Explore the World with a New Vision...

Advanced Level Examination

PHYSICS

Magnetic Field

චුම්බක ක්ෂේත්‍රය

සැකසුම : සමිත රත්නායක

Unit 07
Part I

චුම්බක ක්ෂේත්‍රය [Magnetic field]

චුම්බක ධ්‍රැවයක් (ධාරා අංශුමාත්‍රයක්) මත බලයක් ඇති කළ හැකි ප්‍රදේශය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ලෙස හැඳින්වේ. සෑම චුම්බක ධ්‍රැවයක් (ධාරා අංශුමාත්‍රයක්) අසලම මෙබඳු චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් පවතී.

චුම්බකයක චුම්බක ගුණ කේන්ද්‍රගත වී ඇති ස්ථාන චුම්බක ධ්‍රැව ලෙස හැඳින්වේ. උත්තර (N) හා දක්ෂිණ (S) ලෙස චුම්බක ධ්‍රැව වර්ග දෙකකි. සෑම චුම්බකයකම මෙම ධ්‍රැව වර්ග දෙකම පවතී.

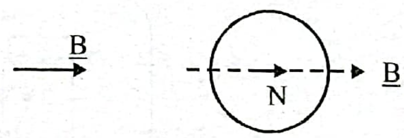
යම් චුම්බකයක් කුඩා කොටස්වලට වෙන් කළ විට ලැබෙන සෑම කුඩා කොටසක්ම ධ්‍රැව දෙකක් සහිත නව චුම්බකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

- චුම්බක ඒක ධ්‍රැව (magnetic monopoles) මේ දක්වා කිසිවකු විසින් පරීක්ෂණාත්මකව සොයා ගෙන නොමැත.

චුම්බක ගුණ ස්ථිරව රැඳී පවතින ද්‍රව්‍ය "ස්ථිර චුම්බක" ලෙසත් කෙටි කාලයක් සඳහා චුම්බක ගුණ අත්පත් කර ගන්නා ද්‍රව්‍ය "තාවකාලික චුම්බක" ලෙසත් හැඳින්වේ.

මාලිමාව [Compass]

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ප්‍රතිචාර දක්වන සරලම උපකරණය මාලිමාවයි. මාලිමාවක දර්ශකය නිතරම යොමු වන්නේ එය තබා ඇති ස්ථානයේ සම්ප්‍රයුක්ත චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාවටයි.



- යම් ස්ථානයකදී විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ප්‍රබලතාව "විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව" මගින් නිරූපණය වන්නා සේම යම් ස්ථානයකදී චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ප්‍රබලතාව නිරූපණය වන්නේ "චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය" නැමැති රාශියෙනි. මේ පිළිබඳව පසුව සාකච්ඡා කෙරේ.

- 1819 දී ඕස්ටෙඩ් (Hans Christian Oersted) විසින් ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් සමීපයේ තැබූ මාලිමාවක උත්ක්‍රමණය වෙනස් වන බව නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් පසුව විද්‍යුතය හා චුම්බකත්වය අතර සමීප සබඳතාවක් ඇති බව අනාවරණය විය. සියළු චුම්බක ප්‍රතිඵල විදුලි ධාරා මගින් ඇතිවන බව මේ වන විට සොයා ගෙන තිබේ.

චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රේඛා (බල රේඛා)
[Magnetic field lines (lines of force)]

යම් ලක්ෂ්‍යයකදී ඊට අදිනු ලබන ස්පර්ශකයේ දිශාව, එම ලක්ෂ්‍යයේදී චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාවම වන පරිදි පවතින කල්පිත රේඛා චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රේඛා ලෙස හැඳින්වේ.

චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රේඛාවල ගතිගුණ
[Characteristics of magnetic field lines]

01. උත්තර ධ්‍රැවවලින් ඉවතටද දක්ෂිණ ධ්‍රැව වෙතටද පවතී.

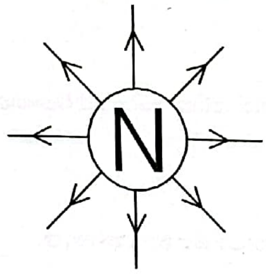
02. සන්තතිකව පවතින අතර උදාසීන ලක්ෂය (සම්ප්‍රයුක්ත චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය ශූන්‍ය වන ලක්ෂ්‍ය) හරහා ගමන් නොකරයි.

03. යම් ලක්ෂයකදී ක්ෂේත්‍ර රේඛාවට ඇඳි ස්පර්ශකයේ දිශාවෙන් එම ලක්ෂයේදී චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාව ලැබේ.

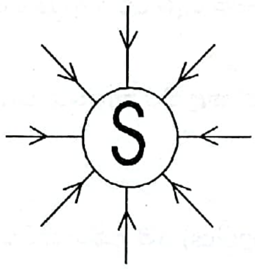
04. එකිනෙක ඡේදනය නොවේ.

උදා :

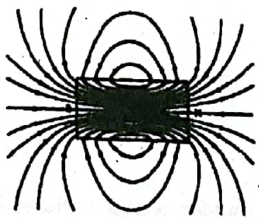
i. උත්තර ධ්‍රැවයක් අවට



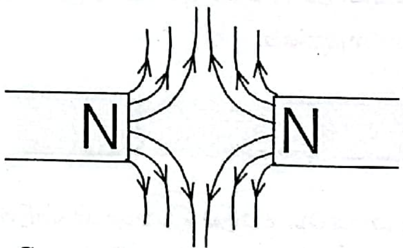
ii. දක්ෂිණ ධ්‍රැවයක් අවට



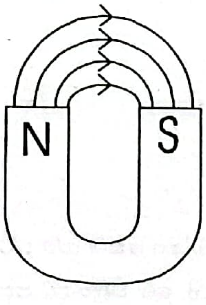
iii. දණ්ඩ චුම්බකයක් අවට



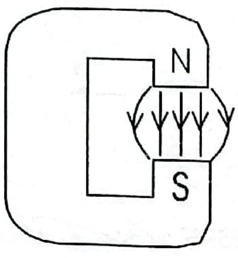
iv. සමාන ප්‍රබලතා ඇති උත්තර ධ්‍රැව දෙකක් අවට



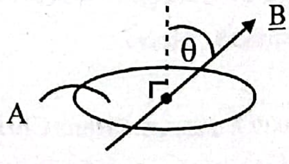
v. බුරප චුම්බකයක් අවට



vi. C - හැඩැති චුම්බකයක් අවට



චුම්බක ස්‍රාවය (ϕ)
[Magnetic flux]

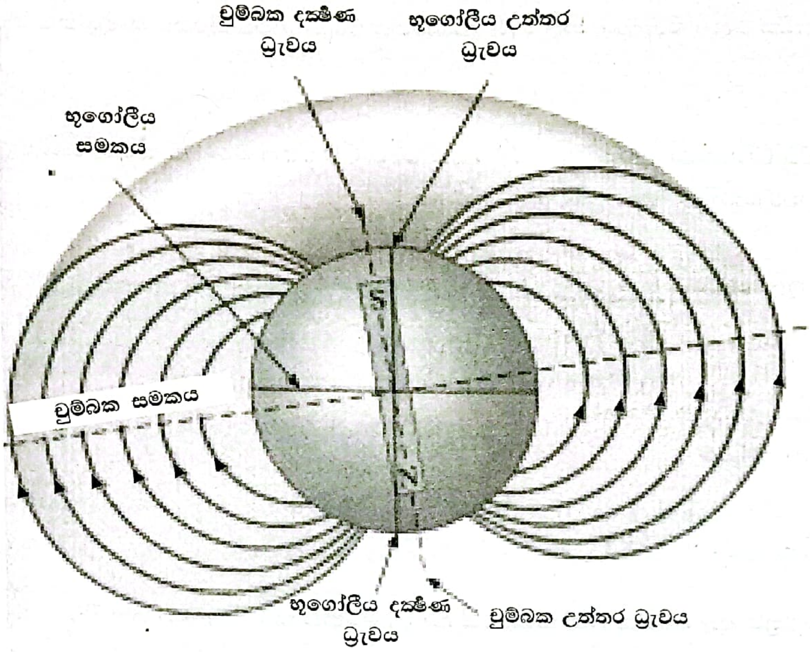


යම් වර්ගඵලයක් හරහා පවතින චුම්බක ස්‍රාවය ලබා ගැනීමට එම වර්ගඵලය, ඊට ලම්බක චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්ව සංරචකයෙන් ගුණ කළ යුතුය.

$$\phi = A \times B \cos\theta$$

ϕ → Wb, A → m^2, B → $Wb\,m^{-2}$ (T)

පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රය [Earth's magnetic field]



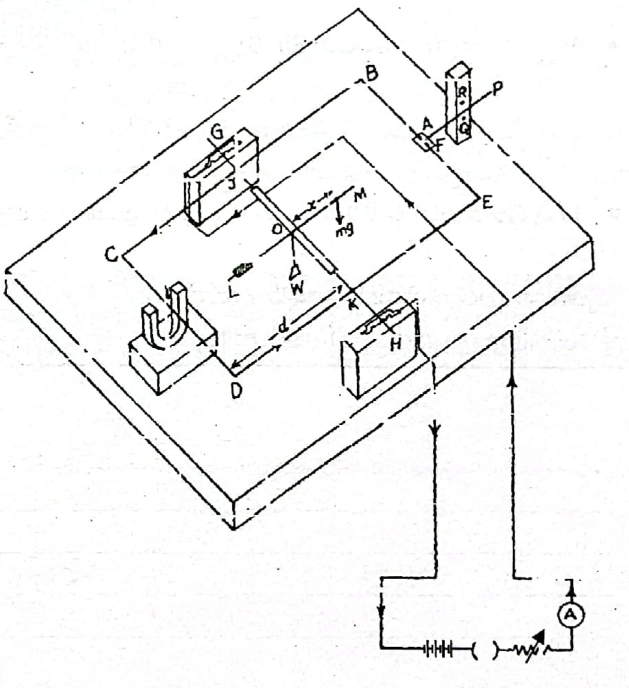
පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ හැසිරීම, රූපයේ දක්වෙන පරිදි පෘථිවිය මැද තැබූ විශාල දණ්ඩ චුම්බකයකින් ඇතිවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ හැසිරීමට සමාන වේ.

