිරීමේදී සැහැල්ලුය. එමනිසා ඒවාහි අවස්ථිතිය **(inertia)** අඩුය. එබැවින් වල්ගා තරුවට පිටුපසින් පැමිණේ. පසුගාමී වේ. පෙරටුගාමී නොවේ. දූවිලි වල්ගය සුළු වශයෙන් වක්‍ර වන්නේද මේ සැහැල්ලු බව නිසාය. සැහැල්ලු දෙයක් ඈත් වන්නට ඈත් වන්නට තව තවත් පසුගාමී වේ. ඉදිරියෙන් යන අය තරමටම ඈතින් ඇති අයට එන්නට බැරිය.

(c) මෙහි නම් "ගේමක්" නැත. ඇත්තේ ආදේශ කිරීමට පමණි. විශේලිකයෙහි දුර ඡේදයෙන් ගත යුතුය. සුළු කළොත් හරියටම සුළුවී **1.072×10^9 N** ලැබේ.

(d) මෙහිදී භාවිත කළ යුත්තේ කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිතියයි. කී දෙනෙක් නම් ළමයින් $\frac{v^2}{r}$ යොදා තිබුනේද? **2012 M.C.Q. 24** වන ප්‍රශ්නයේ තිබුනේ මේ ආකාරයේ ගැටලුවක් නොවේද ? ඉලිප්සාකාර පථයකට $\frac{v^2}{r}$ යෙදිය නොහැකි බව සවිස්තරාත්මකව **2012** විවරණයේ පහදා දී ඇත. දරුවන් කොච්චර පන්ති ගියත්, ගෙදරටම "ටියුෂන්" ගෙන්නා ගත්තත් **past papers** වලින් ඉගෙන ගන්නා බවක් නම් නොපෙනේ.

(e) බොහෝ දරුවන් <u>දැවී</u> යන වචනය ලියා තිබුනේ නැත. ඡේදයේ ඇත්තේ මේ වාක්‍යයයි. වල්ගා තරුවක ගමන් මගෙහි අතහැරී ගිය සුන්බුන් කැබලි හරහා පෘථිවි වායුගෝලය ගමන් කරන විට උල්කා වර්ෂා නිරීක්ෂණය කිරීමට හැකි වේ. සෑම දරුවෙක්ම වාගේ ලියා තිබුනේ මේ වාක්‍යයයි. ප්‍රශ්නයෙන් අසන්නේ උල්කා වර්ෂාවක් <u>නිපදවෙන්නේ මන්ද</u>? කියාය. නිරීක්ෂණය වන්නේ මොන වේලාවටද කියා නොවේ. උල්කා වර්ෂාවක් හැටියට පෙනෙන්න නම් ඒවා දැවී යා යුතුය. එම කරුණ ඡේදයේ එම කොටසෙහිම ඉහළින් සඳහන් වී ඇත. නිකම් ගිය පලියට උල්කා වර්ෂාවක් නිපදවන්නේ නැත. ඒවා ඝර්ෂණය නිසා ජනනය වන තාපයෙන් දැවී ගොස් ආලෝකය නිකුත් කළ යුතුය.

(f) මෙහිදී ද උල්කා ගැන සඳහන් කිරීමේදී වායුගෝලය තුළදී <u>මුළුමනින්ම දැවී</u> යන උල්කාභ ලෙස හැඳින්විය යුතුය. උල්කා කියන්නේ පොළොවට පතිත නොවන වායුගෝලය තුළදී සම්පූර්ණයෙන් දැවී යන උල්කාභ වලටය. මෙහි සම්පූර්ණයෙන් යන වචනය වැදගත් වන්නේ වායුගෝලය තුළදී සම්පූර්ණයෙන් දැවී නොගියේ නම් ඒවා පොළොවට පතිත වන නිසයි. පොළොවට පතිත වුවහොත් ඒවා උල්කාපාත වේ.

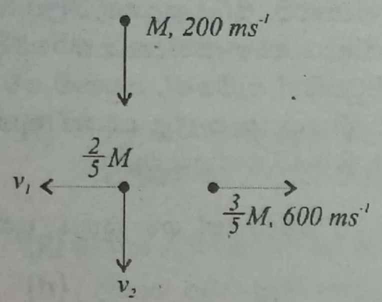
(g) මෙහි අවුලක් නොතිබුණි. උත්තාරණ (රේඛීය) සහ භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය යන දෙකම ලිවිය යුතුය. මෙය ඡේදයේ ඇත.

(h) මෙහිද ප්‍රශ්නයක් ඇති නොවීය. කෙළින්ම ඡේදයේ ඇත. මෙවැනි ගිනි බෝල සේ දිස්වෙන දෑ පිළිබඳ විවිධ මත පවතී. විද්‍යාත්මක මතය නම් මේවා මෙහි විස්තර කොට ඇති උල්කාභ කියාය. පිටසක්වල යානා පිළිබඳ විශ්වාස කරන අය පවසන්නේ මේවා පිටසක්වලින් පැමිණෙන යානා හැටියටය. බොහෝ විට එම අය පවසන්නේ මෙසේ ගිනි බෝල සේ දිස්වෙන දෑ උල්කාභ නම් ඒවා ඉහළ සිට පහළට සැමවිටම ගමන් කළ යුතුය කියාය. මෙවැනි ගිනිබෝල වාතයේ පාවෙමින් පැවතීමට හෝ පොළොවේ සිට ඉහළට ගමන් කළ නොහැකි බව පවසයි. එමනිසා මේවා පිටසක්වල යානා විය යුතු බව ඔවුන්ගේ තර්කයයි.

නමුත් මෙවැනි ගිනිබෝල පාවීම හෝ ඉහළට යෑම විද්‍යාත්මකව පැහැදිලි කළ හැක. උල්කාභයක් බොහෝ සේ පිළිස්සුනොත් එහි බර බොහෝ සෙයින් අඩු වේ. එවිට එහි එක්රැස් වී ඇත්තේ ගිනි ගෙන දැවෙන වායූන්ය. මෙය තනි පද්ධතියක් ලෙස සැලකුවොත් එය මත වායුගෝලයේ ඇති වාතයෙන් උඩුකුරු තෙරපුමක් ක්‍රියාත්මක වේ. මේ උඩුකුරු තෙරපුම ගිනිබෝලයේ බරට සමාන වුවහොත් ගිනිබෝලය පාවිය හැක. එලෙසම උඩුකුරු තෙරපුම , බරට වඩා වැඩි වුවහොත් ගිනිබෝලය උඩටද යා හැක. (හීලියම් පිරවූ බැලූනයක් මෙන්)

මගේ නිගමනය වන්නේ මේවා පිළිබඳ අනවශ්‍ය තර්ක විතර්ක කිරීමට යෑමෙන් පලක් නොවන බවයි. අපි මෙසේ මේවා පැහැදිලි කරමු. පිටසක්වල යානා පිළිබඳ දැඩිව විශ්වාස කරන අය ඔවුන්ගේ මතය ප්‍රකාශ කර සිටී. මගේ තර්කය වන්නේ එකම සංසිද්ධියක් ක්‍රම දෙකකට පැහැදිලි කිරීම (සමාජයට අවැඩක් නොවේ නම්) ප්‍රශ්නයක් නැති බවයි. අප කොච්චර කිව්වත් ඔවුන් ඔවුන්ගේ මතයෙන් බැහැර නොවෙනු ඇත. ඉතින් දෙවිධියටම පැහැදිලි කිරීම ප්‍රශ්නයක්ද? මටනම් ප්‍රශ්නයක් නැත. ඇරත් ලෝකයේ සිදුවන සෑම දෙයක්ම අප දන්න විද්‍යාවෙන් පැහැදිලි කිරීමට බැරිය. එසේ පැහැදිලි කළ යුතුද නැත. ස්වභාවික විද්‍යාව යනු මනුස්සයන්ගේ එක් දැනුම් සම්භාරයක් පමණි.

(i) සාමාන්‍ය සරල රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යෙදිය යුතු අවස්ථාවකි. අනෙත් කැබැල්ල තිරසට පමණක් ගමන් කළ නොහැකි බව තේරුම් ගත යුතුය. සමහර දරුවන් සොයා තිබුනේ එම තිරස් අතට ඇති ප්‍රවේගය පමණි. පිපිරීමට පෙර උල්කාභයේ වේගය ඇත්තේ සිරස්ව පහළටය. එක් කැබැල්ලක් තිරසට යයි. එමනිසා අනෙක් කැබැල්ල තිරසට අනෙක් පැත්තට යා නොහැක. එසේ වුවහොත් මුලින් තිබූ සිරස් ගම්‍යතාව සංස්ථිතික කළ නොහැක. එය රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිතියට පටහැනිය. එමනිසා තිරස් අතට සහ සිරස් අතට යන දෙදිශාවටම ගම්‍යතාව සංස්ථිතික කළ යුතුය.



මෙහිදී අනෙක් කැබැල්ලේ ප්‍රවේග සංරචක v_1 සහ v_2 ලෙස ගෙන ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යෙදීම පහසුය. නැතිනම් ප්‍රවේගය v ලෙස ගතහොත් එය තිරසට දරන ආනතිය θ නම් තිරස් සංරචකය $v\cos\theta$ ලෙසද සිරස් සංරචකය $v\sin\theta$ ලෙසද ගත යුතුය.

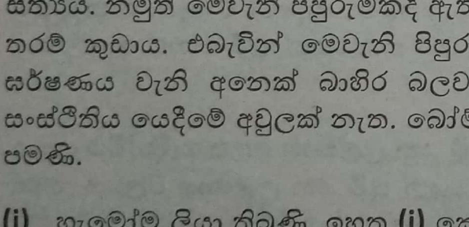
එවිට $v\cos\theta = 900$ ලෙසද $v\sin\theta = 500$ ලැබේ. මෙලෙස ලබා ගත්තොත් සමහර දරුවන් මෙතනින් පසු හිර විය හැක. දෙපසම වර්ග කොට එකතු කළ විට $v^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = 900^2 + 500^2$

$\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$ බව දන්නේ නම් v සොයාගත හැක. හැම දරුවෙක්ම මෙම සම්බන්ධතාව දන්නේදැයි මා නොදනී. නැතහොත් ප්‍රකාශන එකිනෙකින් බෙදා $\tan\theta$ සොයා , එමගින් θ සොයා, ඊළගට $\sin\theta$ හෝ $\cos\theta$ සෙවිය හැක. නමුත් මෙවැනි අවස්ථාවකදී තිරස් සහ සිරස් සංරචක වෙන වෙනම සැලකීම ප්‍රඥාගෝචරය.

මෙවන් අවස්ථාවකදී සිරස් අතට ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යෙදීමේ වලංගුතාවය බොහෝ අය ප්‍රශ්න කරති. ඒ කැබලිවල බර සිරස් දිශාව ඔස්සේ ක්‍රියාත්මක වන නිසා පද්ධතිය මත බාහිර බල ක්‍රියාත්මක වන බැවිනි. බාහිර බල ඇති බව සත්‍යය. නමුත් මෙවැනි පිපුරුමකදී ඇතිවන්නාවූ අභ්‍යන්තර බලවලට සාපේක්ෂව මෙම බාහිර බල නොගිනිය හැකි තරම් කුඩාය. එබැවින් මෙවැනි පිපුරුමකදී හෝ ගැටීමකදී ඇතිවන ක්ෂණික අභ්‍යන්තර ආවේගි බල, බර , ඝර්ෂණය වැනි අනෙක් බාහිර බලවලට සාපේක්ෂව ඉතා විශාලය. එබැවින් මෙවැනි අවස්ථාවකදී ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යෙදීමේ අවුලක් නැත. බෝම්බයක් පිපුරුණු පසු එහි බර සොයන්නේ රජයේ රස පරීක්ෂක හා පොලිසිය පමණි.

(j) හැමෝම ලියා තිබුණි. ඉහත **(i)** කොටසේ ගණනය කිරීමෙන් ලැබෙන වේගය **1030 m s^{-1}** හා පිපුරුණු අනෙක් කැබැල්ලේ වේගය **600 m s^{-1}** යන දෙකම වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය වන **330 m s^{-1}** ට වඩා වැඩිය. එමනිසා එම කොටස් දෙකෙන්ම ප්‍රකම්පන තරංග ඇති කළ හැක.

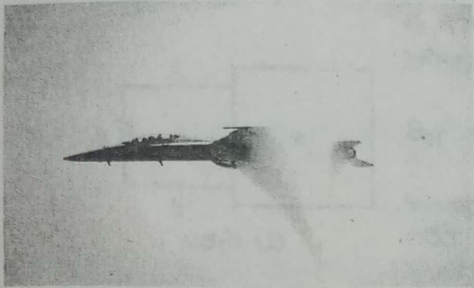
(k) බොහෝ දරුවන් නිකම් බෝල ටිකක් ඇන්දට ලකුණු ලැබුනේ නැත. බොහෝ අය සිතන්නේ ප්‍රකම්පන තරංගය යනු මේ අඳින ඒක කේන්ද්‍රීය නොවූ බෝල ටික කියාය. මෙය නිවැරදි නොවේ. රවුම්වලින් නිරූපණය වන්නේ ප්‍රභවය විවිධ පිහිටුම්වල ඇති විට එයින් ජනිත වන ගෝලීය තරංග පෙරමුණුය **(wave fronts)**. ඇත්තටම අප මේ අඳින්නේ තරංගවල සම්පීඩන **(compressions)** රටාවය. ඕනනම් මේවා විරලන **(rarefactions)** ලෙසටද ගත හැක. ගෝලීය තරංග පෙරමුණක් ද්විමාන ලෙස අපට ඇඳිය හැක්කේ රවුම්වලින් පමණි. මේ රවුම් නිරූපණය කරන්නේ තරංගවල සම්පීඩන හෝ විරලනයන්ය.



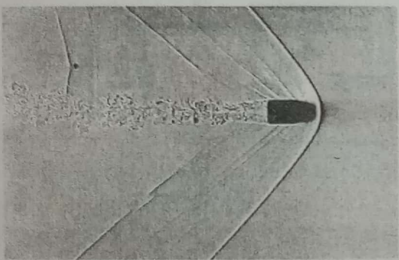
ඉහත රූපයේ තරංග පෙරමුණු ඇඳ ඇත්තේ ආරම්භ පිහිටුමේ (A)

සිට ප්‍රභවය දැන් තිබෙන පිහිටුම (B) දක්වා ඒමට ගතවූ t කාලය තුළදී ප්‍රභවයෙන් ජනිත වූ පළමු තරංග ටික එකට එක්කාසු කිරීමෙනි. රූපයේ ද්විමානව ඇඳ ඇති ආකාරයට සියලුම තරංග පෙරමුණු "වී" හැඩයකින් යුත් වහන්තරාවක් **(envelope)** ඔස්සේ එකට ගොනුවන / එක්කාසු වන බව පෙනේ. ඇත්තටම සිදුවන්නේ "වී" හැඩය ඇති මායිමේ දී, තරංග පෙරමුණු සියල්ල නිර්මාණකාරී නිරෝධනයකට බඳුන් වීමයි. වහන්තරා මායිම ඔස්සේ ඇස් යොමු කිරීමේදී එය ඔස්සේ සියලුම තරංග පෙරමුණුවල ශීර්ෂ එක මත එක වැටෙන බව ඔබටත් පෙනේ. මේ මායිම ඔස්සේ ධ්වනියේ අධික තීව්‍රතාවයක් ජනිත වන්නේද මේ නිර්මාණකාරී නිරෝධනය නිසාය.

එබැවින් ප්‍රකම්පන තරංගය **(shock wave)** ඇතිවන්නේ මේ "වී" හැඩය ඇති මායිම ඔස්සේය. එනම් මෙම "වී" හැඩය ඇති මායිම යම් ලක්ෂායක්/ ලක්ෂා පසු කරන විට වායු පීඩනය එකවිටම/ සැනින් ඉතා ඉහළ ගොස් නැවත පහළ වැටේ. (පසු කළ පසු)



ඇත්තටම නම් ත්‍රිමානව ගත් කල තරංග පෙරමුණුවල එකට එක්කාසු වී ගොනුවීම සිදුවන්නේ කේතුවක වක්‍ර පෘෂ්ඨය ඔස්සේය. මෙම කේතුවට මැක් කේතුව **(Mach cone)** කියා කියනු ලැබේ. එබැවින් මෙම කේතුවේ වක්‍ර පෘෂ්ඨය යම් ලක්ෂායක්/ ලක්ෂා හරහා යන විට වායු පීඩනය පළමුවෙන් හදිසියේ එකවිටම වැඩිවී (නිර්මාණකාරී නිරෝධනය නිසා) එම පෘෂ්ඨය පසුකල පසු වායු පීඩනය සාමාන්‍ය පීඩන අගයට ඒමට පෙර සාමාන්‍ය පීඩන අගයෙන් හදිසියේම පහළට බසී. දුන්නක් වුවත් හදිසියේ ඇදල අතහැරියම නැවත සාමාන්‍ය දිගට ඒමට පෙර සංකෝචනය වේ. මෙම හදිසි පීඩන පහළ බැසීම නිසා සිදුවන උෂ්ණත්වයේ පහළ යෑම නිසා වායුගෝලයේ එම පෙදෙසේ ඇති ජලවාෂ්ප ඝනීභවනය විය හැක. උත්ස්වනික අහස්යානයක් **(supersonic jet)** මගින් ඇතිවන ප්‍රකම්පන තරංග දෘශ්‍යමානව දැක ගත හැක්කේ මෙම ජලවාෂ්ප ඝනීභවනය වීමෙනි. (රූපය බලන්න)



ප්‍රකම්පන තරංග නිසා ජනිත වන ධ්වනි පිපිරුම/ ගිගිරුම් ශබ්දය ස්වනික ගිගිරුම ලෙස හැඳින්වේ. උණ්ඩයක්, රයිෆලයකින් නිකුත් වන විට ඇසෙන ශබ්දයෙන් කොටසක් උණ්ඩයෙන් ජනිත වන ස්වනික ගිගිරුම නිසා ඇතිවේ. දිගු කසයක් එක විට ගැස්සූ විටද මෙවැනි **(crack)** ශබ්දයක් ඇසේ. කසයේ අග්ගිස්ස වාතයේ ධ්වනි වේගයට වඩා වැඩි අගයකින් චලනය වුවහොත් එමගින් සුළු ස්වනික ගිගිරුමක් ඇති කළ හැක. පහත පෙන්වා ඇත්තේ **2013**, පෙබරවාරි **15** වන දා රුසියාවේ **Chelyabinsk** නුවරට කඩා වැටුණු උල්කාභයයි. එහි වේගය නිමානනය කර තිබුනේ **18.6 km s^{-1} (41,000 mi h^{-1} / 66,960 km h^{-1})** ලෙසටය. මෙය වාතයේ ධ්වනි වේගයට වඩා **60** ගුණයක් පමණ වේ. එහි ආරම්භක ස්කන්ධය නිමානනය කොට ඇත්තේ **12000 – 13000** මෙට්‍රික් ටොන් පමණය. ඊළඟ රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ එයින් පිපිරුණු කැල්ලකි. මෙම ගිනි බෝලය දැක බොහෝ අය බියට පත්වී ඇත. **1500** පමණ අයට තුවාල සිදුවී ඇත. බොහෝ තුවාල සිදුවී ඇත්තේ ප්‍රකම්පන තරංගය නිසා ගොඩනැගිලි /නිවෙස්වල ජනේලවල වීදුරු බිඳී යෑමෙනි.

පැරණි නිර්දේශයේ **(j)** සහ **(k)** කොටස් වෙනුවට තිබුනේ සාමාන්‍ය ගැටලුවකි. මෙය පහත දක්වා ඇත.

උත්තාරණ වේගය v_1 හා භ්‍රමණ වේගය ω වූ ස්කන්ධය M වන උල්කාභයක් පොළොවේ කේන්ද්‍රයේ සිට R_1 උසකින් ඇත. මෙය පොළොව මතට පතිතවූ විට එහි උත්තාරණ වේගය v_2 හා භ්‍රමණ වේගය ශුන්‍යවූ අතර ස්කන්ධය $M/2$ විය. **සර්ෂණය නිසාවූ ශක්ති හානිය ΔE සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.** පොළවේ අරය R_E වන අතර M ස්කන්ධයේ අවස්ථිති ඝූර්ණය I වේ.

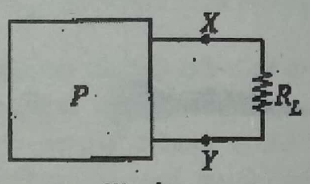
උත්තාරණ චාලක ශක්ති හානිය ඉතා පහසුවෙන් ලබා ගත හැක. ස්කන්ධය හරි අඩක් වී ඇත. භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය මුළුමනින්ම හානි වේ. (භ්‍රමණය නවතින නිසා) උල්කාහයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්ති වෙනසද සැලකිය යුතුය. එය **mgh** මගින් සෙවිය නොහැක. උස සැහෙන්න වෙනස් වන නිසා **g** නියත ලෙස සැලකිය නොහැක. විභව ශක්තිය සඳහා පොදු සූත්‍රය වන $-\frac{GMm}{R}$ භාවිත කළ යුතුය. ඍණ ලකුණු සැලකීමට අමතක නොකළ යුතුය. බොහෝ දරුවන් උල්කාහයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්ති වෙනස සලකා තිබුනේ නැත.

(A) කොටසට හෝ (B) කොටසට හෝ පමණක් පිළිතුරු සපයන්න.

(A) (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති P පෙට්ටිය තුළ කෝෂ සහ ප්‍රතිරෝධවලින් පමණක් සමන්විත සංකීර්ණ විද්‍යුත් පරිපථයක් අඩංගු වේ. (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි වි.ගා.බ. E වූ තනි කෝෂයක සහ R_0 තනි ප්‍රතිරෝධයක ශ්‍රේණිගත සංයුක්තයක් මගින් පෙට්ටිය තුළ ඇති සම්පූර්ණ පරිපථය ම ප්‍රතිස්ථාපනය කළ හැකි බව උපකල්පනය කරන්න.

(*a*) R_L බාහිර ප්‍රතිරෝධයක් (2) රූපයේ XY අග්‍ර හරහා සම්බන්ධ කළ විට P හි පරිපථයෙන් ඇදගන්නා I ධාරාව සඳහා ප්‍රකාශනයක් E, R_0 සහ R_L ඇසුරෙන් ලියන්න.

ඉහත සඳහන් කළ E සහ R_0 අගයයන් පහත (*b*) සහ (*c*) යටතේ දක්වා ඇති ක්‍රම දෙක භාවිතයෙන් පරීක්ෂණාත්මකව සෙවිය හැක.



(1) රූපය

(*b*) R_L ප්‍රතිරෝධය ඉවත් කර අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය R_0 ට වඩා ඉතා විශාල අගයක් ඇති වෝල්ට්මීටරයක් මගින් XY අග්‍ර හරහා වෝල්ටීයතාව මනිනු ලැබේ. එවිට වෝල්ට්මීටර කියවීම V_0 යැයි සිතමු.

ඉන්පසු සුළු කාලයක් සඳහා XY අග්‍ර ලුහුවත් කර නොගිණිය හැකි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත ඇමීටරයක් මගින් පරිපථයේ ධාරාව මනිනු ලැබේ. එවිට ඇමීටරයේ කියවීම I_s යැයි සිතමු.

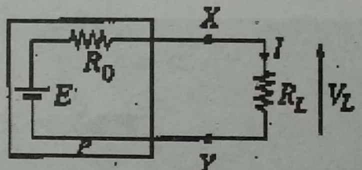
ඉහත ලබා ගත් ප්‍රතිඵල භාවිත කොට E සහ R_0 සඳහා ප්‍රකාශන ලියන්න.

(*c*) දෙවන ක්‍රමය භාවිත කොට E සහ R_0 අගයයන් සොයා ගැනීම පිණිස (2) රූපයේ ඇති R_L සඳහා, වෙනස් අගයයන් දෙකක් ඇති ප්‍රතිරෝධක භාවිත කොට, R_L අගයයන් හා සසඳන විට අතිවිශාල අගයකින් යුත් අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත වෝල්ට්මීටරයකින් R_L හරහා V_L වෝල්ටීයතාවයන් මනිනු ලැබේ. එවැනි මිනුම්වලින් ලබා ගත් අගයන් කට්ටලයක් පහත දී ඇත.

$R_L = 1\,\mathrm{k\Omega}$ වූ විට $V_L = 75\,\mathrm{mV}$

$R_L = 100\,\mathrm{k\Omega}$ වූ විට $V_L = 5\,\mathrm{V}$

ඉහත මිනුම් භාවිත කොට E සහ R_0 ගණනය කරන්න.

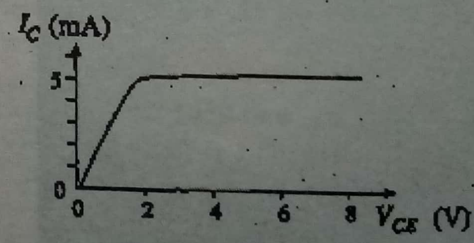


(2) රූපය

(*d*) (i) සාමාන්‍යයෙන් R_0 හි අගය R_L හා සසඳන විට අතිවිශාල නම් පරිපථයේ I ධාරාව බොහෝ සෙයින් R_L ගෙන් ස්වායත්ත වන බවත් එය රඳා පවතින්නේ E සහ R_0 මත පමණක් බවත් පෙන්වන්න. ඉහත (*a*) කොටස යටතේ I සඳහා ලබා ගත් ප්‍රකාශනය ඔබට මේ සඳහා භාවිත කළ හැක. (මේ තත්ත්වය යටතේ E සහ R_0 සහිත P හි ඇති පරිපථය නියත ධාරා ප්‍රභවයක් ලෙස සැලකේ.)

(ii) ඉහත (*d*) (i) හි සඳහන් කළ තත්ත්වය යටතේ R_L හරහා ඇති වන වෝල්ටීයතාව V_L නම්, V_L සමඟ I ධාරාව වෙනස් වන්නේ කෙසේ දැ'යි පෙන්වීමට දළ සටහනක් අඳින්න. (x අක්ෂය සඳහා V_L භාවිත කරන්න.)

(*e*) පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ සම්බන්ධ කර ඇති npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක ප්‍රතිදාන I − V ලාක්ෂණිකයේ [(3) රූපය බලන්න] කොටසක් ඔබ ඉහත (*d*) (ii) හි අඳින ලද දළ සටහනට බොහෝ සෙයින් සමාන වේ. මෙයින් ඔබට ට්‍රාන්සිස්ටරයේ සංග්‍රාහකය සහ විමෝචකය අතර ප්‍රතිරෝධයෙහි විශාලත්වය පිළිබඳ ව කුමක් අනුමාන කළ හැකි ද? ඔබේ පිළිතුර කෙටියෙන් පැහැදිලි කරන්න.



(3) රූපය

(*a*) $I = \frac{E}{R_0 + R_L}$

(*b*) $E = V_0\,;\, I_S = \frac{E}{R_0}$

$\therefore R_0 = \frac{V_0}{I_S}$

(c) $V_L = IR_L$ යෙදීමෙන් $= \frac{ER_L}{R_0+R_L}$

හෝ ඕම් නියමය සහ ක'චොෆ්ගේ නියමයට අනුව, $I = \frac{V_L}{R_L}$ $\therefore E = IR_0 + IR_L$

$$\frac{1\times10^3 E}{R_0+1\times10^3} = 75\times10^{-3}\ ;\ \frac{100\times10^3 E}{R_0+100\times10^3} = 5$$

ඉහත සමීකරණ සුළු කිරීමෙන් , $E = 75\times10^{-6}R_0 + 75\times10^{-3}$ සහ $E = 5\times10^{-5}R_0 + 5$

$\therefore 25\times10^{-6}R_0 = 4925\times10^{-3};\ R_0 = 197\times10^3\ \Omega$ හෝ **197 kΩ**

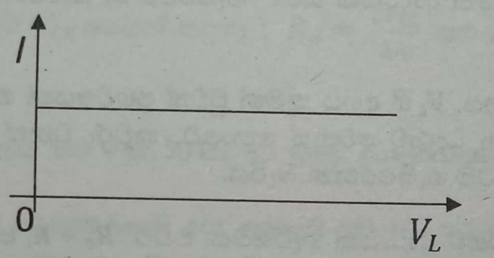
$$E = 985\times10^{-2} + 5 = 14.85\ \mathrm{V}$$

(d) (i) $R_0 \gg R_L$ වන විට $I = \frac{E}{R_0+R_L}$ සමීකරණය සැලකීමෙන් , $I \approx \frac{E}{R_0}$ හෝ $I = \frac{E}{R_0}$

හෝ

ඉහත අවස්ථාව පිළිබඳ තර්ක ඉදිරිපත් කර එමගින් පිළිතුර වචන මගින් ඉදිරිපත් කිරීමෙන්.