යම් ලක්ෂ්‍යයදී චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රේඛාවට ඇඳි ස්පර්ශකයේ දිශාවෙන් එතැනදී පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාව ලැබෙන අතර එහි පෘථිවි පෘෂ්ඨයට සමාන්තර සංරචකය, පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ තිරස් සංරචකය ලෙසද පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ලම්බක සංරචකය පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ සිරස් සංරචකය ලෙසද හැඳින්වේ.

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් මත ඇතිවන චුම්බක බලය
[Magnetic force acting on a current carrying conductor placed in a magnetic field]

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් මත බලයක් ඇතිවන බවත් ඒ බලය විවිධ සාධක මත රඳා පවතින ආකාරය ආදර්ශණය කිරීම සඳහාත් සරල ධාරා තුලාවක් යොදා ගත හැකිය.

ABCDEF යනු ඍජුකෝණාස්‍රයක හැඩයට නැමූ නග්න තඹ කම්බියකි. GH යනු දෙකොනට එවැනිම තඹ කම්බි කැබලි දෙකක් එබ්බවූ සිහින් ලී පතුරකි. මේ කම්බි කැබලි දෙක රාමුවේ CB හා DE කම්බි කොටස්වල මැදට පිළිවෙලින් J හා K හිදී පාස්සා ඇත. BE හි මැද පෙදෙසේ පිහිටි A, F කම්බි කොන් එකිනෙක නොගෑවෙන සේ ඒවා සැහැල්ලු ලී කැබැල්ලක දෙකොනට ඔබ්බා තිබේ. මේ ලී කැබැල්ලට P කම්බි දර්ශකයක් CB ට සමාන්තරව සවි කර ඇත. P අසලින් සවි කල ලී කණුවකට එබ්බ වූ අල්පෙනිති මගින් P හි චලිතය සීමා කෙරෙයි. LM යනු GH ලී කුර මැදින් O හරහා රිංග වූ දෘඪ තඹ කුරකි. ABCDEF ඍජුකෝණාස්‍රයද LM කම්බියද තනි දෘඪ වස්තුවක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. GH කුරේ දෙකොනෙහි ඇති කම්බි කැබලි දෙක පිහිතල මත රඳවා තිබේ. එබැවින් ABCDEF රාමුවට LM දණ්ඩද සමඟ GH වටා තුලාවක් මෙන් පැද්දිය හැකිය.



LM හි L කොන සීරුමාරු කල හැකි භාරයක්ද M කොන අසල (අවශ්‍ය නම් සීරුමාරු කළ හැකි) තුලා තැටියක්ද තිබේ. O හරහා JK ට ලම්බව දෘඪ ලෙස සවි කල W භාරයක් මගින් පද්ධතියේ ස්ථායිතාව රැක ගනී.

පළමුව O සිට දන්නා දුරකින් නිදහස් තුලා තැටිය රඳවා සීරුමාරු කල හැකි ආධාරකය මගින් රාමුව තිරස්ව සංතුලනය කර ගන්න.

රූපයේ පරිදි පරිපථය අටවා ස්විච්චය වැසූ විට CD හරහා ධාරාව ගලා යන අතර එවිට CD පහත් වන බව නිරීක්ෂණය කල හැක. (CD එසවුනහොත් කෝෂයේ අග්‍ර මාරු කර ධාරාවේ දිශාව ප්‍රතිවිරුද්ධ කරන්න.)

රාමුව නැවත තිරස්ව සංතුලනය වන තෙක් තුලා තැටියට භාර යොදන්න. (මේ සඳහා එකම කම්බියකින් කපා ගත් සමාන දිගැති කුඩා කම්බි කැබලි යොදා ගත හැකිය)

යෙදූ භාරය, CD සන්නායකය මත ඇති වූ බලයට සමානුපාතික වේ.
CD හරහා විවිධ ධාරා (I) යවා බලය (F) සොයා ගත් විට

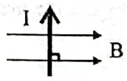
$F \propto I$ බව පෙනේ.

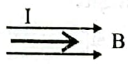
තවද චුම්බක ගණන වැඩි කරමින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුල පවතින සන්නායකයේ දිග (l) වෙනස් කර F සොයා ගත් විට

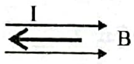
$F \propto l$ බවද පෙනේ.

මෙලෙසම $F \propto \sin\theta$ වන අතර මෙහි θ යනු සන්නායකය තුල ධාරාවේ දිශාවත් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ (B හි) දිශාවත් අතර කෝණයයි.

$\therefore F \propto I l \sin\theta \Rightarrow \boxed{F = B I l \sin\theta}$ $0^0 \le \theta \le 180^0$

- $F_{max} = B I l$ මෙවිට $(\sin\theta)_{max} = 1, \theta = 90^0$ 

- $F_{min} = 0$ මෙවිට $(\sin\theta)_{min} = 0, \theta = 0^0$ 

හෝ
$\theta = 180^0$ 

- $I l$ ගුණිතය කුඩා වූ විට එය "ධාරා අංශු මාත්‍රයක්" (current element) ලෙස හැඳින් වේ.

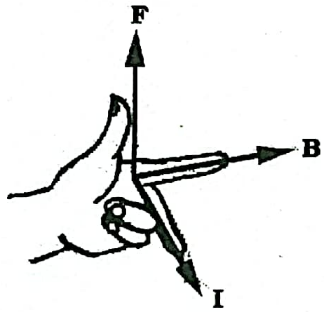
චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය අර්ථ දැක්වීම
[Definition of magnetic flux density]

"ටෙස්ලා" අර්ථ දැක්වීම
[Definition of 'Tesla']

චුම්බක බලයෙහි දිශාව සෙවීම
[Finding the direction of magnetic force]

මේ සඳහා ෆ්ලෙමිං ගේ වමත් නියමය යොදා ගැනේ.

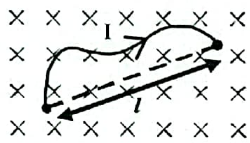
වමතේ පළමු ඇඟිලි තුන එකිනෙකට ලම්බකව තබා දබර ඇඟිල්ල ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාවටත් මැද ඇඟිල්ල ධාරාවේ දිශාවටත් යොමු කල විට මහපට ඇඟිල්ලේ දිශාවෙන් චුම්බක බලයේ දිශාව ලැබේ.



- B හා I එකිනෙකට ලම්බක නොවන අවස්ථාවක් සඳහා ඉහත නීතිය යොදන විට B හි දිශාව ලෙස ගත යුත්තේ I ට ලම්බක B හි සංරචකයේ දිශාවයි.

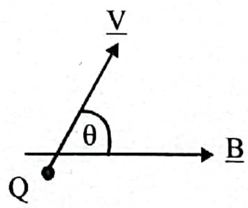
වක්‍ර සන්නායකයක් මත බලය
[Magnetic force acting on a curved conductor]

මෙවැනි අවස්ථාවකදී $F = BIl \sin\theta$ ලියන විට l ලෙස සැලකිය යුත්තේ සන්නායකයේ අග්‍ර අතර ඇති සෘජු දිගයි.



චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක චලනය වන ආරෝපණයක් මත යෙදෙන බලය
[Force acting on a moving charge in a magnetic field]

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් මත බලයක් ඇතිවන බව අපි දනිමු. ධාරාවක් සමන්විත වන්නේ චලනය වන ආරෝපණ සමූහයකිනි. මින් පැහැදිලි වන්නේ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ චලනය වන ආරෝපණ මත බලයක් ඇති විය යුතු බවයි.



චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට (B ට) θ කෝණයක් ආනත දිශාවක් ඔස්සේ V වේගයෙන් ගමන් ගන්නා Q ආරෝපණයක් මත ඇතිවන චුම්බක බලය F නම්,

$$F = BQV \sin\theta \qquad 0^0 \leq \theta \leq 180^0$$

- $F_{max} = BQV$ මෙවිට $\theta = 90^0$
- $F_{min} = 0$ මෙවිට $\theta = 0^0$ හෝ 180^0

- ඉහත බලයේ දිශාවද ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය මගින් සෙවිය හැකිය.

  "වම් අතේ පළමු ඇඟිලි තුන එකිනෙකට ලම්බකව තබා දබර ඇඟිල්ල B හි දිශාවටත් මැද ඇඟිල්ල V හි දිශාවටත් යොමු කල විට මහපට ඇඟිල්ල යොමු වී ඇති දිශාවෙන් F හි දිශාව ලැබේ."

- ආරෝපණය (+) වුවද (–) වුවද එය නොසලකා ඉහත ආකාරයට නියමය යොදන්න. ආරෝපණය (+) නම් F හි දිශාව මහපට ඇඟිල්ල යොමු වී ඇති දිශාවයි. ආරෝපණය (–) නම් F හි දිශාව මහපට ඇඟිල්ල යොමුවී ඇති දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවයි.

$F = BQV \sin\theta$ හි භාවිත
[Uses of $F = BQV \sin\theta$]

1. B හා V එකිනෙකට ලම්බක විට (When V is perpendicular to B)

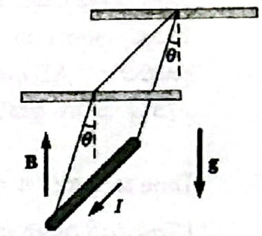
2. B හා V එකිනෙකට ලම්බක නොවන විට (When V is not perpendicular to B)

3. හෝල් ආවරණය (Hall effect)

අභ්‍යාස

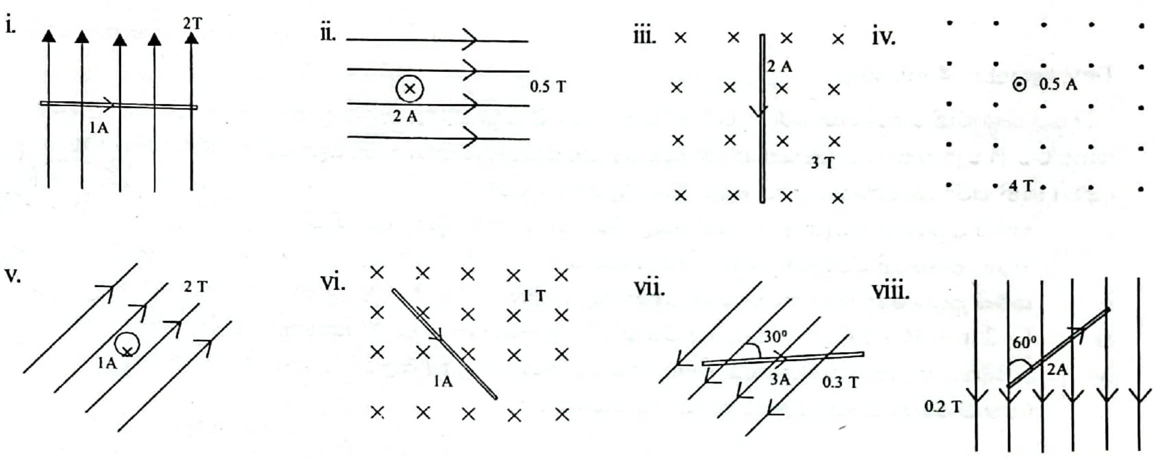
01. **Time target : 3 minutes**

ඒකක දිගක ස්කන්ධය λ වූ I ධාරාවක් ගෙන යන ඒකාකාර දණ්ඩක් රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට සර්වසම තන්තු දෙකකින් තිරස්ව එල්ලා ඇත. සිරස්ව ඉහලට ක්‍රියා කරන ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යෙදූ විට තන්තු සිරසට θ කෝණයක් ආනත වේ නම් B සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න.



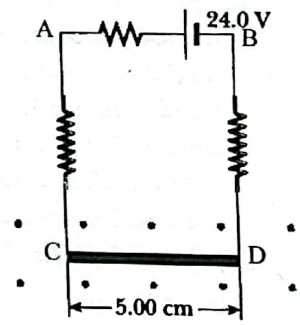
02. **Time target : 5 minutes**

පහත දැක්වෙන ක්ෂේත්‍ර වල දී සන්නායක මත යෙදෙන බලයන්ගේ දිශා සලකුණු කරන්න. තවද සන්නායකයේ දිග 1m ලෙස ගෙන බලයන්ගේ විශාලත්වයද සොයන්න.



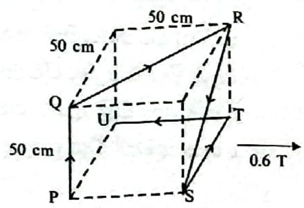
03. **Time target : 2 minutes**

රූපයේ දැක්වෙන පරිපථයේ AB කොටස ස්ථාවරව රඳවා ඇති අතර සර්වසම දුනු මගින් ස්කන්ධය 10.0g හා දිග 5.00cm වූ CD කම්බිය එල්ලා තිබේ. පරිපථයේ මුළු ප්‍රතිරෝධය 12.0Ω වන අතර චුම්බක ක්ෂේත්‍රය යෙදීමට පෙර දුනු 0.500cm දුරක් ඇදී පවතී. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය යෙදූ විට දුනු තවත් 0.300cm දුරක් ඇදේ. යෙදූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න.



04. **Time target : 5 minutes**

රූපයේ දැක්වෙන පැත්තක දිග 50 cm වූ ඝනකයේ PQRSTU පථයේ ඇති සෘජු සන්නායක දිගේ 2 A ධාරාවක් ගලා යයි. මෙය ස්‍රාව ඝනත්වය 0.6 T වූ ඒකාකාර තිරස් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තබා ඇත්තේ රූපයේ දැක්වෙන පරිදිය. සන්නායකයේ PQ, QR,RS, ST හා TU බාහු මත ක්‍රියා කරන බල සොයන්න.

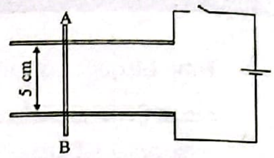


05. **Time target : 4 minutes**

එක් වටයකින් සමන්විත 4 A ධාරාවක් ගෙන යන සෘජුකෝණී ත්‍රිකෝණයක හැඩයට නමා ඇති කම්බි පුඩුවක ත්‍රිකෝණයේ පාද වල දිග 50 cm , 120 cm හා 130 cm වේ. ස්‍රාව ඝනත්වය 75 mT වූ ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් කර්ණයට ලම්භකව යොදා ඇති විට එක් එක් පාදය මත බලය සොයන්න. පුඩුව මත ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය ශුන්‍ය බව පෙන්වන්න.

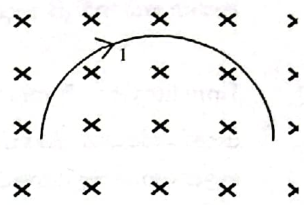
06. **Time target :** 3 minutes

AB ඇලුමිනියම් දණ්ඩ තිරස් ඇලුමිනියම් දඬු දෙකක් මත සුමටව තබා ඒවා පවතින තලයට ලම්බකව කඩදාසි තුළට ක්‍රියාකරන 0.1 T ක්ෂේත්‍රයක් ඇති කරනු ලැබේ. ධාරාව ගලා යන පරිදි පරිපථය සම්පූර්ණ කල විට AB චලනය වන්නේ කුමන දිශාවට ද ? AB දණ්ඩේ ස්කන්ධය 5 g නම් 4 A ධාරාවක් ගලද්දී AB අචලව පවත්වා ගැනීම සඳහා ඉතිරි දඬු තිරසට කවර කෝණයකින් ආනත කළ යුතු ද ?



07. **Time target :** 4 minutes

I ධාරාවක් ගෙන යන අරය r වන අර්ධ වෘත්තාකාර කම්බියක් එහි තලය ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භකව රූපයේ දැක්වෙන අයුරින් තබා ඇත. කම්බි කණ්ඩය මත ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලයෙහි විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න.



08. **Time target :** 4 minutes

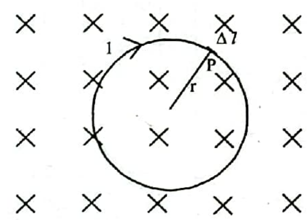
I විද්‍යුත් ධාරාවක් ගෙන යන අරය r වූ වෘත්තාකාර කම්බි පුඩුවක් එහි තලය ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බක වනසේ තබා ඇත. රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි චුම්භක ක්ෂේත්‍රය කඩදාසිය තුළට යොමු වේ.

i. කම්බි පුඩුවෙහි p වැනි ලක්ෂයක් අසළ තිබෙන Δl කුඩා දිගක් මත ක්‍රියා කරන බලයෙහි විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න.

ii. කම්බි පුඩුව මත ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය කොපමණද ?

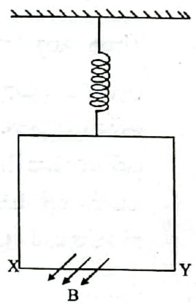
iii. $I = 2$ mA, $B = 0.IT$, $r = 5$ cm වන විට කම්බිය ලක්වන ආතතිය සොයන්න.

iv. කම්බියේ හරස්කඩ විශ්කම්භය 1 mm නම් එය ලක්වන ප්‍රත්‍ය බලය (එනම් ඒකක ක්ෂේත්‍රඵලයට බලය) සොයන්න.