(ii)



(e) ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකයේ බොහෝ සෙයින් තිරස් වූ තල කොටස (එනම් ක්‍රියාකාරී පෙදෙසට අනුරූප කොටස) ඉහත වක්‍රයට සමාන වේ.

ඉහත වක්‍රයේ අනුක්‍රමණය ඉතා කුඩා වීමෙන් ගම්‍ය වන්නේ ඒ හා බැඳී ඇති ප්‍රතිරෝධය ($\frac{\Delta V_L}{\Delta I}$) විශාල අගයක් ගන්නා බවයි. එබැවින් ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිරෝධය ඉතා විශාල බව කිව හැක. හෝ

ඉහත වක්‍රය ලැබී ඇත්තේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (**R_0**) ඉතා විශාල අගයක් සහිත පරිපථයකිනි, එමනිසා ට්‍රාන්සිස්ටරයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඉතා විශාලවේ. (ඉහත අනුමාන දෙකෙන් එකක් සඳහා)

<u>ප්‍රශ්නයේ විවරණය</u>

මෙම ප්‍රශ්නය හා **(9) (B)** බොහෝ සෙයින් **theory** ය. ප්‍රශ්නයේ මුලින්ම සඳහන්ව ඇත්තේ විද්‍යුතයේ එන තෙවනින් ප්‍රමේයය. **(Thevenin theorem)** මෙය විෂය නිර්දේශයේ නැත. **1883** දී තෙවනින් මේ ප්‍රමේයය ප්‍රකාශ කළේය. මෙයින් කියවෙන්නේ කෝෂ සහ ප්‍රතිරෝධවලින් පමණක් සමන්විත වූ ඕනෑම විද්‍යුත් පරිපථයක් තනි කෝෂයකට හා ඒ හරහා සම්බන්ධ වූ තනි ප්‍රතිරෝධයකට තුල්‍ය කළ හැකි බවයි. එම තනි කෝෂයේ වි.ගා.බලය **E** සහ තනි ප්‍රතිරෝධයේ ප්‍රතිරෝධය **R_o** පරීක්ෂණාත්මකව සෙවීම ප්‍රශ්නයේ අරමුණ වේ. (ක්‍රම දෙකකින්)

(a) I සඳහා ප්‍රකාශනය ලියා ගන්න බැරිනම්.................

(b) **E_o** සහ **R_o** සෙවීමේ පහසුම ක්‍රමය මෙයයි. සම්බන්ධ කළ වෝල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඉතා විශාල නම් සෛද්ධාන්තිකව පරිපථය හරහා ධාරාවක් නොගලයි. එවිට වෝල්ට්මීටර පාඨාංකය **E** විය යුතුය. වෝල්ට්මීටරයෙන් කෝෂයේ වි.ගා. බලය මැනේ. **R_L** ප්‍රතිරෝධය ඉවත් කර ඇත්නම් **R_o** සෙවීම සඳහා **XY** අතර අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නොගිණිය හැකි තරමේ ඇමීටරයක් සම්බන්ධ කොට ඇමීටරයේ පාඨාංකය කියෙව්වේ නම් ඇතිය. කෙළින්ම ගලන ධාරාව $\frac{E}{R_0}$ වේ.

XY අග්‍ර ලුහුවත් කරන්න කියා සඳහන් කොට ඇත්තේ R_L පරිපථයේ ඇතැයි කියා සිතා ගෙනය. ඇත්තටම නොගිණිය හැකි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත ඇමීටරයක් ***XY*** අග්‍ර අතර සම්බන්ධ කිරීම යනු ***XY*** අග්‍ර ලුහුවත් කිරීමකි. කුඩා කාලයක් කියා සඳහන් කොට ඇත්තේ R_o හි අගය අනුව (R_o කුඩා වූයේ නම්) වි.ගා. බලය ටක් ගාලා බස්සවා නොගන්නටය.

(c) මෙම දෙවන ක්‍රමය වඩා හොඳය. ඇත්තටම අප R_o දන්නේ නැත. R_o ට වඩා ඉතා විශාල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත වෝල්ට්මීටරයක් කිව්වට ඇත්තටම මෙය හරියයි ද කියා අප දන්නේ නැත. R_o ඉතා කුඩා වූයේ නම් සම්බන්ධ කරන ඇමීටරයේ ප්‍රතිරෝධය නොගිණිය හැකි ලෙස ගත නොහැක. එබැවින් ඉහත ක්‍රමයෙන් E_o සහ R_o සොයා ගැනීම ආසන්න අගයයන් මිසක් සත්‍ය අගයයන් නොවිය හැක.

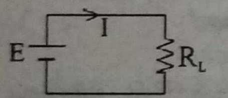
මේ ක්‍රමයේදී R_L අගයයන් දෙකකට V_L මනිනු ලැබේ. නොදන්නා අගයයන් දෙකක් ඇති නිසා අවස්ථා දෙකක් අවශ්‍යය. සමීකරණ ලියා තිබුනත් සමගාමී සමීකරණ දෙක විසඳා R_o සහ **E** සොයාගත් ළමයින් සිටියේ ටිකකි. මේ තමයි ලංකාවේ අභාග්‍යය. ළමයින් ගණිතය දන්නේ නැත. ඇත්තටම ප්‍රශ්නය ඇත්තේ බොහෝ දරුවන් ගණන් තනියම නොසෑදීමයි. ගණන් නොසාදා ගණන් උගෙන ගත නොහැක. මුලින් R_o සෙවීම පහසුය. ප්‍රකාශන දෙකම **E** වලට සමාන නිසා නොයෙක් ක්‍රමවලට විසඳිය හැකි මුත් ලකුණු දීමේ පටිපාටියේ සඳහන්ව ඇත්තේ පහසුම ක්‍රමයයි. හරියට හැදුවොත් පහසුවෙන් සුළු වී හොඳ උත්තර ලැබේ.

(d) මෙය තර්ක කිරීම නිකම්ම **peanuts** ය. සමහර දරුවන් මෙච්චර ලේසි නිසා අන්දමන්ද වී තිබුණි. $R_o >> R_L$ නම් R_L අමතක කරන්න. වෙන මොනව කරන්නද ? අසීමිත ආදරයක් සමඟ හැප්පෙන්න බැරිනම් අයින් වෙනවා හැර වෙන කුමක් කරන්නද ?

මෙවැනි නියත ධාරා ප්‍රභව සමහර යෙදුම්වලට අවශ්‍යය. V_L හි අගය කුමක් වුවත් ප්‍රභවයෙන් ගලන ධාරාව නියතය. එනම් භාර ප්‍රතිරෝධය කුමක් වුවත් ප්‍රභවයෙන් එන ධාරාව වෙනස් නොවේ. කවුරු වුනත් කාට වුනත් දක්වන සෙනෙහස එකමය. මිනිසුන් වන අපට නම් මේ විදියටම හැසිරෙන්න බැරිය.

$R_o << R_L$ නම් එවැනි ප්‍රභවයක් හඳුන්වන්නේ නියත විභව ප්‍රභවයක් හැටියටය. එවිට $R_o + R_L$ පදයෙන් R_o ඉවත් කළ හැක. $I = \frac{E}{R_L}$

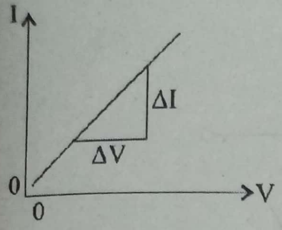
මෙවිට R_L සමඟ I වෙනස් වේ. නමුත් R_L හරහා බල පැවැත්වෙන වෝල්ටීයතාව **E** ම වේ. අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නොගිණිය හැකි කෝෂයක් නියත විභව ප්‍රභවයකි. I, R_L සමඟ වෙනස් වේ.



නමුත් R_L හරහා වෝල්ටීයතාව කෝෂයේ වි.ගා. බලය වේ. **A/L** වලදී අපගේ ගැටලු සාදන්නේ මෙවැනි නියත විභව ප්‍රභවයන් සමඟය. පොදු වශයෙන් මෙසේ ප්‍රකාශ කළ හැක. ප්‍රභවයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය, භාර ප්‍රතිරෝධයට වඩා ඉතා කුඩා නම් එය නියත විභව ප්‍රභවයකි. **(constant voltage source)** - බැල්ම එකමය. නමුත් ගලන ආදරය විවිධය. ප්‍රභවයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය, භාර ප්‍රතිරෝධයට වඩා ඉතා විශාල නම් එය නියත ධාරා ප්‍රභවයකි. **(constant current source)** - බැල්මවල් විවිධය. නමුත් ගලන ආදරය එකමය.

(e) ප්‍රශ්නයේ මේ කොටස විද්‍යුතයෙන් පිටට ගොස් ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වලට සම්බන්ධ වේ. නමුත් මෙය පිට පැනීමක් ලෙස නොසැලකිය යුතුය. **(d)** කොටසේ ඔබ අත්දැකපු දේ පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේ සම්බන්ධ කර ඇති **npn** ට්‍රාන්සිස්ටරයක ප්‍රතිදාන $I-V$ ලාක්ෂණිකයට ඈඳා ගත යුතුය. $I-V$ ලාක්ෂණිකය දී ඇත. එය අඳින්න කියා අසා නොමැත. එමනිසා කළ යුත්තේ **(d)** හා **(e)** කොටස් එකට තබා සංසන්දනය කිරීම පමණි. ඇත්තටම ප්‍රශ්නයේම උත්තරය දී ඇත. $I-V$ ලාක්ෂණිකයේ <u>කොටසක්</u> **d (ii)** හි ඇඳපු සටහනට බොහෝ සෙයින් සමාන වන බව සඳහන් කොට ඇත. $I-V$ ලාක්ෂණිකයේ මුල් කොටස එනම් I_C , V_{CE} සමඟ ශීඝ්‍රයෙන් වැඩිවන කොටස **d (ii)** හි ඇඳපු විචලනයට හාත්පසින්ම වෙනස් වේ. එමනිසා එකිනෙකට සමාන වන්නේ ලාක්ෂණිකයේ ඊළඟ කොටසය. බොහෝ සෙයින් යන වචනය යොදා ඇත්තේ හරියටම I_C , V_{CE} අක්ෂයට සමාන්තර නොවීමයි. මෙහිදී සඳහන් කළ යුතු වැදගත් කරුණක් තිබේ. ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය අර්ථ දක්වන්නේ යම් I_B අගයකට $\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}$ හැටියටය. මෙය $\frac{V_{CE}}{I_C}$ ලෙස අර්ථ දැක්වීම වැරදිය. ඇත්තටම ප්‍රතිරෝධය අර්ථ දැක්විය යුත්තේ $\frac{\Delta V}{\Delta I}$ ලෙසටය. V හි ΔV වෙනසකට I හි ΔI වෙනසක් දරණ අනුපාතය ප්‍රතිරෝධය වේ. මිනිසෙකුගේ යමකට පෙන්වන ප්‍රතිරෝධය මැනිය

යුත්තේ ද එම වෙනසට දක්වන ප්‍රතිචාරයේ වෙනසිනි. නමුත් V හා I විචලනය රේඛීය නම් (ඕමික ප්‍රතිරෝධකයක) $\frac{\Delta V}{\Delta I}$, $\frac{V}{I}$ ට සමාන වේ.



සරල රේඛාවක් සඳහා $\frac{\Delta V}{\Delta I}$, ඕනෑම තැනක ඇති $\frac{V}{I}$ ට සමානය. නමුත් $I - V$, වක්‍රයක් නම් මෙය මෙසේ සමාන නොවේ. එවන් අවස්ථාවකදී $\frac{\Delta V}{\Delta I}$ යනු වක්‍රයේ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයකට ඇඳි අනුක්‍රමණයේ පරස්පරයයි. සරල රේඛාවක් නම් රේඛාවේ ඕනෑම ලක්ෂ්‍යයක අනුක්‍රමණය එකම වේ. I_C - V_{CE} ලාක්ෂණිකයේ පසු කොටස හරියටම V_{CE} අක්ෂයට සමාන්තර වූ සරල රේඛාවක් නොවේ. එබැවින් ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය හෙවත් සංග්‍රාහකය සහ විමෝචකය අතර ප්‍රතිරෝධයෙහි විශාලත්වය යම් V_{CE} අගයක් අනුරූප I_C අගයෙන් බෙදා ලබා ගැනීම වැරදිය. ප්‍රස්තාරයට අනුව එහෙම කළොත් ලැබෙන්නේ $\frac{4}{5\times10^{-3}} = \mathbf{800\ \Omega}$ කි.

මෙය අගය වැරදිය. V_{CE}, **4 V** සිට **6 V** දක්වා වෙනස් වීමේදී I_C හි වෙනස්වීම **0.1 mA** ලෙස ගතහොත් $R_{output}(R_o) = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C} = \frac{2}{0.1\times10^{-3}} = 2\times10^4 = 20\ \mathrm{k\Omega}$ වේ.

ඇත්තටම ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදාන ප්‍රතිරෝධය සඳහා මේ ආකාරයේ $\mathrm{k\Omega}$ ගණයේ අගයක් ලැබිය යුතුය. මෙලෙසම ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය (R_i) අර්ථ දක්වන්නේ,

$$R_i = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}, \text{ යම් } V_{CE} \text{ අගයක් සඳහා ; } R_o = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}, \text{ යම් } I_B \text{ අගයක් සඳහා}$$

(B) අවකර පරිණාමකයක් 240 V ac, 50 Hz ජව මූලික වෝල්ටීයතාවයකින්, 18 V (උච්ච අගය) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාවක් නිපදවයි.

(*a*) ඉහත අවකර පරිණාමකයෙහි අදාළ අග්‍රවලට සම්බන්ධ කර ඇති සේතු සෘජුකාරකයක පරිපථ සටහනක් අඳින්න.

(*b*) ප්‍රතිදාන හරහා සම්බන්ධ කර ඇති ප්‍රතිරෝධකයක් හරහා පහත සඳහන් ප්‍රතිදාන අවස්ථාවල දී ඇතිවන වෝල්ටීයතා තරංග ආකාර ඇඳ දක්වන්න. ප්‍රස්තාරයන්හි අක්ෂ සලකුණු කර උච්ච වෝල්ටීයතා අගයයන් (වෝල්ට්වලින්) පැහැදිලි ව ලකුණු කරන්න. තරංග ආකාරයන්ගේ ආවර්ත කාල ද (තත්පරවලින්) ලකුණු කරන්න. සෘජුකාරකයේ භාවිතවන සිලිකන් සෘජුකාරක දියෝඩවලට 1 V පෙර නැඹුරු වෝල්ටීයතාවයක් ඇති බව උපකල්පනය කරන්න.