09. **Time target :** 4 minutes

ධාරාවක් ගෙන යන සෘජුකෝණාස්‍ර කම්බි දඟරයක් රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ලුහු හෙලික්සීය දුන්නකින් රඳවා තිබේ. XY පහල බාහුව ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට (ස්‍රාව ඝනත්වය B) 90^0 කින් පිහිටා ඇත. අනෙක් හැම තැනම ක්ෂේත්‍රයේ අගය ශූන්‍ය වෙයි. දඟරය වට 100 කින් සමන්විත අතර 1.0 mA ධාරාවක් ගෙන යයි. එය 10 g ස්කන්ධයකින් යුක්ත වේ. XY හි දිග 5.0 cm වන අතර ධාරාව නතර කල විට 1.0 s ආවර්තයකින් යුතුව දෝලන සිදු කරන එම දඟරය අවසානයේ දී එහි මුල් පිහිටීමට 1.0 mm ක් ඉහළින් නිශ්චලතාවයට පත්වේ නම් B හි අගය සොයන්න.



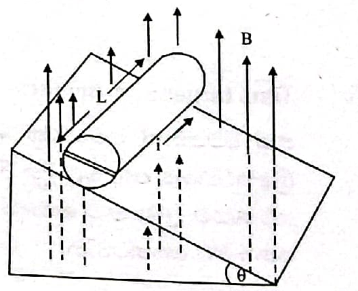
10. **Time target :** 4 minutes

0.3 m පරතරයකින් තබා ඇති තිරස් පීළි දෙකක් මත ස්කන්ධය 0.5 kg වූ දණ්ඩක් තබා ඇත. දණ්ඩ හරහා 50 A ධාරාවක් යැවූ විට එය තිරස්ව චලනය වීම සඳහා සිරස්ව පහළට යෙදිය යුතු චුම්භක ක්ෂ්‍රේයේ අවම ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න දණ්ඩ හා පිළි අතර ඝර්ෂණ සංගුණකය 0.2 වේ. ක්ෂේත්‍රය තිරසට 30^0 ආනත නම් දණ්ඩ චලිත වීම සඳහා එහි අවම අගය කුමක් විය යුතු ද ?

11. **Time target :** 4 minutes

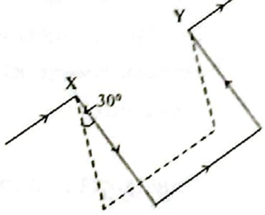
ස්කන්ධය $m = 0.25$ kg සහ දිග $L = 0.1$ m වූ සිලින්ඩරාකාර ලී කුට්ටියක දිග අතට වට 10 ක් සහිතව කම්බියක් ඔතා ඇත. කම්බි පුඩුවේ තලය සිලින්ඩරයේ අක්ෂය හරහා යන අතර එය ආනත තලයටද සමාන්තර වේ. කුට්ටිය ආනත තලය දිගේ පෙරළීම වැළැක්වීම සඳහා පුඩුව තුළින් යැවිය යුතු අවම ධාරාව සොයන්න.

($B = 0.5T$)



12. **Time target :** 4 minutes

රූපයේ දක්වෙන්නේ හරස්කඩ වර්ගඵලය $2.5\ mm^2$ වන Cu කම්බි වලින් සෑදූ සමාන පාද සහිත රාමුවකි. එය XY තිරස් අක්ෂය වටා භ්‍රමණය විය හැකි වන සේ පිළියෙල කර එතුළින් 16 A විදුලි ධාරාවක් යවනු ලැබේ. සිරස්ව ඉහළට ක්‍රියා කරන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ යෙදූ විට රාමුව සිරසට 30^0 ආනතව සමතුලිත වේ නම් යෙදූ ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න. Cu වල ඝනත්වය $8600\ kgm^{-3}$ වේ.

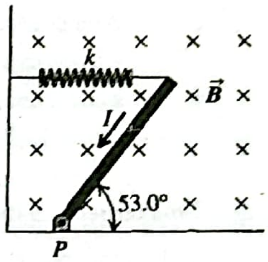


13. **Time target :** 3 minutes

දිග 10 cm හා ස්කන්ධය 10 g වන PQ ඍජු තිරස් සන්නායක දණ්ඩක් තිරසට 60^0 ක් ආනත සුමට තලයක් මත තබා ඇත. දණ්ඩ තිබෙන පෙදෙසෙහි ස්‍රාව ඝනත්වය B වන සිරස් ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇත. PQ දණ්ඩ හරහා 3 A ධාරාවක් යැවූ කල එය ගුරුත්වජ හා චුම්බක බල යටතේ සමතුලිතව පවතී නම් B වල අගයත් ධාරාවේ දිශාවත් සොයන්න.

14. **Time target :** 4 minutes

රූපයේ දක්වෙන පරිදි දිග 0.2 m වූ සැහැල්ලු ඒකාකාර දණ්ඩක එක් කෙලවරක් P හිදී සුමට ලෙස විවර්තනය කොට එහි අනෙක් කෙලවර දුනු නියතය $k = 4.8\ Nm^{-1}$ වූ තිරස් දුන්නකට ඈඳා ඇත. දණ්ඩ දිගේ දක්වා ඇති දිශාවට $I = 6.5\ A$ වූ ධාරාවක් ගලා යන අතර එය තබා ඇත්තේ ස්‍රාව ඝනත්වය $B = 0.34\ T$ වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුලය.



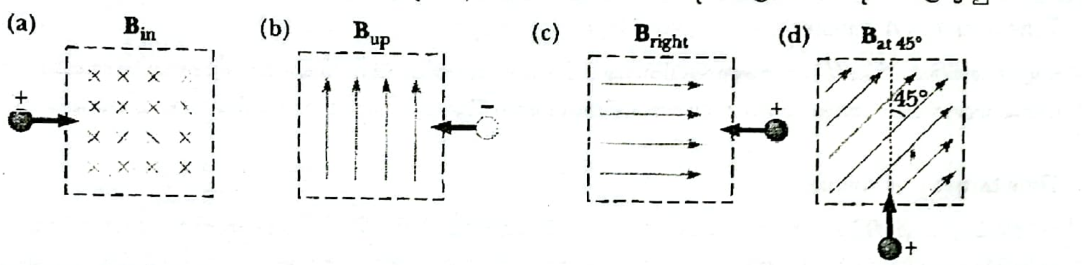
i. චුම්බක බල මගින් P වටා දණ්ඩ මත ඇති කෙරෙන සූර්ණය සොයන්න.

ii. සමතුලිත අවස්ථාවේදී දණ්ඩ තිරසට 53^0 ක් ආනත නම් දුන්න පවතිනුයේ සම්පීඩනය වීද ? දිග හැරීද ?

iii. දණ්ඩේ සමතුලිත පිහිටුමේදි දුන්න තුල ගබඩා වී ඇති ශක්ති ප්‍රමාණය කොපමණද ?

15. **Time target :** 2 minutes

පහත රූපවල දක්වෙන එක් එක් අවස්ථාව සඳහා ආරෝපණය මත යෙදෙන බලයන්ගේ දිශා සලකුණු කරන්න.



16. **Time target :** 2 minutes

ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් v විභව අන්තරයක් යටතේ ත්වරණය කර අභිලම්බව සකස්කර ඇති ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළට ඇතුළු කළ විට එය F විශාලත්වයක් ඇති බලයකට යටත්වේ. විභව අන්තරය දෙගුණයක් කර ඉලෙක්ට්‍රෝනය චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුළට ඇතුළු කල විට එය ලක්වන බලයේ විශාලත්වය සොයන්න.

17. **Time target :** 3 minutes

ආරෝපණය 1.60×10^{-19} C හා ස්කන්ධය 1.67×10^{-27} kg වන ප්‍රෝටෝනයක් ස්‍රාව ඝනත්වය 0.35 T වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බක වූ ද අරය 14 cm වූද වෘත්තාකාර පථයක චලනය වන විට එහි වේගය සොයන්න.

18. **Time target :** 2 minutes

සමාන චාලක ශක්ති පවතින ප්‍රෝටෝනයක් සහ α අංශුවක් ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුලට ඊට අභිලම්බව පිවිසේ. ප්‍රෝටෝනය ගමන් ගන්නා වෘත්තාකාර පථයේ අරය, α අංශුව ගමන් කරන වෘත්තාකාර පථයේ අරයට දරන අනුපාතය සොයන්න.

19. **Time target :** 3 minutes

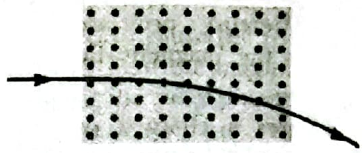
6×10^{-16} J චාලක ශක්තිය ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ස්‍රාව ඝනත්වය 4×10^{-3} T වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භක වන දිශාවක් ඔස්සේ ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වේ. ක්ෂේත්‍රය තුල දී ඉලෙක්ට්‍රෝනය ගමන් ගන්නා වෘත්තාකාර පථයේ අරය සොයන්න.