(i) පරිණාමක ප්‍රතිදානය

(ii) සෘජුකාරක ප්‍රතිදානය (සුමටන ධාරිත්‍රකය නොමැතිව)

(iii) සුමටන ධාරිත්‍රකය සමග සෘජුකාරක ප්‍රතිදානය. ඔබ විසින් (*a*) කොටස යටතේ අඳින ලද පරිපථයේ ධාරිත්‍රක සම්බන්ධය පෙන්වන්න.

(iv) වෝල්ටීයතාව යාමනය කිරීම සඳහා සෙනර් දියෝඩයක් සම්බන්ධ කිරීමෙන් පසු ප්‍රතිදානය. ඔබ විසින් (*a*) කොටස යටතේ අඳින ලද පරිපථයෙහි සෙනර් දියෝඩ සම්බන්ධය පෙන්වන්න.

(*c*) (i) සුමටන ධාරිත්‍රකය සඳහා කුඩා ධාරිතා අගයක් වෙනුවට විශාල අගයක් භාවිත කිරීමේ වාසිය කුමක් ද?

(ii) සුමටන ධාරිත්‍රකය ඇති විට දියෝඩයක් හරහා ඇති විය හැකි උපරිම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාව කුමක් ද?

(*d*) ඉහත (*b*) (iv) හි භාවිත කරන ලද සෙනර් දියෝඩය සඳහා පහත සඳහන් පිරිවිතර ඇත්නම්, සෙනර් දියෝඩය ආරක්ෂා කිරීම සඳහා භාවිත කළ යුතු ආරක්ෂක ප්‍රතිරෝධකයෙහි අගය ගණනය කරන්න.

සෙනර් වෝල්ටීයතාව = 10 V

සෙනර් දියෝඩය හරහා යැවිය හැකි ධාරාවෙහි උපරිම අගය = 200 mA

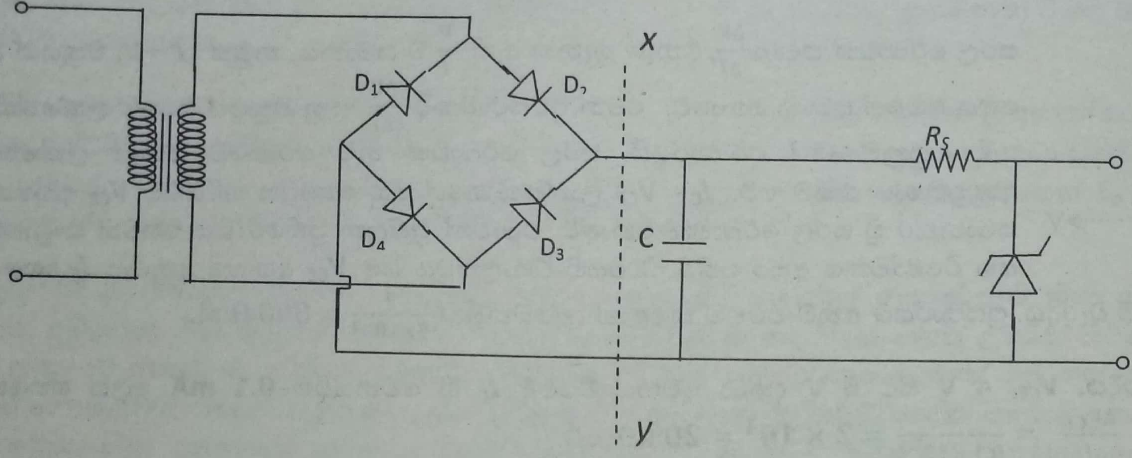
(ඔබගේ ගණනය කිරීම් සඳහා අදාළ උච්ච අගයයන් භාවිත කරන්න.)

(*e*) ශිෂ්‍යයෙක් සුමටන ධාරිත්‍රකය සහිත (එහෙත් සෙනර් යාමනයක් නොමැති) සෘජුකාරක පරිපථය පොදු විමෝචක වර්ධකයක් ක්‍රියාකරවීමට අවශ්‍ය සරල ධාරා (dc) ජව සැපයුමක් ලෙස භාවිත කිරීමට තීරණය කළේ ය.

(i) පොදු විමෝචක වර්ධකයක පරිපථ රූප සටහන අඳින්න.

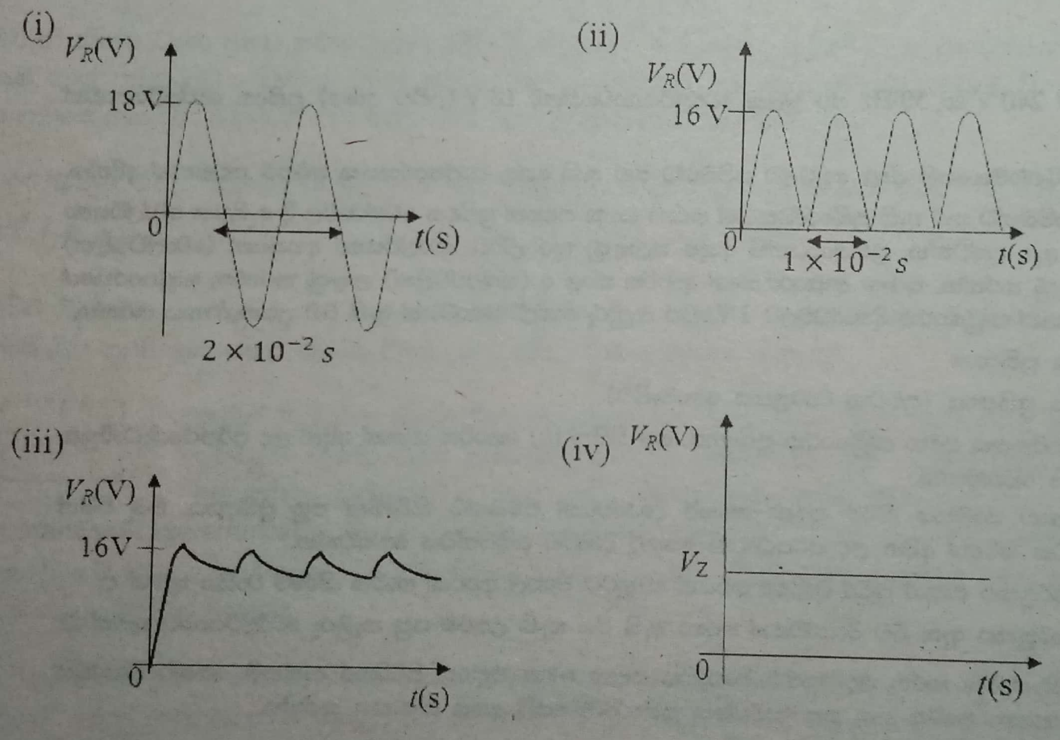
(ii) ජව සැපයුමේ වෝල්ටීයතා විචලනය (රැළිති වෝල්ටීයතාවය) නිසා වර්ධකයෙහි පාදමේ සහ ප්‍රතිදානයෙහි වෝල්ටීයතාවයන් හි ඔබ බලාපොරොත්තු වන වෙනස්වීම් සඳහන් කරන්න.

(09) (*a*)



වම් පැත්තේ සිට ***XY*** දක්වා නිවැරදි රූප සටහනට

(*b*)



[(iii) ප්‍රස්තාරයේ ආරම්භක වැඩිවීම අවශ්‍ය නැත] ප්‍රස්තාර සඳහා ලකුණු වෙන්කර දීම පහත පරිදි වේ.

ප්‍රස්තාරයේ හැඩය සහ අක්ෂ නම් කිරීම සඳහා එක් එක් ප්‍රස්තාරයට ලකුණු 01 බැගින්

අවම වශයෙන් නියමිත එක් ස්ථානයක හෝ 18 V සහ16 V ලකුණු කර තිබීමට

තරංගවල ආවර්ත කාල පිළිවෙලින් 2×10^{-2}s සහ 1×10^{-2}s ඉහත ප්‍රස්තාරවල නිවැරදිව ලකුණු කිරීමට හෝ අක්ෂ නිවැරදිව ලකුණු කිරීමට

(iii) සුමටන ධාරිත්‍රක සම්බන්ධය රූපයේ දැක්වීමට

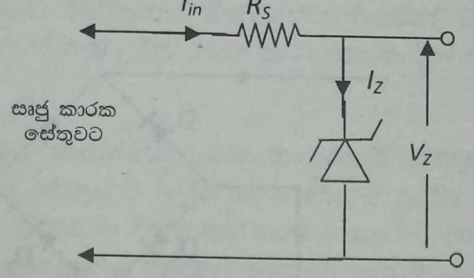
(iv) සෙනර් දියෝඩ සම්බන්ධය රූපයේ දැක්වීමට (මේ සඳහා ආරක්ෂක ප්‍රතිරෝධය අවශ්‍ය නැත)

(*c*) (i) විශාල ධාරිතා අගයක් යෙදීම නිසා රළිති වෝල්ටීයතාව කුඩාවේ හෝ සරල ධාරා සංරචකය විශාලවේ හෝ වෝල්ටීයතාවය වඩාත් සුමට වේ හෝ රළිති සාධකය කුඩා වේ හෝ ප්‍රතිදානය වඩාත් සරල (DC) වේ

(ඕනෑම එක් හේතුවකට)

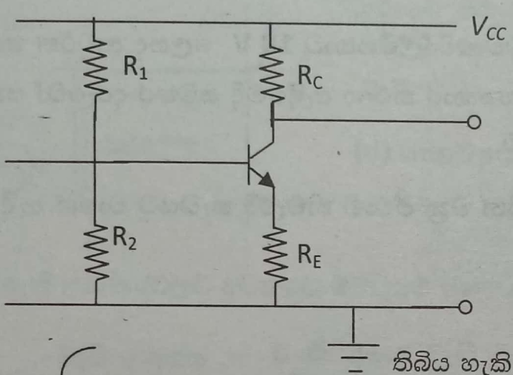
(ii) දියෝඩයක් හරහා උපරිම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවය 17 V

(*d*)

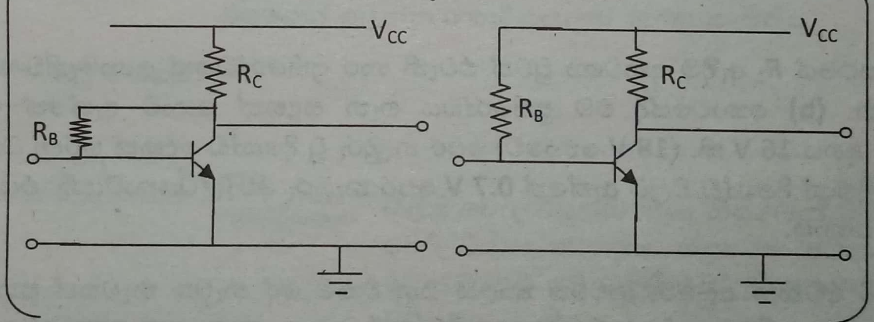


$$\frac{16-10}{R_S} = \text{හෝ} \leq 200 \times 10^{-3};\ R_S = \frac{6}{200\times10^{-3}};\ R_S = 30\,\Omega\ (\geq 30\ \Omega)$$

(*e*) (i)



තිබිය හැකි වෙනත් පරිපථ



(ii) රළිති වෝල්ටීයතාවයට අනුව පාදම වෝල්ටීයතාවය වෙනස් වේ. මෙම වෙනස පාදමේ සංඥා විචලකයක් ලෙස ක්‍රියාකර සංග්‍රාහකයේ වර්ධිත (යටිකුරුවූ) සංඥාවක් ඇති කරයි

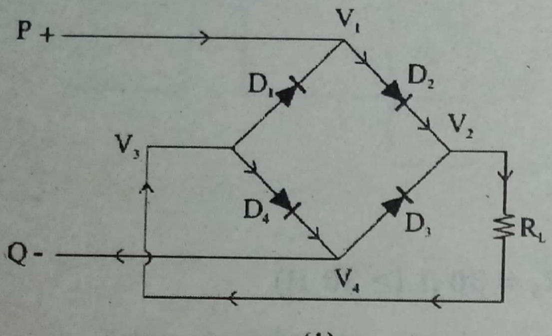
ප්‍රශ්නයේ විවරණය

මෙම ප්‍රශ්නය නම් 100% ක්ම වාගේ theory ය. සෘජුකාරක පරිපථ පිළිබඳ බලන් ආවනම් මෙයට උත්තර දීම ඉතා පහසුය.

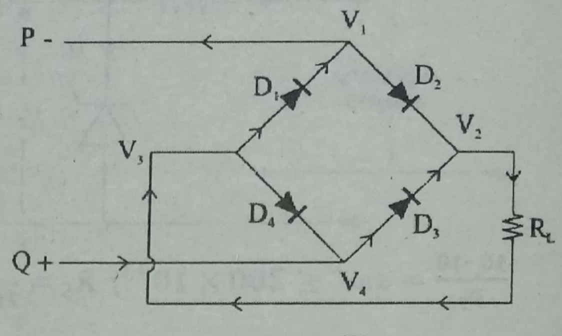
(a) සාමාන්‍ය සේතු සෘජුකාරක පරිපථය ඇඳිය යුතුය. පරිණාමක සංකේතයත් දියෝඩ හතර (නිවැරදි පිළිවෙලට) ඇඳිය යුතුය. මේවා ඔබ උගෙන ගන්නා theory නිසා වැඩිපුර විස්තර කිරීම අනවශ්‍යයැයි හැඟේ. අවකර පරිණාමකයේ ප්‍රතිදානය සයිනාකාර ලෙස විචලනය වන වෝල්ටීයතාවයක් නිසා (ජව මූලික වෝල්ටීයතාව සයිනාකාර නිසා) තරංගයේ ධන අර්ධයේ *P* ලක්ෂ්‍යය *Q* ට සාපේක්ෂව ධන විභවයක පවතී. පහත (1) රූපය බලන්න. දියෝඩ පරිපථයේ ශීර්ෂවල වෝල්ටීයතා V_1, V_2, V_3 හා V_4 ලෙස සැලකුවහොත් තරංගයේ ධන අග්‍රයේදී $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$ බැවින් D_2 දියෝඩය ($V_1 > V_2$) හා D_4 දියෝඩය ($V_3 > V_4$) පෙර නැඹුරුව පවතී. D_1 හා D_3 දියෝඩ පසු නැඹුරුව පවතී. එබැවින් ඒවා හරහා ධාරා නොගලයි. ($V_1 > V_3$, $V_2 > V_4$) මේ අවස්ථාවේදී සේතු පරිපථයේ

ප්‍රතිදානය හරහා සම්බන්ධ කර ඇති ප්‍රතිරෝධයක් **(R_L)** හරහා ගලන ධාරාව (දිශාවත් සමඟ) පහත **(1)** රූපයේ පෙන්වා ඇත. **(2)** රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ පරිණාමක ප්‍රතිදානයේ සෘණ අර්ධයේදී ,**(R_L)** හරහා ගලන ධාරාවේ දිශාවයි. ***Q*** ලක්ෂ්‍යය ***P*** ට සාපේක්ෂව ධන වේ. එවිට $V_4 > V_2 > V_3 > V_1$ වේ.

එවිට D_1 හා D_3 දියෝඩ පෙර නැඹුරු වන අතර D_2 හා D_4 දියෝඩ පසුනැඹුරු වේ. මේ අනුව සැපයුම් වෝල්ටීයතා තරංගයෙහි ධන සහ සෘණ අර්ධ දෙකේදීම $V_2 > V_3$ වන අතර R_L හරහා ධාරාව ගලන්නේ එකම දිශාවටය.

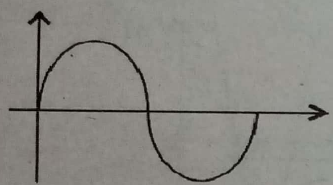


(1)



(2)

(b) (i) නිකම් සයිනාකාර තරංග රටාවක් ඇඳිය යුතුය. උච්ච වෝල්ටීයතාව **18 V** ලෙසද ආවර්ත කාලය **(period)** **0.02 s** ලෙසද $\left(\frac{1}{50} = 0.02\ \text{s}\right)$ සලකුණු කළ යුතුය. සයිනාකාර තරංග ඇඳීමේදී සමහර දරුවෝ පහත ආකාරයේ අර්ධ වෘත්ත අඳිති. සයිනාකාර විචලන අර්ධ වෘත්ත නොවේ.

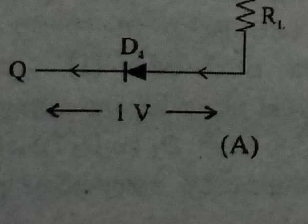


මෙහිදී එය නොබැලුවත් සයින් වක්‍ර ඒවාහි නිවැරදි හැඩයට වාගේ ඇඳීමට ඔබ සමත් විය යුතුය.

(ii) (a)හි අඳින ලද පරිපථයේ R_L ඇඳීම අනවශ්‍ය වුවත් එවැනි භාර ප්‍රතිරෝධයක් නොමැතිව වෝල්ටීයතා තරංග ආකාර ඇඳිය නොහැක. **(b)** කොටසේදී එම ප්‍රතිරෝධය ගැන සඳහන් කොට ඇත්තේ එමනිසාය. මෙහිදී වෝල්ටීයතාවයේ උච්ච අගය **16 V** කි. (**18 V** නොවේ) පෙර නැඹුරු වූ දියෝඩ දෙකක් හරහා ධාරාව ගලන බැවින් **1 V** ගානේ **2 V** බසී. සිලිකන් දියෝඩ වලට ඇත්තේ **0.7 V** පෙර නැඹුරු වෝල්ටීයතාවයකි. එය **1 V** ලෙස ගන්න කියා දී ඇත්තේ පහසුව තකාය.

දැන් ආවර්ත කාලය හරි අඩකින් අඩුවේ. ආවර්ත කාලය යනු එකම දේ නැවත නැවතත් පුනරාවර්තනය සඳහා ගතවන කාලයයි. පරිණාමක ප්‍රතිදානයේ පුනරාවර්තනය වන්නේ ධන හා සෘණ යන කොටස් දෙකය. නමුත් සේතු ප්‍රතිදානයේ සෘණ කොටසත් ධන පැත්තට හැරී ඇත. එමනිසා දැන් **repeat** වන්නේ ධන කොටස්මය. ධන කොටස් නැවත නැවත කරළියට ඒමට ගතවන කාලය **0.01 s** කි.

18 V , 16 V ට අඩු වීමට හේතුව පහත පරිපථයෙන් එක එල්ලේ බලා ගත හැක. ඉහත ඇඳ ඇති **(1)** රූපය පසු නැඹුරු වී ඇති දියෝඩ අතහැර ධාරාව ගලා යන පාර විතරක් පේන්න ඇන්දහම ලැබෙන්නේ පහත පරිපථය **(A)** නොවේ ද ?



(A)

දැන් $V_{PQ} = 1 + V_{RL} + 1$

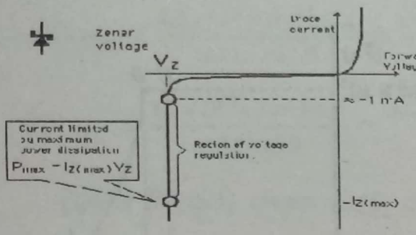
1 V යනු දියෝඩ පෙර නැඹුරු වී ඇති නිසා එක් දියෝඩයක් හරහා **drop** වන වෝල්ටීයතාවයයි.

$18 = V_{RL} + 2$ ---> $V_{RL} = 16$ V

(iii) සුමටන ක්‍රියාවලියද ඔබ දන්නා දෙයකි. ඉහත **(ii)** හි වෝල්ටීයතාව අනවරත සරල ධාරා වෝල්ටීයතා ප්‍රභවයක් ලෙස භාවිතා කළ නොහැක. ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව සුමටනය කිරීම සඳහා සුමටන ධාරිත්‍රකයක් R_L හරහා සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කළ හැක. ප්‍රතිදානයේ වෝල්ටීයතාව වැඩි වන විට ධාරිත්‍රකය ක්‍රමයෙන් ආරෝපිත වේ. ප්‍රතිදානය උච්ච වෝල්ටීයතා අගයට පැමිණි විට ධාරිත්‍රකයද ආරෝපණය වී ඒ හරහා වෝල්ටීයතාවද එම අගයම ලබා ගනී. දැන් ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව අඩු වීමට පටන් ගත් විට ධාරිත්‍රකය R_L හරහා විසර්ජනය වේ. මෙසේ R_L හරහා වෝල්ටීයතාව අඩු වෙමින් එන විට ප්‍රතිදානයේ ඊළඟ ආවර්තය නැගගෙන එයි. මෙසේ ඉහළට නැගගෙන එන වෝල්ටීයතාවයට ධාරිත්‍රකය විසර්ජනය වීමෙන් බැසගෙන යන වෝල්ටීයතාව හමුවේ. නැගගෙන එන වෝල්ටීයතාව නැවතත් තම උච්ච අගය කරා යන බැවින් දෙන්නා හමුවූවාට පසු ධාරිත්‍රකය නැවත කුඩා කාලයකට ආරෝපණය වේ.

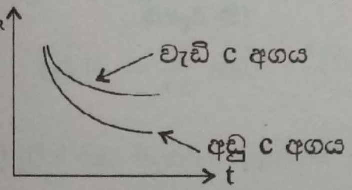
මෙහිදී ධාරිත්‍රකය ක්‍රියා කරන්නේ ගබඩා කාමරයක් **(store room)** ලෙසටය. පුරෝ ගන්න පුළුවන් වෙලාවට පුරවා ගනී. දෙන්ට පුළුවන් වෙලාවට දෙයි. දෙන අතරෙ පුරවා ගන්න පුළුවන් උනාම නැවත පුරවා ගනියි. ධාරිත්‍රකයක් විසර්ජනය වන විට ඒ හරහා විභව අන්තරය කාලය සමඟ රේඛීය විදියට අඩු නොවේ. අඩු වන්නේ ඝාතීය ක්ෂය වීමක් ලෙසටය **(exponential decay)** එමනිසා වෝල්ටීයතාවයේ අඩුවීම (රැළිත්ත) සරල රේඛීය ආකාරයෙන් ඇඳීම නිවැරදි නොවේ. පොඩි වක්‍රාකාර හැඩයක් තිබිය යුතුය.

(iv) සෙනර් දියෝඩයක් පසු නැඹුරු අවස්ථාව යටතේ සෙනර් වෝල්ටීයතාවයේ **(V_z)** රඳවා ගත් විට ඒ හරහා ගලන ධාරාවේ යම් පරාසයක් තුළ වෙනස් වුවද වෝල්ටීයතාවය නොවෙනස්ව පවතී. සෙනර් දියෝඩයක් සඳහා $V - I$ ලාක්ෂණිකය රූපයේ පෙන්වා ඇත.

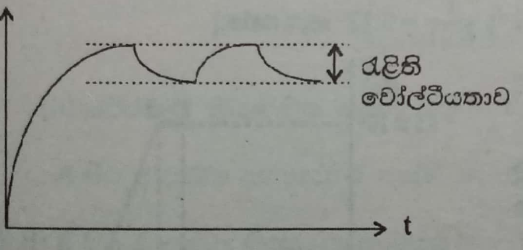


(d) කොටසේ දී ඇති සෙනර් දියෝඩය සඳහා V_z **= 10 V** වේ.

(c) **(i)** හි දී ඇති උත්තරවලට අමතරව ඕන නම් පහත විචලනයද ඇඳ අදාළ හේතු පෙන්විය හැක.

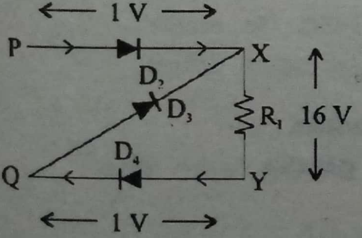


C හි අගය වැඩි වූ විට විසර්ජනය ශීඝ්‍රයෙන් සිදු නොවේ. ධාරිතාව වැඩිය. ශීඝ්‍රයෙන් ගලන්න නොදී අල්ලන් ඉන්න කැමතිය.



රැළිති වෝල්ටීයතාව කියා කියන්නේ මේ රැල්ල නිසා ඇතිවන සුළු වෝල්ටීයතා වෙනසය. ශීඝ්‍රයෙන් පටගාලා ධාරිත්‍රකය විසර්ජනය නොවේ නම් මේ රැළිති වෝල්ටීයතාවය කුඩා වේ. ප්‍රතිදානය වඩා **DC** වේ.

(ii) මෙය තීරණය කිරීමට ඉහත ඇඳ ඇති **(A)** පරිපථයට පසු නැඹුරුව ඇති D_3 දියෝඩය එක්කාසු කරන්නම්.



D_3 හි පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවය වන්නේ $V_{XQ} = V_{XY} + V_{YQ}$. V_{XY} හි උපරිම අගය **16 V** කි.

එමනිසා $V_{XQ} = 16 + 1 = 17$ V

සැම දරුවෙකුගේම පාහේ උත්තරය වූයේ **16 V** ය.

(d) මෙය නම් හැමදාම අසන ගැටලුවකි. **MCQ** වලද අසා ඇත. සෙනර් දියෝඩයක් සඳහා දෙන ලාක්ෂණික ගැටලුවකි මෙය. මෙහි සෙනර් වෝල්ටීයතාව **10 V** කි. එමනිසා **(16 −10) V** ක් R_s හරහා බැස්සවිය යුතුය.

(e) (i) විවිධ ක්‍රමවලින් පරිපථ ඇඳිය හැක. පළමු පරිපථ සටහන අප බොහෝ විට යොදා ගන්නා වෝල්ටීයතා භාජක ක්‍රමයයි **(voltage divider method)**. මෙහිදී *C, B* සහ *E* අග්‍රවලට සුදුසු විභවයන් සැපයෙන්නේ V_{cc}, අදාළ ප්‍රතිරෝධ මගින් සුදුසු පරිදි බෙදා දීමෙනි. අනෙක් ක්‍රම දෙකේම ට්‍රාන්සිස්ටරය නැඹුරු කොට ඇත්තේ පාදම ප්‍රතිරෝධක ක්‍රමයෙනි **(base resistor method)**

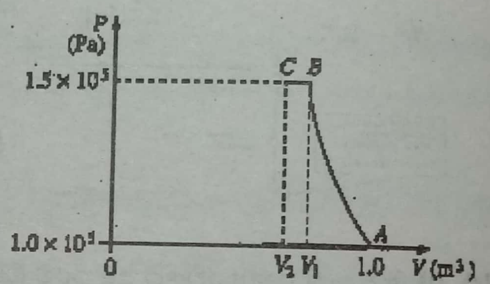
(ii) ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නැඹුරු කිරීම සඳහා යොදාගන්නා **dc** වෝල්ටීයතා මට්ටම නොවෙනස්ව ස්ථාවරව පැවතිය යුතුය. ඒවා වෙනස් වෙන්න ගත්තොත් එම වෙනස් වීමද වර්ධනය වී වර්ධනය කළ යුතු සංඥාව විකෘති කරයි.

උදාහරණයක් වශයෙන් වෝල්ටීයතා භාජක ක්‍රමයයේදී, දී ඇති පාදම වෝල්ටීයතාව වන්නේ R_2 හරහා ඇතිවන වෝල්ටීයතාවයයි.

$V_{CC} = V_{R1} + V_{R2}$ නිසා V_{cc} වෙනස් වුවහොත් V_{R2} ද වෙනස්වේ. මෙම වෙනස වර්ධනය වී V_C හි වර්ධිත සංඥාවක් ලෙස ලැබේ. වර්ධනය කරන්න ඕන ඒවා අස්සේ වර්ධනය නොකළ යුතු දෑ රිංගීම අනවශ්‍ය වැඩකි.

10. (A) කොටසට හෝ (B) කොටසට හෝ පමණක් පිළිතුරු සපයන්න.

(A) පරිපූර්ණ වායු සමීකරණයෙන් පටන් ගෙන පරිපූර්ණ වායුවක ඝනත්වය (ρ) සඳහා ප්‍රකාශනයක් පීඩනය (P), මවුලික ස්කන්ධය (M), නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය (T) සහ සාර්වත්‍ර වායු නියතය (R) ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.