20. **Time target :** 2 minutes

ප්‍රෝටෝනයක් හා α අංශුවක් ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළට එයට අභිලම්භව එකම වේගයෙන් පිවිසේ. ප්‍රෝටෝනය 25 μs කාලයකදී වට 5 ක් ගමන් කරයි නම් α අංශුවේ ආවර්ත කාලය සොයන්න.

21. **Time target :** 4 minutes

+ x දිශාව ඔස්සේ 5.00 MeV චාලක ශක්තියක් ඇතිව ගමන් ගන්නා ප්‍රෝටෝනයක් දක්වා ඇති පරිදි කඩදාසියෙන් ඉවතට යොමු වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට පිවිසේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය 0.05 T වන අතර එය x = 0 සිට x = 1.00 m දක්වා පැතිර තිබේ.



i. චුම්බක ක්ෂේත්‍රයෙන් පිටවන විට ප්‍රෝටෝනය සතු ගම්‍යතාවයේ y සංරචකය සොයන්න.

ii. ප්‍රෝටෝනය ක්ෂේත්‍රයෙන් පිට වන විට එහි ප්‍රවේගය +x දිශාවට දරන ආනතිය සොයන්න. ($m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg)

22. **Time target :** 3 minutes

ප්‍රෝටෝනයක් ස්‍රාව ඝනත්වය 0.5 T වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භකව අරය 80 cm වන වෘත්තාකාර පථයක ගමන් කරයි.

i. ප්‍රෝටෝනයේ වේගයද

ii. වෘත්ත චලිතයේ ආවර්ත කාලයද

iii. ප්‍රෝටෝනයේ චාලක ශක්තිය ද සොයන්න. (ප්‍රෝටෝනයේ ස්කන්ධය 1.67×10^{-27} kg වේ.)

23. **Time target :** 4 minutes

චාලක ශක්තිය 25 keV වන ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් 0.2 T ස්‍රාව ඝනත්වයක් ඇති ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුළ වෘත්තාකාර මගක ගමන් ගනී. කක්ෂයේ අරය, වෘත්ත චලිතයේ කෝණික සංඛ්‍යාතය හා ආවර්ත කාලය සොයන්න.

24. **Time target :** 4 minutes

10 eV චාලක ශක්තිය ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ස්‍රාව ඝනත්වය 1.0×10^{-4} T වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට 60^0 ක් ආනතව එයට ඇතුළු වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනය ගමන් ගන්නා හෙලික්සිය පථයේ අරය ද වෘත්ත චලිතයේ එක් ආවර්ථ කාලයක් තුළ දී ඉලෙක්ට්‍රෝනය ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට ගමන් ගන්නා දුර ද සොයන්න.

25. **Time target :** 3 minutes

ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් තුල 1.0 MeV ක චාලක ශක්තියෙන් යුතු ප්‍රෝටෝනයක් වෘත්ත පථයක ගමන් ගනී. මෙම පථයේම ගමන් කිරීම සඳහා.

i. α අංශුවකට

ii. ඩියුටිරියම් න්‍යෂ්ටියකට තිබිය යුතු චාලක ශක්තීන් කවරේ ද ?

26. **Time target :** 2 minutes

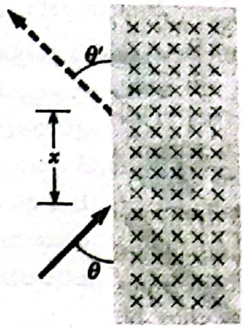
ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුල නිශ්චලතාවයේ ඇති උදාසීන අංශුවක් ආරෝපිත අංශු දෙකක් බවට ක්ෂය වේ. එක් එක් ආරෝපිත අංශුවේ ස්කන්ධය m බැගිනි.

i. එක් අංශුවක ආරෝපනය +q නම් අනෙකේ ආරෝපණය කුමක් ද ?

ii. අංශු දෙක B ට ලම්භක තලයක පිහිටි වෙනස් පථ දෙකක් ඔස්සේ ගමන් කරන්නේ නම් ක්ෂය වීමෙන් කොපමණ කාලයකට පසු ඒවා එකිනෙක ගැටේද ? (විද්‍යුත් බලය නොසලකා හරින්න.)

27. **Time target :** 4 minutes

කඩදාසියේ තලය මත ගමන් ගන්නා ප්‍රෝටෝනයකට 6.00 MeV චාලක ශක්තියක් තිබේ. ස්‍රාව ඝනත්වය 1.00 T වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් කඩදාසිය තුලට යොමුවේ. $\theta = 45^0$ වන පරිදි චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුලට ඇතුළු වන ප්‍රෝටෝනය θ^1 කෝණයකින් පිට වී යයි. ($m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg)



i. ප්‍රෝටෝනය ක්ෂේත්‍රයට ඇතුලු වූ හා ඉන් පිට වූ ස්ථාන අතර දුර වන x සොයන්න.

ii. θ^1 හි අගය සොයන්න.

28. **Time target :** 2 minutes

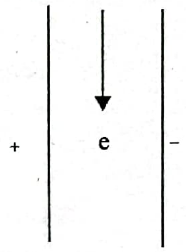
චලනය වන්නාවූ ඉලෙක්ට්‍රෝනයක චලිත දිශාවට ලම්භකව, තිව්‍රතාව 1500 V m^{-1} වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් ද චලිත දිශාව හා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය යන දෙකටම ලම්භකව 0.40 T ස්‍රාව ඝනත්වය ඇති චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් ද යොදනු ලැබූ විට ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ චලිත දිශාව නොවෙනස්ව පවතී. ඉලෙක්ට්‍රෝනයට තිබිය හැකි ප්‍රවේගය සොයන්න.

29. **Time target :** 3 minutes

1.0 kV විභව අන්තරයක් යටතේ ත්වරණය වන ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් සමාන්තර සන්නායක තහඩු දෙකක් අතර ඇති විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භ ලෙස පිවිසේ. තහඩු අතර පරතරය සහ විභව අන්තරය පිළිවෙලින් 10 mm හා 100 V වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනය සරල රේඛාවක ගමන් කිරීම සඳහා තහඩු අතර පවත්වා ගත යුතු ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න.

30. **Time target :** 2 minutes

තහඩු අතර පරතරය 3 mm වන සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයක තහඩු අතරේ 600 V විභව අන්තරයක් හා ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් පවත්වාගෙන ඇත. තහඩු වලට සමාන්තරව ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ප්‍රක්ෂේපණය කල විට එය 2×10^6 ms^{-1} නියත වේගයෙන් රූපයේ පරිදි අපගමනයකින් තොරව සිරස්ව පහළට ගමන් කරයි. චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න.



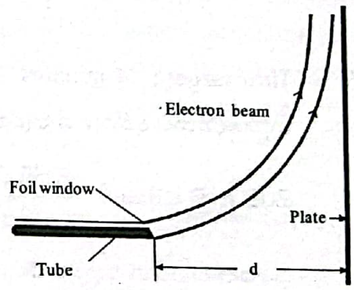
31. **Time target :** 2 minutes

ස්කන්ධ වර්ණාවලිමානයක ස්කන්ධ ක්‍රමාංකය 24 ක් හා ආරෝපණය +e සහිත X අයනයකුත් ස්කන්ධ ක්‍රමාංකය 22 ක් හා ආරෝපණය + 2 e සහිත Y අයනයකුත් ප්‍රවේග වරකයෙන් පිටවී එකම ප්‍රවේගයෙන් යුක්තව චුම්භක ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වේ. එහි දී X අයනය ගමන් ගන්නා අර්ධ වෘත්තාකාර පථයෙහි අරය 0.25 m නම් Y අයනය ගමන් ගන්නා අර්ධ වෘත්තාකාර පථයෙහි අරය සොයන්න.

32. **Time target :** 3 minutes

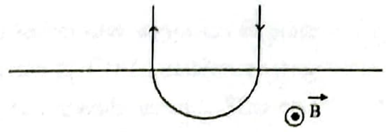
ඒකක චාලක ශක්තිය K බැගින් වූ ඉලෙක්ට්‍රෝන කදම්බයක් ත්වරක නලයකින් පිටවේ. නල කටෙහි සිට d දුරකින් නලයට ලම්බ ලෙස ඇති ලෝහ තහඩුවක මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන නොගැටීම සඳහා යෙදිය යුතු චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය B නම්

$$B \geq \sqrt{\frac{2mK}{e^2 d^2}}$$ බව පෙන්වන්න.



m හා e පිළිවෙලින් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ස්කන්ධය හා ආරෝපණයයි.