(1) රූපය

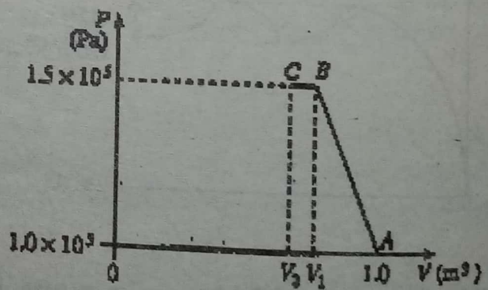
වායුගෝලීය පීඩනයේ (1.0×10^5 Pa) සහ උෂ්ණත්වය 27 °C හි පවතින වාතය 1.0 m^3 පරිමාවක් (P–V වක්‍රයේ A ලක්ෂ්‍යය) (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි පීඩනය 1.5×10^5 Pa සහ උෂ්ණත්වය 64.5 °C (P–V වක්‍රයේ B ලක්ෂ්‍යය) කරා ස්ථිරතාපී ලෙස සම්පීඩනය කරනු ලැබේ. ඊට පසු 1.5×10^5 Pa නියත පීඩනයක් යටතේ වාතයේ ආරම්භක උෂ්ණත්වය වන 27 °C කරා එම වාතය සිසිල් කරනු ලැබේ. (P–V වක්‍රයේ C ලක්ෂ්‍යය)

[වාතය පරිපූර්ණ වායුවක් ලෙස හැසිරෙන්නේ යැයි උපකල්පනය කරන්න;

වාතයේ මවුලික ස්කන්ධය $= 3.0\times10^{-2}\,\mathrm{kg\,mol^{-1}}$; $R = 8.31\,\mathrm{J K^{-1} mol^{-1}}$; $\frac{1}{8.31} = 0.12$ ලෙස ගන්න.]

(a) (i) A ලක්ෂ්‍යයේ දී, (ii) B ලක්ෂ්‍යයේ දී, (iii) C ලක්ෂ්‍යයේ දී වාතයේ ඝනත්වය ගණනය කරන්න.

(b) (i) B ලක්ෂ්‍යයේ දී වාතයේ පරිමාව, V_1 (ii) C ලක්ෂ්‍යයේ දී වාතයේ පරිමාව V_2, ගණනය කරන්න. (ඔබගේ පිළිතුරු ආසන්න දෙවන දශම ස්ථානයට දෙන්න.)



(2) රූපය

(c) ස්ථිරතාපී වක්‍රය රේඛීය ලෙස උපකල්පනය කරමින් අනුරූප P–V රූප සටහන, (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට නැවත ඇඳිය හැක. A සිට B දක්වා වාතය සම්පීඩනය වන ක්‍රියාවලියේ දී පහත දෑ ගණනය කරන්න.

(i) වාතය මගින් කරන ලද කාර්යය

(ii) අභ්‍යන්තර ශක්තියේ ඇති වූ වෙනස

(d) B සිට C දක්වා වාතය සම්පීඩනය වන ක්‍රියාවලියේ දී පහත දෑ ගණනය කරන්න.

(i) වාතය මගින් කරන ලද කාර්යය (ii) වාතයෙන් ඉවත් වූ තාප ප්‍රමාණය

(ඉ) සමහර රථවාහන එන්ජින් තුළ (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති ක්‍රියාවලියට සමාන ක්‍රියාවලියක් සිදු වේ. රථවාහන එන්ජිමක ක්ෂමතා ප්‍රතිදානය, දී ඇති ඉන්ධන ස්කන්ධයක් සමග මිශ්‍ර වීම සඳහා එන්ජිමට ඇදගත හැකි වාතයේ ස්කන්ධයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ. එන්ජිමට වාතය ඇතුල් කිරීමට පෙර ඒකක පරිමාවකට, වඩා වැඩි වාත ස්කන්ධයක් ලබා දෙන පරිදි වාතය සම්පීඩනය කරන 'ටර්බෝ ආරෝපකය' (turbo charger) නමින් හැඳින්වෙන ඒකකයක් ඉමම රථවල ඇත. මෙම ශීඝ්‍ර, ස්ථිරතාපී සම්පීඩනය වාතය රත් කරයි. [(1) රූපයේ පෙන්වා ඇති A සිට B දක්වා වූ ක්‍රියාවලිය.] එය තවදුරටත් සම්පීඩනය කිරීමට වාතය 'අතුරු සිසිල්කුරුව' (intercooler) නමින් හැඳින්වෙන ඒකකයක් හරහා ඊළඟට යවන අතර එහි දී නියත පීඩනයක් යටතේ වාතයෙන් තාපය ඉවත් වේ. [(1) රූපයේ පෙන්වා ඇති B සිට C දක්වා වූ ක්‍රියාවලිය.] ඉන්පසු එන්ජිම තුළට වාතය ඇදගනු ලැබේ.

27 °C දී, 1.0×10^5 Pa පීඩනයක ඇති වාතය ලබා ගන්නා එන්ජිමක ක්ෂමතා ප්‍රතිදානය සමග සංසන්දනය කිරීමේ දී 'ටර්බෝ ආරෝපකය' සහ 'අතුරු සිසිල්කුරුව' භාවිත කරන්නා වූ එන්ජිමක ක්ෂමතා ප්‍රතිදානය කුමන ප්‍රතිශතයකින් වැඩි වේ ද? [ඉඟිය: (a) (i) සහ (a) (iii) හි ලබා ගත් ප්‍රතිඵල භාවිත කරන්න.]

$$PV = nRT \text{ OR } PV = \left(\frac{W}{M}\right)RT; \quad \rho = \frac{PM}{RT}$$

(a) (i) $\rho_A = \frac{10^5\times30\times10^{-3}}{8.31\times300} = \frac{0.12\times10^5\times30\times10^{-3}}{300}$; $\rho_A = 1.2$ kg m^{-3}

(ii) $\rho_B = \frac{1.5\times10^5\times30\times10^{-3}}{8.31\times337.5} = \frac{0.12\times1.5\times10^5\times30\times10^{-3}}{337.5}$; $\rho_B = 1.6$ kg m^{-3}

(iii) $\rho_C = \frac{1.5\times10^5\times30\times10^{-3}}{8.31\times300} = \frac{0.12\times1.5\times10^5\times30\times10^{-3}}{300}$; $\rho_C = 1.8$ kg m^{-3}

(ඉහත පිළිතුරු සඳහා පළමු දශමස්ථානයෙන් පසු අංක නොසලකා හරින්න)

(b) (i) $V_1 = \frac{1.2}{1.6}$ හෝ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ යෙදීමෙන්; $\frac{1.0\times10^5\times1}{300} = \frac{1.5\times10^5\times V_1}{337.5}$; $V_1 = 0.75$ m^3

(ii) $V_2 = \frac{1.2}{1.8}$ හෝ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ යෙදීමෙන්; $\frac{1.0\times10^5\times1}{300} = \frac{1.5\times10^5\times V_2}{300}$; $V_2 = 0.67$ m^3

(c) (i) A සිට B දක්වා සිදුකරන කාර්යය $= -\frac{1}{2}\times0.25\times(1+1.5)\times10^5 = -31250$ J (3.125×10^4 J)

{සෘණ ලකුණ නොසලකා හරින්න}

(ii) ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලිය සඳහා $\Delta Q = 0$; $\therefore \Delta U = -\Delta W$

A සිට B දක්වා අභ්‍යන්තර ශක්ති වෙනස $= 31250$ J

(d) (i) B සිට C දක්වා සිදුකරන කාර්යය $= -1.5\times10^5\times0.08 = -12000$ J (1.2×10^4 J)

{සෘණ ලකුණ නොසලකා හරින්න}

(ii) C හි උෂ්ණත්වය A හි උෂ්ණත්වයට සමාන නිසා වාතයේ C හිදී අභ්‍යන්තර ශක්තිය A හීදී එම අගයට සමාන වේ. එබැවින් A සිට B ක්‍රියාවලියේ දී ලබාගත් අභ්‍යන්තර ශක්තිය, B සිට C ක්‍රියාවලියේ දී නැතිවූ අභ්‍යන්තර ශත්තියට සමානවේ. $\therefore \Delta U = \Delta Q - \Delta W$

$-31250 = \Delta Q - (-12000)$ {ΔUසහ ΔW වැරදි වුවද අනුරූප ලකුණු නිවැරදි නම් මෙම ලකුණ ප්‍රදානය කරන්න.}

$\Delta Q = -43250$ J (4.325×10^4 J)

(e) ක්ෂමතා ප්‍රතිදානය වැඩිවන ප්‍රතිශතය$= \frac{(1.8-1.2)}{1.2}\times100 = 50\%$

<u>**ප්‍රශ්නයේ විවරණය**</u>

මෙම ප්‍රශ්නයේ ඉලක්කය සඳහන්ව ඇත්තේ ප්‍රශ්නයේ අගය. එය මුලින් දුන්නේ නම් බොහෝ දරුවන් බය වෙනවා නිසැකය. සමහර වාහනවල, විශේෂයෙන් බස් හා වෑන්වල **'turbo charger' – 'intercooler'** කියා පිට පෘෂ්ඨයේ ලියා ඇති අයුරු ඔබ දැක ඇත. සමහරවිට අපට සිතෙන්නේ මෙය වාහනයේ වායුසමීකරණ **(AC)** පද්ධතිය හා සම්බන්ධ දෙයක් කියාය. **'intercooler'** යන වචනය නිසා. නමුත් මෙම **'turbo charger'** හා **'intercooler'** යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ වෙනත් ක්‍රියාවලි දෙකකි.

ඕනෑම ඉන්ධනයක් දහනය කිරීමට වාතය **(O_2)** අවශ්‍ය බව අපි දනිමු. වාහනයකද ඉන්ධන දහනය සඳහා අවශ්‍ය වන වාතය වායු පෙරනය **(air filter)** හරහා වායුගෝලයෙන් ඇද ගත යුතුය. ඉන්ධන දහනය සඳහා වැඩි **O_2** ප්‍රමාණයක් තිබුනොත් දහනය වඩා කාර්යක්ෂම වේ. අපට **O_2** වැඩිපුර කොහෙන්වත් ලබා ගත නොහැක. එමනිසා ඇදගන්නා වාතය සම්පීඩනය කරන්නේ නම් ඒකක පරිමාවක ඇති **O_2** අණු ප්‍රමාණය වැඩි කර ගත හැක. ඒකක පරිමාවක අඩංගු වායු අණු **(O_2)** වැඩි කිරීම යනු වායුවේ ඝනත්වය ඉහළ දැමීමයි.

එබැවින් 'ටර්බෝ ආරෝපකය' මඟින් කරන්නේ වායුගෝලයෙන් ඇද ගන්නා වාතය ඉක්මනින් සම්පීඩනයකට බඳුන් කිරීමයි. එවිට වාතයේ ඝනත්වය වැඩි වන අතරම වාතය රත්වේ. **'turbo'** යන වචනය භාවිතා කරන්නේ **('turbine')** ට'බයිනයක් මගින් එළවන පද්ධතියක් මගින් මෙම සම්පීඩනය සිදු කරන නිසාය. **'charger'** යන වචනයෙන් හදිසියේ සිදුවන අර්ථය ලබා දේ. මෙම රත්වූ වාතය දහන කුටීරයට යැවීම එතරම් හොඳ නැත. එකවිට 'ස්පෝටනයක්' ගිනි ගැනීමක් සිදුවිය හැක. එමනිසා මෙම සම්පීඩනය වූ වාතය නියත පීඩනයක් යටතේ වායුගෝලීය උෂ්ණත්වය දක්වා සිසිල් වීමට ඉඩ හරී. හොඳ තාප සන්නායකයකින් සමන්විත කුටීරයක මෙය සිදුකල හැක. **'intercooler'** යන්නෙන් ගම්‍ය වන්නේ අභ්‍යන්තර ලෙස සිසිල් වීමට ඉඩ හරී යන්නය. මෙයින් වාතයේ උෂ්ණත්වය සාමාන්‍ය වායුගෝලීය උෂ්ණත්වය කරා එන අතරම තවත් වාසියක් සිදු වේ. ඒ තවදුරටත් වාතයේ ඝනත්වය වැඩි වීමය. (පරිමාව අඩු වන නිසා)

මෙම ක්‍රියාවලිය මගින් සිදු වන්නේ වාහනයට හොඳ **'pick up'** එකක් ලබා දීමය. නැතුව ඉන්ධන ඉතිරි කිරීමක් මෙහිදී සිදු නොවේ. වාහනයට කෙටි කාලයක් තුළදී යම් ඉහළ වේගයක් අත් කර ගත හැක. සමහර වාහන එළවන අය මෙයට කැමතිය. මෙම ක්‍රියාවලිය සඳහාද ශක්තියක් අවශ්‍යවේ. ශක්ති පරිභෝජනය පැත්තෙන් වාසියක් නැත. සමහරු ටක් ගාල පිඹගෙන යන්න ආසය.

(a) කොටස්වල ඇත්තේ නිකම් ආදේශ කරන්නය. P දනී, M දී ඇත.T දනී. $\frac{1}{R}$ දී ඇත. සියල්ලම ලස්සනට සුළු වේ. සමහර දරුවන් බයට දෝ කොහෙද දී ඇති $\frac{1}{R}$ අගය වෙනුවට R හි දන්නා අගය ආදේශ කොට තිබුණි. එහි වැරැද්දක් නැතත් එවිට සුළු කිරීම අපහසුය.

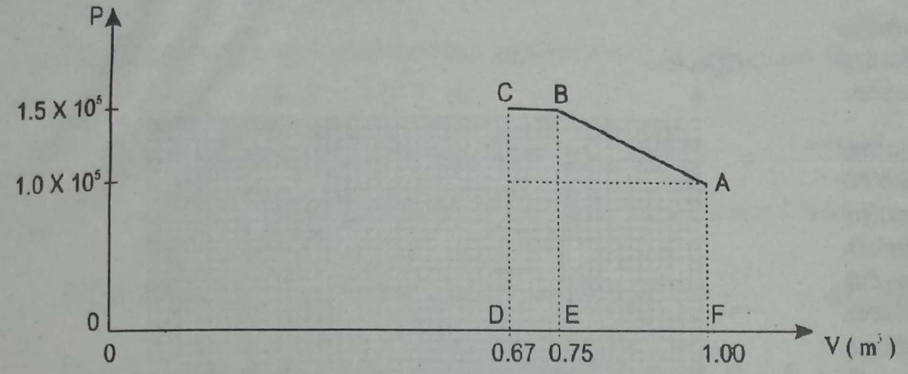
ඇත්තටම B ලක්ෂ්‍යයේදී උෂ්ණත්වය දිය යුතුම නැත. නමුත් ස්ථිරතාපි ක්‍රියාවලියක් සඳහා සූත්‍රය විෂය නිර්දේශයේ නැත. එම සූත්‍රය භාවිත කොට ඕන නම් B හි උෂ්ණත්වය ගණනය කළ හැක.