33. **Time target :** 3 minutes



ආරෝපිත අංශුවක් රූපයේ දක්වෙන ආකාරයේ ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් සහිත පෙදෙසකට ඇතුළු වී අර්ධ වෘත්තාකාර පථයක් ගෙවා ඉන් පිට වී යයි. අංශුව ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් හෝ ප්‍රෝටෝනයක් (ඔබ තීරණය කළ යුතුයි) විය හැකි අතර $130\,ns$ කාලයක් එය ක්ෂේත්‍රය තුළ පවතී.

i. B හි අගය සොයන්න.

ii. ඉහත ආරම්භක පථයේම ගමන් ගන්නා වූත් චාලක ශක්තිය මුල් අංශුවේ චාලක ශක්තිය මෙන් දෙගුණයක් වූත් සර්වසම අංශුවක් ක්ෂේත්‍රය තුළ පවතින කාලය සොයන්න. ($m_e = 9.1\times10^{-31}\,kg$,$m_p = 1.67\times10^{-27}\,kg$)

34. **Time target :** 4 minutes

සාම්පලයක ඇති ස්කන්ධය $3.92\times10^{-25}\,kg$ හා ආරෝපණය $3.20\times10^{-19}\,C$ වූ යුරේනියම් අයන වෙන් කර ගැනීම සඳහා ස්කන්ධ වර්ණාවලිමානයක් යොදා ගැනේ $100\,kV$ ක විභව අන්තරයක් යටතේ ත්වරණය වන මෙම අයන ඉන්පසු ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බ ලෙස ඇතුළු වී අරය $1\,m$ වූ අර්ධ වෘත්තාකාර පථයක් ගෙවා ඉන් පිට වී විශේෂිත බඳුනකට එකතු වේ.

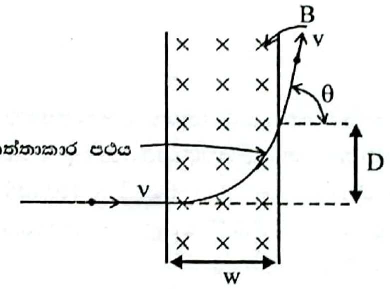
i. යෙදූ චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න.

පැයකදී යුරේනියම් $100\,mg$ ක් ලබා ගැනීමට අපේක්ෂා කරයි නම්,

ii. යුරේනියම් අයන නිසා හට ගන්නා ධාරාවත්

iii. පැයකදී බඳුනේ නිපදවන තාපයත් ගණනය කරන්න.

35. **Time target :** 4 minutes



ස්කන්ධය m සහ ආරෝපණය q වන අංශු වලින් සමන්විත කදම්බයක් ඉහත රූපයෙහි දක්වෙන පරිදි v තිරස් නියත වේගයකින් විශාලත්වය B වන තිරස් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුලට ඇතුල් වන්නේ ක්ෂේත්‍රයට අභිලම්බ වන පරිදිය. මෙම ක්ෂේත්‍රය w තිරස් දුරකට ව්‍යාප්ත වී පවතී. ක්ෂේත්‍රය තුල කදම්බය වෘත්තාකාර පථයක චලිත වී ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවත් වන්නේ එහි ආරම්භක දිශාව සමඟ θ කෝණයක් තනමිනි. එවිට කදම්බයේ පාර්ශ්වික සිරස් විස්ථාපනය D වේ.

$$\theta = Sin^{-1}\left[\frac{qBw}{mv}\right]$$ බවත්

$$D = \frac{mv}{qB}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{qBw}{mv}\right)^2}\,\right]$$ බවත් පෙන්වන්න.

36. **Time target :** 4 minutes

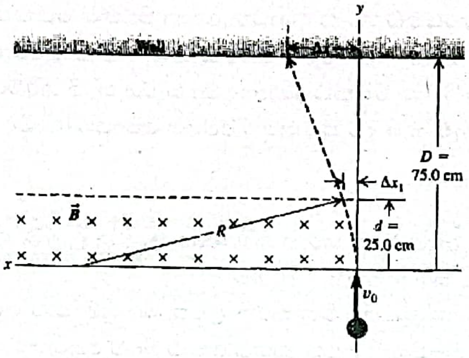
විද්‍යාඥයින්ට අතීතයේ පැවති පෘථිවි උෂ්ණත්වය නිර්ණය කල හැකි එක් ක්‍රමයක් වන්නේ පෞරාණික අයිස් කුට්ටි තුල සිරවී ඇති වාතයේ $\dfrac{\text{ඔක්සිජන් 18 සමස්ථානිකය}}{\text{ඔක්සිජන් 16 සමස්ථානිකය}}$ යන අනුපාතය සෙවීමයි. මෙම සමස්ථානික වෙන් කර ගන්නා එක් ක්‍රමයක් වන්නේ පළමුව ඒවා පළමු අයනීකරණයට ලක් කොට පසුව V විභව අන්තරයක් යටතේ නිශ්චලතාවයේ සිට ත්වරණය කිරීමයි. ඉන්පසු එම අයන කදම්භය, චලිත දිශාවට අභිලම්බව සකසා ඇති ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුල වෘත්තයකින් 1/4 ක් ගෙවා ගොස් අංශු අනාවරකයකට ඇතුල් වන අතර අනාවරකය මගින් ඒවායේ ප්‍රමාණ මැන ගනු ලැබේ. අංශු අනාවරකය අසලදී ඉහත සමස්ථානික දෙක අතර දුර පරතරය Δr නම්,

i. $\Delta r = \frac{\sqrt{2eV}}{eB} (\sqrt{m_{18}} - \sqrt{m_{16}})$ බව පෙන්වන්න.

මෙහි e යනු ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපණය වන අතර m_{18} හා m_{16} යනු පිළිවෙලින් ඔක්සිජන් 18 හා ඔක්සිජන් −16 සමස්ථානික වල අණුවක ස්කන්ධයන්ය.

ii. $m_{16} = 2.66 \times 10^{-26}$ kg හා $m_{18} = 2.99 \times 10^{-26}$ kg නම් අනාවරකය අසලදී 4 cm පරතරයක් ඇති වීම සඳහා ඉහත සමස්ථානික ත්වරණය කළ යුතු විභව අන්තරය සොයන්න.
$B = 0.05$ T හා $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C වේ.

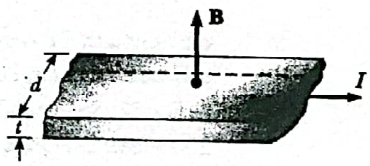
37. **Time target : 8 minutes**



ආරෝපණය 2.15 μC හා ස්කන්ධය 3.20×10^{-11} kg වූ + ලෙස ආරෝපිත අංශුවක් + y දිශාව ඔස්සේ $V_0 = 1.45 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ ප්‍රවේගයෙන් චලනය වෙමින් තිබියදී රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ $B = 0.420$ T ස්‍රාව ඝනත්වයෙන් යුතු ප්‍රදේශයකට ඇතුළු වේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුලදී අංශුව අරය R වූ වෘත්තාකාර පථයක ගමන් කොට ඉන් මිදී සරල රේඛාවක ගමන් කරයි. අදාළ දුර ප්‍රමාණ රූපයේ දක්වා ඇත.

i. R හි අගය
ii. අංශුව චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුල පවතින කාලය
iii. Δx_1 හි අගය
iv. Δx හි අගය සොයන්න.

38. **Time target : 3 minutes**



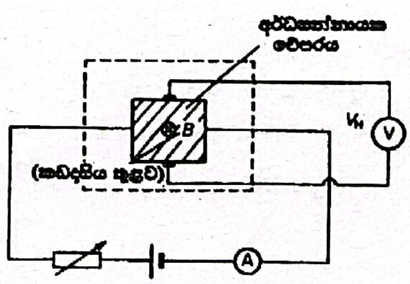
රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ ඝනකම $t = 0.200$ mm වූ තුනී රිදී පත්‍රයකට ලම්බකව දක්වා ඇති දිශාව ඔස්සේ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යොදා තිබේ. රිදී සඳහා " හෝල් සංගුණකය " $0.840 \times 10^{-10} \text{ m}^3 \text{ C}^{-1}$ වේ.

i. රිදී වල සචල ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය සොයන්න.
ii. $I = 20.0$ A වන විට හෝල් වෝල්ටීයතාවය 15.0 μV නම් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න.
(හෝල් සංගුණකය = 1/Ne , සෑම සංකේතයකටම සුපුරුදු තේරුම ඇත)

39. **Time target : 3 minutes**

පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව මැනීම සඳහා සැලසුම් කරන ලද පරීක්ෂණයකදී 0.50 cm ඝනකම තඹ තහඩුවක් නැගෙනහිර - බටහිර දිශාව ඔස්සේ තබා තිබේ. 8.00 A ධාරාවක් යැවූ විට 5.10×10^{-12} V හෝල් වෝල්ටීයතාවක් ජනනය වේ නම් පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය සොයන්න. තඹ තහඩුවේ තලය, පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ලම්බක වන පරිදි ආනත කර ඇතැයිද තඹවල සචල ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය $8.5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ යැයිද සලකන්න.

40. **Time target : 3 minutes**

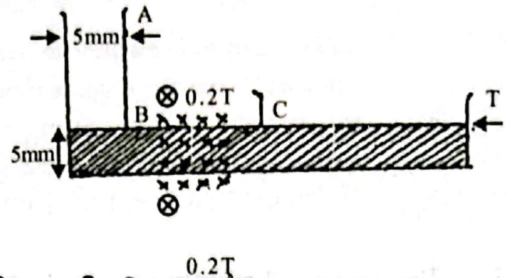


රූපයේ දැක්වෙන්නේ හෝල් ඒෂණියකි. එහි ඇති අර්ධ සන්නායක චේපරය, ප්‍රතිවිරුද්ධ පැතිමත ඇති ස්පර්ශක දෙකක් මගින් විශාල අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් සහිත V වෝල්ට්මීටරයකට සම්බන්ධ කර තිබේ. ඒෂණිය 120 mA ක ධාරාවක් යටතේ ක්‍රියාත්මක වේ.

i. $B = 0.08$ T වූ විට හෝල් වෝල්ටීයතාව 2.5 mV නම් එය 6mV වන්නේ කවර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යටතේද ?
ii. B හි දිශාවට ඇති ඝනකම 2 mm නම් ආරෝපණ වාහක සාන්ද්‍රණය සොයන්න.