(b) A ලක්ෂ්‍යයේදී වාතයේ පරිමාව **$1\ m^3$** ලෙස දී ඇත. එමනිසා සරල අනුපාත ක්‍රමයෙන් V_1 හා V_2 සෙවිය හැක. ඇත්තටම වායු ප්‍රමාණයේ මුළු ස්කන්ධයේ වෙනසක් වී නැත. A ලක්ෂ්‍යයේදී වායු ඝන මීටරයක ස්කන්ධය **1.2 kg** කි. B ලක්ෂ්‍යයේදී වායු ඝන මීටරයක ස්කන්ධය **1.6 kg** කි. නමුත් වාතයේ මුළු ස්කන්ධය වෙනස් විය නොහැක. එබැවින් ඒකක පරිමාවක ස්කන්ධය වැඩි වී ඇත්තේ වාතයේ පරිමාව අඩු වීම මගිනි. එමනිසා $V_1 = \frac{1.2}{1.6} \times 1$ විය යුතුය. නැත්නම් $\frac{PV}{T} =$ නියතයක් යන්නෙන්ද නව පරිමාව සෙවිය හැක. පරිපූර්ණ වායුවක් නිසා ඕනෑම අවස්ථාවකදී $PV = nRT$ යෙදිය හැක. $PV = nRT$ අවස්ථා සමීකරණයකි. A සිට B දක්වා ස්ථිරතාපි ක්‍රියාවලිය සඳහා $PV^{\gamma} =$ නියතයක් යෙදිය හැක. නමුත් මෙම සමීකරණය යොදා ගැටලු සෑදීම විෂය නිර්දේශයේ නැත.

V_2 සඳහා ලැබෙන්නේ **$0.6666\ m^3$** ය. එබැවින් පසු ගණනය කිරීම්වල පහසුව තකා මෙම උත්තරය ආසන්න දෙවන දශම ස්ථානයට දෙන්න කියා ඇත.

(c) මෙම කොටස සහ **(d)** කොටසේදී දරුවන් අතින් වැරදීමක් සිදුවිය. කරන ලද කාර්යය, වක්‍රය හා V අක්ෂය අතර මායිම් වන වර්ගඵලයෙන් ලැබෙන බව හැමෝම දන්නා කරුණකි. නමුත් ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇති P අක්ෂය ඇඳ ඇත්තේ ශූන්‍යයේ **(0)** සිට ආරම්භ වන අයුරින් නොවේ. එමනිසා කාර්යය ABV_1 මගින් වටවන ත්‍රිකෝණයේ වර්ගඵලයෙන්

පමණක් නොලැබේ. ඊට යට සෘජුකෝණාස්‍රයක්ද ඇත. පීඩන අක්ෂය ශුන්‍යයේ සිට පටන් ගෙන ඇන්දහොත් පහත ආකාරයේ ප්‍රස්තාරයක් ලැබේ.



A සිට **B** දක්වා වාතය මගින් කරන ලද කාර්යය ලබා දෙන්නේ **ABEF** ත්‍රපීසියමේ වර්ගඵලයෙන්ය. එය සමාන්තර පාද දෙකේ ඓක්‍යය (**AF + BE**) ගුණ කිරීම ලම්බක උසේ (**EF**) භාගයෙන් ලැබේ. මෙහි පෙන්වා ඇති රූපය ප්‍රශ්න පත්‍රයේ දුන්නා නම් දරුවන් අතින් මේ වැරැද්ද සිදු නොවනු ඇත. මේ රූපය දුන්නේ නම් **AB** ප්‍රමාණය පරිමාණයට අනුව අඳින්න වෙන්නේ කුඩාවටය. **(1.0 සිට 1.5 දක්වා)** ප්‍රශ්න පත්‍රයේ දී ඇති **P – V** සටහනේ වැරැද්දක් නැත. නමුත් එහි **0** සිට **1.0 X 10^{5}** දක්වා ඇති කොටස ඇසට පෙනෙන්නේ නැත. අපරාදෙ!!

කාර්යය **PΔV** (**P** නියත නම්) මගින් ලැබේ. මෙහි **P** සමාන වන්නේ සත්‍ය (නිරපේක්ෂ) පීඩනයටයි. නැතුව පීඩන වෙනසකට නොවේ. ලකුණු සම්මුතිය අනුව වාතය මගින් කරන ලද කාර්යය ඍණ වේ. ඇත්තටම මෙහිදී සිදුවන්නේ වාතය මත කරන ලද කාර්යයකි. ඇරත් අවසාන පරිමාව ආරම්භක පරිමාවට වඩා කුඩා නිසා **ΔV** ඍණය. මෙවැනි ගැටලු සාදන විට ලකුණු දුන්නත් නැතත් අදාළ රාශිවල ලකුණු ගැන සැලකිලිමත් විය යුතුය. නැතිනම් ගැටලු වරදී. ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලිවක් නිසා $\Delta Q = 0$. එබැවින් $\Delta U = -\Delta W$, ΔW ඍණ නිසා ΔU ධනය. ස්ථිරතාපී සංකෝචනයකදී ΔU ධන විය යුතුය. උෂ්ණත්වය වැඩි වේ. අභ්‍යන්තර ශක්තිය ඉහළ යයි.

(d) මෙහිදී නම් වාතය මගින් කරන ලද කාර්යය සෙවීම සඳහා **P** හි අගය **1.5 X 10^{5}** ලෙස ගත යුතු බව නිරායාසයෙන්ම වැටහේ. ගණනය කළ යුත්තේ **CBED** සෘජුකෝණාස්‍රයේ වර්ගඵලයය. **P** සඳහා **(1.5 – 1.0) 10^{5}** ගතහොත් නැවත ගණනය වරදී. **B** සිට **C** දක්වා ද පරිමාව අඩු වන නිසා මෙයද ඍණ කාර්යයකි. දැන් ΔQ සොයන්න ඕනනම් **B** සිට **C** දක්වා ΔU දැන ගත යුතුය. මෙය සොයා ගැනීමට සිතිය යුතුය. තර්කයෙන් තොරව මෙය ලබා ගත නොහැක. **C** ලක්ෂ්‍යයේදී වාතය නැවත ආරම්භක උෂ්ණත්වයට (**A** හි උෂ්ණත්වයට) පැමිණ ඇත. පරිපූර්ණ වායුවක අභ්‍යන්තර ශක්තිය රඳා පවතින්නේ එහි උෂ්ණත්වය මත පමණි. එසේ නම් **A** සහ **C** ලක්ෂ්‍යවලදී වාතයේ අභ්‍යන්තර ශක්තිය එක සමාන විය යුතුය. එසේ වීමට නම් **A** සිට **B** දක්වා ආපු ගමනේ වැඩිකර ගත් අභ්‍යන්තර ශක්තිය **B** සිට **C** දක්වා යන ගමනේදී එම ප්‍රමාණයෙන්ම අඩු කර ගත යුතුය. මේ තර්කය නොදැක්කොත් **d (ii)** කොටස කළ නොහැක.

එමනිසා **B** සිට **C** දක්වා ΔU **= -31250 J** විය යුතුය. මෙහිදී නිවැරදි ලකුණු යොදා ආදේශ කළ යුතුය. නැත්නම් වරදී. ΔQ සඳහා ඍණ උත්තරයක් ලැබිය යුතු බව තීරණය කළ හැක. ඇයි ? **B** සිට **C** දක්වා වාතයෙන් තාපය ඉවත් වෙනවනේ.

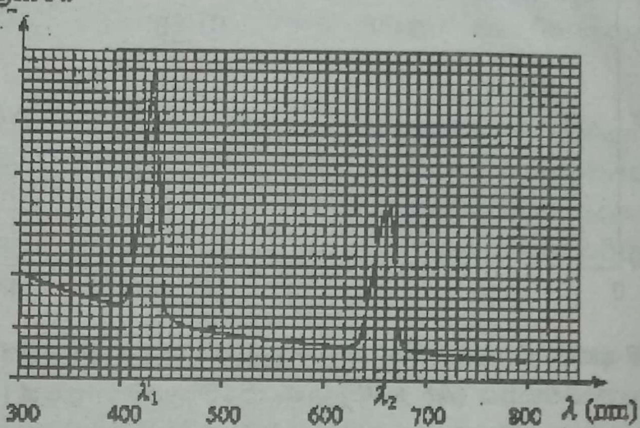
(e) මේ කොටස හැමෝම වාගේ හදා තිබුණි. ඉඟිය දී ඇති නිසා වැඩේ පහසුය. ක්ෂමතා ප්‍රතිදානය, දී ඇති ඉන්ධන ස්කන්ධයක් සමඟ මිශ්‍ර වීම සඳහා එන්ජිමට ඇද ගත හැකි වාතයේ ස්කන්ධයට අනුලෝමව සමානුපාතික බව ඡේද කොටසේ සඳහන් කොට ඇත. **(a) (i)** හා **(a) (ii)** ප්‍රතිඵල භාවිත කරන්න කියා ඉඟියේ දී ඇත. එමනිසා උත්තරය අතේය. ගත් මිළට වඩා වැඩි මිළකට යමක් විකුණුවොත් ලාභයේ ප්‍රතිශතය ඔබ සොයන්නේ **O/L** වලය.

(B) තරංග ආයාමය λ වන විකිරණ මගින් ප්‍රකාශ සංවේදී පෘෂ්ඨයක් ප්‍රදීපනය කරනු ලැබේ.

(a) (i) විමෝචනය වන ප්‍රකාශ ඉලෙක්ට්‍රෝනවල උපරිම චාලක ශක්තිය (K_{max}), λ සහ ප්‍රකාශ සංවේදී ද්‍රව්‍යයේ කාර්යශ්‍රිතය (ϕ) ට සම්බන්ධ වන අයින්ස්ටයින්ගේ ප්‍රකාශ විද්‍යුත් සමීකරණය ලියා දක්වන්න.

(ii) ප්‍රකාශ සංවේදී ද්‍රව්‍යයේ දේහලීය තරංග ආයාමය (λ_0) ඇසුරෙන් ϕ සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න.

(b) සූර්ය ශක්තිය කෙලින් ම රසායනික ශක්තිය බවට පරිවර්තනය කිරීමට ශාකවලට හැකි ය. මෙම ක්‍රියාවලිය ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය නමින් හැඳින්වේ. ආලෝකය අවශෝෂණය කර ගැනීම සඳහා ශාක හරිතප්‍රද නමින් හැඳින්වෙන වර්ණක භාවිත කරයි. සාමාන්‍ය හරිතප්‍රද අණුවක් සූර්යාලෝකයෙන් තරංග ආයාම දෙකක් (එකක් නිල් වර්ණයේ සහ අනෙක රතු වර්ණයේ) අවශෝෂණය කර ගනී. හරිතප්‍රද මගින් අවශෝෂණය කර ගන්නා තරංග ආයාම (1) රූපයේ පෙන්වා ඇත.



(1) රූපය

(i) හරිතප්‍රද අණුවක් මගින් අවශෝෂණය කරන්නා වූ තරංග ආයාම දෙක λ_1 සහ λ_2 නිර්ණය කරන්න.

(ii) නිල් වර්ණයට අනුරූප වන්නේ කුමන තරංග ආයාමය ද?

(c) හරිතප්‍රද අණු ඉහත (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති තරංග ආයාමවලට අනුරූප ෆෝටෝන අවශෝෂණය කර ගනිමින් සැකෙලුණු (excited) අවස්ථාවන්ට සංක්‍රමණය වේ. අණු සැකෙළීමට අවශ්‍ය අවම ශක්තිය අණුවේ සැකෙලුම් ශක්තිය (ϕ) ලෙස හැඳින්වේ. ඉහත (a) (ii) හි කාර්ය ශ්‍රිතය ϕ සඳහා ලබා ගත් ප්‍රකාශනය මගින් ම මෙම සැකෙලුම් ශක්තිය ඇගයිය හැක. පිළිවෙළින් λ_1 සහ λ_2 අවශෝෂණයන් දෙකට අනුරූපව සිදුවන සැකෙළීම්වලට අදාළ හරිතප්‍රද අණුවේ සැකෙලුම් ශක්තීන් දෙක, ϕ_1 සහ ϕ_2 නිර්ණය කරන්න. ($hc = 1290$ eV nm ලෙස ගන්න.)

(d) (i) දහවල් කාලයේ දී ශ්‍රී ලංකාවේ පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ඒකක වර්ගඵලයක් මතට පතනය වන සූර්ය විකිරණ තීව්‍රතාවයේ මධ්‍යන්‍ය අගය 1200 W m^{-2} වේ. ඉහත (b) (i) හි නිර්ණය කරන ලද λ_1 තරංග ආයාමයට අනුරූප ෆෝටෝනවල ශක්තියට අයත් වන්නේ මෙම ශක්ති තීව්‍රතාවයෙන් 0.1% ක් පමණක් යැයි උපකල්පනය කරමින් පෘථිවියේ ඒකක වර්ගඵලයක් මතට පතනය වන λ_1 තරංග ආයාමයට අයත් වන ශක්ති තීව්‍රතාව ගණනය කරන්න.

(ii) (1) ශාකයක පත්‍රයක් මත ඇති හරිතප්‍රද අණුවල සඵල පෘෂ්ඨික වර්ගඵලය 4.0×10^{-4} m^2 නම් හරිතප්‍රද අණු මත පතනය වන λ_1 තරංග ආයාමයට අයත් වන ශක්ති තීව්‍රතාවය නිර්ණය කරන්න.

(2) ඉහත (ii) (1) හි ශක්ති තීව්‍රතාවයට අනුරූප ෆෝටෝන තීව්‍රතාවය කොපමණ ද? (1 eV $= 1.6 \times 10^{-19}$ J)

(iii) හරිතප්‍රද අණු මතට පතනය වන ෆෝටෝන 10^{14} කට එක් හරිතප්‍රද අණුවක් පමණක් සැකෙළෙයි නම් ඉහත (ii) (2) හි ගණනය කළ පතනය වන ෆෝටෝන නිසා සැකෙළෙන අණු ප්‍රමාණය කොපමණ වේ ද?

(iv) එක් ග්ලූකෝස් අණුවක් සෑදීම සඳහා මෙවැනි සැකෙලුණු හරිතප්‍රද අණු හයක් අවශ්‍ය නම් එක් ග්ලූකෝස් අණුවක් සෑදීම සඳහා කොපමණ කාලයක් ගත වේ ද?