41. **Time target : 10 minutes**

පැත්තක දිග 5 mm වූ සමචතුරස්‍රාකාර හරස්කඩක් ඇති L හැඩයෙන් යුක්ත වන ABC නලයක් රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සන්නායක ද්‍රවයක් අඩංගු විශාල T ටැංකියකට සම්බන්ධ කොට ඇත. නලයේ BC තිරස් බාහුව හරහා පෙන්වා ඇති දිශාව ඔස්සේ ස්‍රාව ඝනත්වය 0.2 T වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ක්‍රියා කරයි. ද්‍රවයේ සම්පූර්ණ හරස්කඩක් ඔස්සේ සිරස්ව ඉහළට 6 A ධාරාවක් ගලා යැමට සලස්වන ලදී.



i. ද්‍රවයේ හරස්කඩ හරහා එය මත ක්‍රියාකරන බලයේ විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න.

ii. ඉහත බලය නිසා ද්‍රවයේ හරස්කඩ හරහා ගොඩනැගෙන පීඩනය සොයන්න.

iii. ද්‍රවයේ ඝනත්වය 1.2×10^{3} kgm^{-3} නම් මෙම පීඩනය නිසා AB බාහුවේ කොපමණ උසකට ද්‍රව මට්ටම නගීද ? (ටැංකියේ ද්‍රව මට්ටමේ ඇති වන වෙනස නොසලකා හැරිය හැකි තරමට කුඩා යැයි උපකල්පනය කරන්න.)

iv. නලයේ AB බාහුව නොමැති නම් ද්‍රව ප්‍රවාහයේ වේගය කොපමණවේද ?

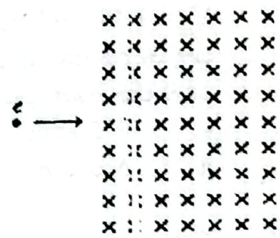
42. **Time target : 15 minutes**

ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් 18.2 kV විභව අන්තරයක් හරහා ත්වරණය කරවනු ලැබේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ආරෝපණය (q) සහ ස්කන්ධය පිළිවෙලින් 1.6×10^{-19} C සහ 9.1×10^{-31} kg වේ.

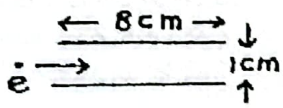
i. විභව අන්තරය මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝනය මත කරන ලද කාර්ය ප්‍රමාණය සොයන්න.

ii. නිශ්චලතාවේ සිට ආරම්භ වූයේ යැයි උපකල්පනය කොට විභව අන්තරය හරහා ත්වරණය වූ පසු ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ වේගය (υ) ගණනය කරන්න.

iii. රූපයේ පෙන්වා ඇති අයුරු ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ආරම්භක චලිත දිශාවට අභිලම්බ වන අයුරින් ක්‍රියා කරන ස්‍රාව ඝනත්වය $B = 0.2$ T වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති ප්‍රදේශයකට ඉලෙක්ට්‍රෝනය ඉන් පසුව ඇතුලු වේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝනය මත ක්‍රියාකරන බලය (F) ගණනය කර එහි දිශාව ඇඳ පෙන්වන්න. (මෙහි $F = q\upsilon B$ වේ.) අපගමනයක් නොමැතිව ඉලෙක්ට්‍රෝනය ගමන් කරවීම සඳහා අවශ්‍ය වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ විශාලත්වය කොපමණද ? මෙම විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය යෙදිය යුතු දිශාව රූපයක ලකුණු කර පෙන්වන්න.



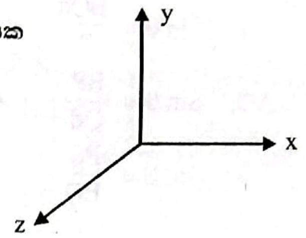
iv. අපගමනයක් සිදු නොවී ගමන් කරන ඉලෙක්ට්‍රෝනය ඉන්පසුව, දිග 8 cm සහ පරතරය 1 cm වන සාමාන්තර තිරස් තහඩු දෙකක් අතරින් රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි ගමන් කරවීමට සලස්වනු ලැබේ. තහඩු දෙක අතර විභව අන්තරය 200 V නම් තහඩුවලින් ඉවතට පැමිණෙන විට ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ සිරස් උත්ක්‍රමය සොයන්න.



MCQ

Time target : 20 minutes

01. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් +x දිශාව ඔස්සේ ගමන් කරයි. එය x – y තලයේ වෘත්තාකාර පථයක වාමාවර්තව ගමන් කිරීම සඳහා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යෙදිය යුත්තේ,

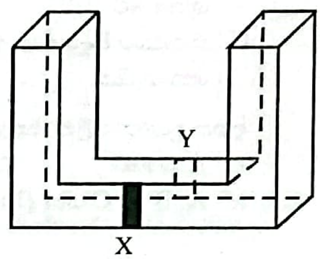


1. – x දිශාව ඔස්සේය.
2. + y දිශාව ඔස්සේය.
3. – y දිශාව ඔස්සේය.
4. + z දිශාව ඔස්සේය.
5. – z දිශාව ඔස්සේය.

02. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් +x දිශාව ඔස්සේ ගමන් කරයි. – y දිශාව ඔස්සේ ඒකාකාර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් යොදා තිබේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනයට අපගමනයකින් තොරව ගමන් කිරීම සඳහා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යෙදිය යුත්තේ,

1. + z දිශාවට
2. – z දිශාවට
3. + y දිශාවට
4. – y දිශාවට
5. + x දිශාවට

03. පැත්තක දිග a වූ සමචතුරස්‍රාකාර ඒකාකාර හරස්කඩක් සහිත u නලයක රසදිය තිබේ. u නලයේ බිත්තියට සම්බන්ධිත X හා Y ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා I ධාරාවක් ගලා යාමට සලස්වා ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් සිරස් දිශාවට ඇති කළ විට බාහු දෙකේ රසදිය කඳන්වල උසෙහි වෙනස වන්නේ, (රසදියේ ඝනත්වය = ρ)



1. $\frac{BI}{2\rho ga}$
2. $\frac{BI}{\rho ga}$
3. $\frac{2BI}{\rho ga}$
4. $\frac{3BI}{\rho ga}$
5. $\frac{4BI}{\rho ga}$

04. ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් නිශ්චලතාවයෙන් ගමන් අරඹා V විභව අන්තරයක් හරහා ත්වරණය වී ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට පිවිසේ. මෙහිදී ඉලෙක්ට්‍රෝනය F චුම්බක බලයකට ලක් වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනය V' විභව අන්තරයක් යටතේ ත්වරණය වූ විට ඉහත බලය 2F වේ නම්, V'/V හි අගය සමාන වන්නේ,

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

05. ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට 45^0 ක් ආනතව ආරෝපිත අංශුවක් ඒ තුලට ඇතුළු වේ. එක් ආවර්ත කාලයක් තුල අංශුව ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට සිදු කරන විස්ථාපනය P නම් අංශුව ගමන් ගන්නා හෙලික්සීය පථයේ අරය වන්නේ,

1. $\frac{P}{\sqrt{2}\pi}$
2. $\sqrt{2}P$
3. $\frac{P}{2\pi}$
4. $\frac{\sqrt{2}P}{\pi}$
5. $\frac{P}{\sqrt{\pi}}$

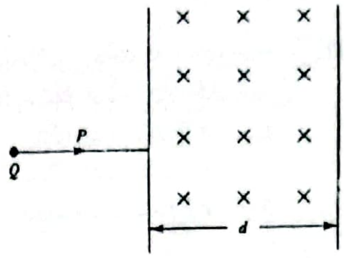
06. සමාන ආරෝපණ ඇති X හා Y නැමැති අංශු දෙකක් එකම විභව අන්තරයක් හරහා ත්වරණය වී ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට පිවිසේ. මෙහිදී අංශු දෙක අරයයන් පිළිවෙලින් R_1 හා R_2 වූ වෘත්ත පථ ඔස්සේ ගමන් කරයි නම්, X හි ස්කන්ධය Y හි ස්කන්ධයට දරන අනුපාතය වන්නේ,

1. $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{1/2}$
2. $\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{1/2}$
3. $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$
4. $\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$
5. $\frac{R_1}{R_2}$

07. විශිෂ්ට ආරෝපණය (එනම් ඒකක ස්කන්ධයකට ආරෝපණය) s වූ අංශුවක් V වේගයෙන් d දුරින් ඇති තහඩුවක් දෙසට ප්‍රක්ෂේපණය කෙරේ. අංශුව තහඩුවෙහි නොගැටීම සඳහා අවශ්‍ය අවම චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව,

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

08. ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බකව ආරෝපණය Q හා ගම්‍යතාව P වූ අංශුවක් රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි ඇතුළු වේ. චුම්බක ක්ෂේත්‍රය d පළලක් පුරා ($d < P/BQ$) පැතිර ඇති අතර ඉන් පිටවන විට අංශුව θ කෝණික අපගමනයක් සිදු කරයි නම්,



1. $\sin\theta = \dfrac{BQd}{P}$ 2. $\sin\theta = \dfrac{P}{BQd}$

3. $\sin\theta = \dfrac{BP}{Qd}$ 4. $\sin\theta = \dfrac{Qd}{BP}$

5. $\sin\theta = \dfrac{Pd}{BQ}$

09. පහත ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.

A. ආරෝපිත අංශුවක් පිටත සිට චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ඇතුළු වන්නේ නම් ඊට වෘත්තාකාර පථයක් සම්පූර්ණ කළ නොහැකිය.

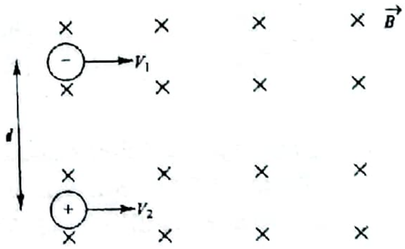
B. චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක චලනය වන ආරෝපිත අංශුවක් මත යෙදෙන චුම්බක බලය හා බැඳුනු ක්ෂමතාව සෑම විටම ශූන්‍ය වේ.

C. ඒකාකාර විද්‍යුත් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් ඇති ප්‍රදේශයකදී ආරෝපිත අංශුවකට වෘත්තාකාර පථයක ගමන් කළ නොහැකිය.

ඉහත ප්‍රකාශ වලින් සත්‍ය වන්නේ,

1. A පමණි. 2. A හා B පමණි. 3. B හා C පමණි. 4. A හා C පමණි.
5. A, B හා C යන සියල්ලම සත්‍ය වේ.

10. රූපයේ දක්වෙන පරිදි ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් තුලට ඊට ලම්බක වන පරිදි V_1 හා V_2 වේගවලින් ඇතුළු වන ආරෝපණ දෙකෙහි ස්කන්ධ m බැගින් වන අතර ඒවායේ ආරෝපණ $-q$ හා $+q$ වේ. ආරෝපණ දෙක නොගැටෙන්නේ පහත කවරක් තෘප්ත වූ විටද ?



1. $d > \dfrac{m}{Bq}(V_1 + V_2)$ 2. $d < \dfrac{m}{Bq}(V_1 + V_2)$

3. $d > \dfrac{2m}{Bq}(V_1 + V_2)$ 4. $d < \dfrac{2m}{Bq}(V_1 + V_2)$

5. $V_1 = V_2$

01.	$B = \lambda g \tan\theta / I$	02.	i. 2N	ii.	1N
iii.	6N	iv.	0	v.	2 N
vi	1N	vii	0.45 N	viii.	0.35 N
03.	0.6 T	04.	0.60N , 0.60 N , 0.85N , 0.06N , 0		
05.	130 cm : 0.39 N , 50 cm : 0.058 N , 120 cm : 0.33 N			06.	21.8^0
07.	2 Blr	08	i. BI Δl	ii.	0
iii.	1×10^{-5} N	iv.	12.73 Nm^{-2}	09.	7.9×10^{-2} T
10.	6.6×10^{-2} T, 0.20T / 0.099 T			11.	2.5 A
12.	15.5 mT	13.	0.58 T		
14.	i. 0.0442 Nm	ii.	දිග හැරී	iii.	7.99×10^{-3} J
16.	$\sqrt{2}$ F	17.	4.7×10^6 ms^{-1}		
18.	1 : 1	19.	5.16×10^{-2} m	20.	10 μs
21.	i. 8.0×10^{-21} $kgms^{-1}$	ii.	8.9^0	22.	i. 38.3×10^6 ms^{-1}
ii.	1.31×10^{-7} s	iii.	1.22×10^{-12} J		
23.	2.66×10^{-3} m, 3.5×10^{10} rad s^{-1}, 1.79×10^{-10} s			24.	92.36 mm , 335.06 mm
25.	i. 1.0 MeV	ii.	0.5 MeV		
26.	i. -q	ii.	πm / Bq		
27.	i. 0.5 m	ii.	45^0	28.	3750 ms^{-1}
29.	5.33×10^{-4} T	30.	0.1 T	31.	0.11 m
33.	i. 0.25 T	ii.	130 ns	34.	i. 495 mT
ii.	22.7 mA	iii.	8.17 MJ		
36.	ii. 3.32 kV	37.	i. 5.14 m	ii.	1.726×10^{-6} s
iii.	6.09×10^{-3} m	iv.	30.46×10^{-3} m		
38.	i. 7.44×10^{28} m^{-3}	ii.	1.79 T		
39.	43.3 μT	40.	i 0.192 T	ii.	1.2×10^{22} m^{-3}

41.i. බලයේ විශාලත්වය = Bil --- 01

= $0.2 \times 6 \times 5 \times 10^{-3}$ --- 01

= 6×10^{-3} N --- 02

(ඒකකයට 1 ලකුණක් හිමිවේ.)

බලයේ දිශාව : CB දිශාවට හෝ වම් අතට --- 01

ii. හටගන්නා පීඩනය = $\frac{6 \times 10^{-3} N}{5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3}}$ --- 01

හෝ $\frac{\text{බලය}}{\text{හරස්කඩ ව.ඵ}}$

= 240 N m^{-2} --- 02

(ඒකකයට 1 ලකුණක් හිමිවේ.)

iii. ද්‍රවය නැගී සිරස් උස h නම්,

$h\rho g = 240$ --- 01

$h = \frac{240}{1.2 \times 10^3 \times 10}$ --- 01

$h = 20 \times 10^{-3}$ m (20 mm) --- 01

iv. ද්‍රවය ඉහළ නැගීම නිසා ලබාගත් විභව ශක්තිය,

$= mg\left(\frac{h}{2}\right)$ --- 01

m = ඉහළ නැගී ද්‍රවයේ ස්කන්ධය

AB බාහුව නොමැති විට මෙම ශක්තිය, චාලක ශක්තිය බවට පත්වේ.

ද්‍රව ප්‍රවාහයේ වේගය v නම්,

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg\left(\frac{h}{2}\right) \quad --- 01$$

$$v = \sqrt{gh} = \sqrt{10 \times 20 \times 10^{-3}} \quad --- 01$$

$$= \sqrt{0.2}\ ms^{-1}\ (0.45\ ms^{-1}) \quad --- 01$$

42. i. ඉලෙක්ට්‍රෝනය මත කරන ලද කාර්යය $= eV$ --- 01

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 18.2 \times 10^3$$

$$= 29.12 \times 10^{-16}\ J \quad --- 01$$

ii. $\left(\frac{1}{2}\right) m v^2 = eV$

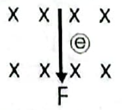
$$v^2 = \frac{2eV}{m}$$

$$= \frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 18.2 \times 10^3}{9.1 \times 10^{-31}} \quad --- 01$$

$$= 64 \times 10^{14}$$

$$v = 8.0 \times 10^7\ ms^{-1} \quad --- 01$$

iii. චුම්බක බලය $F = eVB$



$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^7 \times 0.2$$

$$= 2.56 \times 10^{-2}\ N \quad --- 01$$

(බලයේ දිශාව දක්වා ඇති ආකාරයට) --- 01

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ විශාලත්වය,

$$eE = eVB$$

$$E = BV \quad --- 01$$

$$= 0.2 \times 8 \times 10^7$$

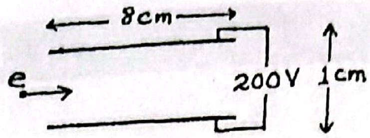
$$= 1.6 \times 10^7\ NC^{1}\ (\text{හෝ } Vm^{-1}) \quad --- 01$$

(ඉලෙක්ට්‍රෝනයට සෘණ ආරෝපණයක් ඇති බැවින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව පහතට විය යුතුය)

↓ E

(E හි දිශාව දක්වා ඇති පරිදි) --- 01

iv.



ඉලෙක්ට්‍රෝනය මත බලය $= eE$

නමුත් $E = \frac{V}{d}$

$$= \frac{200}{1 \times 10^{-2}} \quad --- 01$$

$$= 2 \times 10^4\ NC^{-1}$$

ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ත්වරණය $= \frac{eE}{m}$ --- 01

තහඩුවලින් ඉවත් වීමට ගන්නා කාලය

$$= \frac{8 \times 10^{-2}}{v} \quad --- 01$$

$$= \frac{8 \times 10^{-2}}{8 \times 10^7} = 10^{-9}\ s$$

උත්ක්‍රමණය h නම්

$h = ut + \left(\frac{1}{2}\right) at^2$ යෙදීමෙන්

$$h = 0 + \frac{1}{2} \times \left(\frac{eE}{m}\right) \times (10^{-9})^2 \quad --- 01$$

$$= \frac{1 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^4 \times 10^{-18}}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}}$$

$$= 1.76 \times 10^{-3} m\ (1.76\ mm) \quad --- 01$$

MCQ

01. 4	02. 2	03. 2	04. 5	05. 3
06. 3	07. 1	08. 1	09. 5	10. 3