(a) (i) $\frac{hc}{\lambda} - \phi = K_{max}$ (හෝ වෙනත් නිවැරදි ඕනෑම ආකාරයක්)

(ii) $\lambda = \lambda_0$ වනවිට $K_{max} = 0$; $\phi = \frac{hc}{\lambda_0}$

(b) (i) $\lambda_1 = 430$ nm $\lambda_2 = 660$ nm

(ii) 430 nm හෝ λ_1 හෝ කෙටි තරංග ආයාමය

(c) (i) $\phi_1 = \frac{1290}{430}$; $\phi_1 = 3$ eV

$\phi_2 = \frac{1290}{660}$; $\phi_2 = 1.96$ eV (1.95 – 1.96) eV

(d) (i) ඒකක වර්ගඵලයක් මතට පතනය වන λ_1 තරංග ආයාමයට අයත්වන ශක්ති ශීඝ්‍රතාව $= \frac{1200}{100} \times 0.1$

$= 1.2 \text{ W m}^{-2}$

(ii) (1) හරිතප්‍රද අණු විසින් ශක්තිය අවශෝෂණය කරණු ලබන ශීඝ්‍රතාවය $= 1.2 \times 4 \times 10^{-4}$

$= 4.8 \times 10^{-4} \text{ W}$

(2) ශක්ති ශීඝ්‍රතාවයට අනුරූපවූ ෆෝටෝන ශීඝ්‍රතාව $= \frac{4.8\times10^{-4}}{3\times1.6\times10^{-19}} = 10^{15}$ තත්පරයට ෆෝටෝන

{ශක්ති ශීඝ්‍රතාව ෆෝටෝනයක ශක්තියෙන් බෙදීම සඳහා }

(iii) තත්පරයකදී සැකබෙන හරිතප්‍රද අණු සංඛ්‍යාව $= \frac{10^{15}}{10^{14}} = 10$ අණු තත්පරයට

(iv) ග්ලූකෝස් අණුවක් සෑදීම සඳහා ගතවන කාලය $= 0.6 \text{ s}$

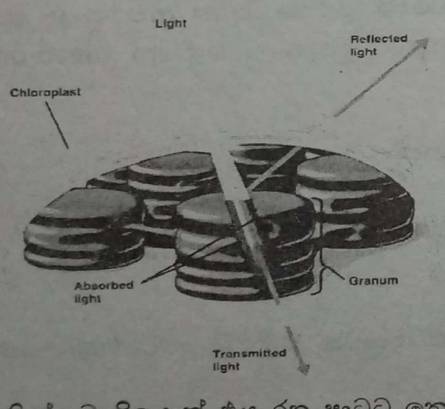
<u>ප්‍රශ්නයේ විවරණය</u>

මෙය නම් තනිකරම වාගේ අංක ගණිතයය. මෙම ප්‍රශ්නය තෝරා ගත් අය ලකුණු **15** ම වාගේ ලබාගෙන තිබුණි. ප්‍රශ්න හතර තෝරා ගැනීමට පෙර ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇති සෑම ප්‍රශ්නයක් දෙසම බලන්න. නමුත් අකුරක් නැර කියවීමට උත්සාහ නොගන්න. එක් ප්‍රශ්නයක් තව එකකට සාපේක්ෂව පහසු විය හැක.

ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණයෙන් පටන් ගෙන ලෝකයේ තිබෙන ඉතාම වැදගත් ප්‍රතික්‍රියාව වන ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය කරා පැමිණ ඇත. ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය සිදු නොවූයේ නම් අප හැමෝම සතුන්ද සමග කාලා හමාරය. අපගේ ගෙවල්වල ඇති කුස්සි ඇත්ත කුස්සි නොවේ. ඒවාහි කරන්නේ කෑම හැදීම නොව කෑම සංස්කරණය කොට පිළියෙල කිරීමය. ලෝකයේ ඇත්ත කුස්සි ශාක පත්‍රයි.

(a) (i) හා **(ii)** නිකම්ම ලේසිය. වෙන මොනව ලියන්නද?

(b) (i) හා **(ii)** මෙයටත් ඇස් ඇති ඕනෑම කෙනෙකුට උත්තර දිය හැක. λ_1 හා λ_2 සළකුණු කොටද ඇත. වරදිනවනම් වරදින්නේ ඇස් පෙනීම දුර්වල ළමයින්ට පමණය. අප ඕනෑම දෙයක වර්ණය තීරණය කරන්නේ එය මතට පතනය වන ආලෝකයෙන් පරාවර්තනය /සම්ප්‍රේෂණය වන ආලෝකය මතය. ශාක පත්‍රයක් මතට වැටෙන සුදු ආලෝකයෙන් නිල් සහ රතු වර්ණ අවශෝෂණය කර ගත් විට පරාවර්තනය වන මූලික වර්ණය වන්නේ කොළය. පත්‍ර කොළ පැහැයට දිස් වන්නේ මේ නිසාය. හරිතප්‍රද කොළ පැහැයෙන් පෙනෙන්නේ හරිතප්‍රද රතු සහ නිල් වර්ණ අවශෝෂණය කරගන්නා නිසාය. වර්ණ යනු අපගේ ඇස්වල මැවෙන මායාවකි.



රතු පැහැයින් යමක් අපට දිස්වන්නේ එය අනෙක් වර්ණ අවශෝෂණය කරගනිමින් ප්‍රධාන වශයෙන් රතු පමණක් පරාවර්තනය සහ / හෝ සම්ප්‍රේෂණය කරන නිසාය. එවන් දෙයක් නිල් ආලෝකයෙන් පමණක් දකින්නට ගියොත් එය රතු පාටට නොපෙනේ. අඳුරුවේ. **CFL** බල්බ වටේම ඇති තැනකින් සාරි ගන්නට යන්න එපාය.

වර්ණය යනු අපගේ මනසේ ඇතිවන සංජානනයකි/අවබෝධයකි (perception). යම් වස්තුවක වර්ණය යන සංජානනය පහත කරුණු මත රඳා පවතී.

(i) පතන ආලෝකයේ ඇති තරංග ආයාම පරාසය

(ii) වස්තුව අවශෝෂණය හෝ පරාවර්තනය කරන /සම්ප්‍රේෂණය කරන ආලෝකයේ තරංග ආයාම

(iii) අපගේ ඇසේ ඇති වර්ණ අනාවරණය කරන ප්‍රතිග්‍රාහක සෛල **(receptor cells)**

(iv) මෙම ප්‍රතිග්‍රාහක සෛලවලින් ලැබෙන සංඥාවලට අපගේ මොළයෙන් ලැබෙන අර්ථ නිරූපණය.

හරිතප්‍රද බොහෝ තීව්‍ර ලෙස නිල් ආලෝකය අවශෝෂණය කරන්නේ ඇයි? සූර්යාලෝකය වායුගෝලයෙන් ප්‍රකිරණය **(scattering)** වූ පසු පොළොව දෙසට වඩාත්ම පැමිණෙන්නේ නිල් ආලෝකයය. අහස නිල් පැහැයට දිස් වන්නේ මේ නිසාය. ඉතින් හරිතප්‍රද ද අනාදිමත් කාලයක සිට හැකි තරමින් සූර්යාලෝකය අවශෝෂණය කරගන්නට මෙම නිල් ආලෝක අවශෝෂණයට ප්‍රතිචාර දක්වයි.

හරිතප්‍රද හඳුන්වන්නේ වර්ණක **(pigments)** කියාය. වර්ණක සෛල යනු ආලෝකයේ යම් තරංග ආයාමයක් / ආයාම. අවශෝෂණය කරන සංකීර්ණ අණුය. පත්‍රවල වෙනත් වර්ණකද ඇත. **Xanthophylls-** මේවා කහ පාටය. **carotenoids-** මේවා කහ, තැඹිලි සහ රතු පාටය. සීත කාලයට සීත රටවල්වල ඇති ශාක පත්‍ර විවිධ වර්ණ ගනී. මෙයට හේතුව වන්නේ සීත කාලයට හිරු එළිය අඩු නිසා පත්‍ර හරිතප්‍රද නිෂ්පාදනය අඩු කරයි. හරිතප්‍රද ගහණය අඩු වන විට කොළ පැහැය අඩු වී අනෙක් වර්ණකවල වර්ණ වඩා ඉස්මතු වී පෙනෙන්නට පටන් ගනී.

(c) පරමාණුවක් / අණුවක් සැකෙඹීමට නම් අදාළ ශක්ති මට්ටම් දෙකේ ශක්ති වෙනසට සමාන ශක්තියක් ඇති පෝටෝනයක් පතනය විය යුතුය. හරි ගානට දුන්නේ නැත්නම් **excite** කරන්න බැරිය. මෙයත් අනුනාදයකි. ගැලපෙන සංඛ්‍යාතය දුන්නොත් ඕන කෙනෙක් **excite** කළ හැක. ප්‍රශ්නෙ තියෙන්නෙ මේ සංඛ්‍යාතය සොයා ගැනීමය. ***hc*** ගුණිතයේ අගය, දී ඇති නිසා ගණනය පහසුය. ***h*** සහ ***c*** වෙන වෙනම ආදේශ කළ යුතු නැත. ***hc*** ගුණිතය දී ඇත්තේ **eV nm** වලිනි. එමනිසා **λ, nm** වලින් ආදේශ කළ හැක.

(d) (i) පතනය වන සූර්ය විකිරණයේ මුළු ශක්තියම නිල් පැහැයට අයිති නැත. නිල් පැහැයට අයිති වන්නේ **1200** න් $\frac{0.1}{100}$ පමණය. සියයට ගානක් ගන්න බැරි ළමයින් අප අතර නැතුවා නොවේ. ප්‍රතිශත සංකේතය නොදන්නා ළමයින් අප අතර නැතුවා නොවේ. ඔවුන් 0.1% සලකා ඇත්තේ 0.1×100 ලෙසටය. නැත්නම් $\frac{0.1\times100}{100}$ ලෙසටය. මේ අවනඩු කාට කියන්නද?

(ii) අවශෝෂණය කරන්නේ හරිතප්‍රද අණුය. එමනිසා අවශ්‍ය වන්නේ පත්‍රයක පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය නොව හරිතප්‍රද අණුවල පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලයයි. ශක්ති ශීඝ්‍රතාව එක් පෝටෝනයක ශක්තියෙන් බෙදූ විට පතනය වන පෝටෝන ශීඝ්‍රතාව ලැබේ.

(iii) ප්‍රභාසංශ්ලේෂණ ක්‍රියාවලිය අඩු කාර්යක්ෂමතාවක් ඇති ක්‍රියාවලියකි. හරියටම අණුවේ බෙල්ලටම වැදුනේ නැත්නම් **excite** නොවේ. ස්වභාවධර්මය අපට ඕනවට වඩා කැම හදා නොදෙයි. ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආචරණයද අඩු කාර්යක්ෂමතාවක් ඇති ක්‍රියාවලියකි. පෝටෝනය ඉලෙක්ට්‍රෝනය හා මුහුණට මුහුණලා ගැටුනේ **(head-on collision)** නැතිනම් ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආචරණය සිදු නොවේ.

(iv) හය අංකය ලැබෙන්නේ පහත දක්වා ඇති ප්‍රභාසංශ්ලේෂණ ප්‍රතික්‍රියාව නිසාය.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{හරිතප්‍රද}]{\text{ආලෝකය}} \underset{\text{(ග්ලූකෝස්)}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2$$

මෙසේ ලැබෙන **0.6 s** බොරු අගයක් නොවේ. ඇත්තටම එක් ග්ලූකෝස් අණුවක් සෑදීමට මෙවන් කාලයක් ගතවේ.

උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව

2013 විවරණය

අ.පො.ස උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යා විෂයේ බහුවරණ ප්‍රශ්න පත්‍රයට සාර්ථකව මුහුණදීමේ හැකියාව හා කුසලතාව වර්ධනය කර ගැනීමේ අභිලාෂයෙන් මා විසින් ලියන ලද බහුවරණ විවරණය ග්‍රන්ථය දූ දරුවන්/ගුරු මහත්ම මහත්මීන් අතර ඉතාමත් ප්‍රසාදයට පාත්‍ර වූ බව අසන්නට ලැබුණි. එහි අඩංගු ශිල්පීය ක්‍රම විමර්ශනශීලීව හදාරා විභාගයේදී එම ක්‍රම අනුසාරයෙන් ගැටළු විසඳා ඉතා ඉහළ ප්‍රතිඵල ලබා ගත් සිසු සිසුවියන් සිටිනු දැකීම මා තුල සතුටක් මෙන්ම අහිංසක ආඩම්බරයක් ජනිත කරයි.

එයින් ලබා ගත් සාර්ථකත්වය අනුව බහුවරණ කොටස පමණක් නොව භෞතික විද්‍යා ප්‍රශ්න පත්‍රය මුළුමනින්ම විවරණයකට ලක් කිරීමට මට සිතුණි. මේ එළි දක්වන්නේ 2013 අගෝස්තු මස පවත්වන ලද භෞතික විද්‍යා ප්‍රශ්න පත්‍රයේ සම්පූර්ණ විවරණයයි. මෙය පරිශීලනය කිරීමෙන් ඔබට විභාගයේදී ඉහල ලකුණු මට්ටමක් කරා යෑමට යම් උදව්වක් ලැබෙන බව මගේ විශ්වාසයයි. සිසු සිසුවියන් ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීමේදී දක්වන ලද දුර්වලතා, අසම්පූර්ණ උත්තර හා අතපසුවීම් සියල්ලක්ම සෑම ප්‍රශ්නයක් යටතේම ඉතා පුළුල් වශයෙන් සමාලෝචනය කොට ඇත. නිවැරදි උත්තර පමණක් සඳහන් කිරීමට වඩා ප්‍රශ්නවල සෑම කොටසකදීම දූ දරුවන් පෙන්වන ලද අඩු ලුහුඬුකම් සියල්ලක්ම මෙහි සාකච්ඡා කොට ඇත. අප කරන හරි දේට වඩා කරන්නාවු වැරදිවලින් අපට බොහෝ පාඩම් ඉගෙන ගත හැක. එබැවින් නිවැරදිව හා සරලව ප්‍රශ්න දෙස බලා ඒවාට ලකුණු ලබා ගත හැකි පිළිතුරු සෑම දරුවෙක්ම අනිවාර්යයෙන්ම ප්‍රගුණ කළ යුතු කුසලතාවයකි. මෙම ග්‍රන්ථය ඒ සඳහා මහඟු අත්වැලක් සපයනු නොඅනුමානය.

මහාචාර්ය එස්.ආර්.ඩී. රෝසා
භෞතික විද්‍යා අංශය
කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලය, කොළඹ.

ISBN 978-955-52867-4-9

මිල රු. 350/-