ELECTROMAGNETISME ET ELECTRICITE

1 - CHAMP MAGNETIQUE

EXERCICE 57

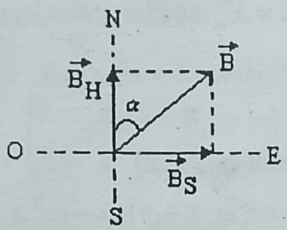
1/ Valeur du champ crée par le solénoïde

$\tan\alpha = \dfrac{B_S}{B_H} \Rightarrow B_S = B_H.\tan\alpha$

A.N : $B_S = 2.10^{-5}$ T

2/ Intensité du courant

$B_S = \mu_0.\dfrac{N}{\ell}.I \Rightarrow I = \dfrac{B_S.\ell}{\mu_0.N}$. A.N : I = 7,96 mA



EXERCICE 58

1/ Nombre de spires

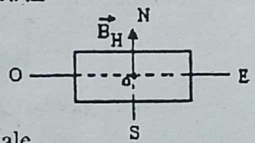
La longueur du fil est tel que :

$\ell = 2\pi.r.N \Rightarrow N = \dfrac{\ell}{2\pi.r}$ or $n = \dfrac{N}{L}$ donc $n = \dfrac{\ell}{2\pi.r.L}$

A.N : n = 995 spires/m.

2/ a/ Schéma

En absence de courant, l'aiguille s'oriente suivant l'axe Nord-Sud

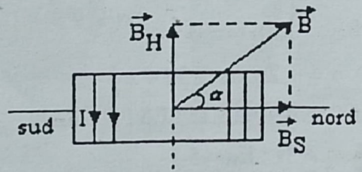


b/ Schéma et valeur de la composante horizontale

$\tan\alpha = \dfrac{B_H}{B_S} \Rightarrow B_H = B_S.\tan\alpha$

$\Rightarrow B_H = \mu_0.\dfrac{N}{L}.I.\tan\alpha$

A.N : $B_H = 3,4.10^{-4}$ T



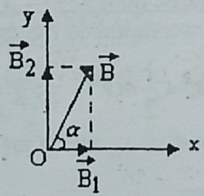
EXERCICE 59

1/Détermination du vecteur champ magnétique

$\left.\begin{array}{l} B_1 = \mu_0.n.I_1 = 2,5.10^{-3}\,T \\ B_2 = \mu_0.n.I_2 = 5.10^{-3}\,T \end{array}\right\} \Rightarrow B_2 = 2\,B_1$

$\vec{B_1} + \vec{B_2} = \vec{B}$

En se référant au schéma $\tan\alpha = \dfrac{B_2}{B_1} = 2$ donc $\alpha = 63,4°$



Selon le théorème de pythagore : $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$. A.N : B = $5,6.10^{-3}$ T.

2/ Si on inverse le sens des courants, $\vec{B_1}$ et $\vec{B_2}$ changent de sens en conservant leurs mêmes directions et normes. En conséquence, il en est de même du champ $\vec{B}$

EXERCICE 60

1/ Caractéristiques de $\vec{B_1}$

$\vec{B_1}\begin{cases} *direction : celle\ de\ \vec{i} \\ *sens : identique\ à\ celui\ de\ \vec{i} \\ *norme : B_1 = 4.10^{-3}\,T \end{cases}$

La face A_1 est une face Nord

2/ Sens de I_2

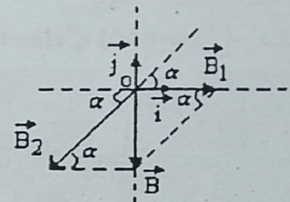
I_2 est en sens inverse de I_1. Le sens de $\vec{B_2}$ est de O vers A_2. La face A_2 est une face Sud.

3/ Intensité du champ magnétique

* $B = B_1.\tan\alpha$. A.N : B = 4.10^{-3} T

* $\cos\alpha = \dfrac{B_1}{B_2} = \dfrac{\mu_0.n.I_1}{\mu_0.n.I_2} = \dfrac{I_1}{I_2} \Rightarrow I_2 = \dfrac{I_1}{\cos\alpha} = I_1.\dfrac{2}{\sqrt{2}}$ soit $I_2 = I_1.\sqrt{2}$

A.N : I_2 = 1,70 A.



EXERCICE 61

1/ a/ Construction de la courbe B = f (I)

B = f (I) est une droite passant par l'origine.

b/ Relation entre I et B

B est proportionnel à I tel que : $B_1 = 6.10^{-4}$. I

2/ a/ Comparaison :

B est proportionnel à I tel que : $B_2 = 1,2.10^{-3}$. I

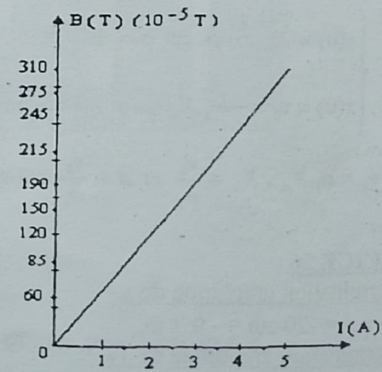
b/ Nombre de spires par mètre de chaque solénoïde

$n_1 = \dfrac{N_1}{\ell_1} = \dfrac{240}{0,5} = 480\,spires / mètre$

$N_2 = \dfrac{N_2}{\ell_2} = \dfrac{768}{0,8} = 960\,spires / mètre$

c/ Relation entre B et n

$\dfrac{B_1}{n_1} = \dfrac{B_2}{n_2}$. B est proportionnel à n



d/ Expression de B = f (n : I)

$B = k.n.I \Rightarrow k = \frac{B}{n.I} = 1,25.10^{-6} S.I$ (avec deux séries de mesures)

e/ Valeur du coefficient μ_0

$4\pi.10^{-7} = 1,26.10^{-6} SI$ donc bonne concordance.

2 - MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

EXERCICE 62

1/ Expression de V_A

Système : électron

Réf. ter.sup. Galiléen

Bilan des forces : force électrostatique $\vec{F}$

T.E.C :

$E_{c_A} - E_{c_C} = \vec{F}.\vec{CA} = q\vec{E}.\vec{CA} = q(V_C - V_A) = -e(-U) = eU \Rightarrow \frac{1}{2}mV_A^2 = eU \Rightarrow V_A^2 = \frac{2eU}{m}$

$\Rightarrow V_A = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ AN : $V_A = 10^7$ m.s^{-1}.

2/ a/ Expression de B

$R^2 = \frac{m^2V_A^2}{q^2B^2}$ avec $V_A^2 = \frac{2eU}{m}$ et $q^2 = e^2$ on a $B^2 = \frac{m^2 2eU}{e^2R^2m} = \frac{2mU}{eR^2} \Rightarrow B = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{2mU}{e}}$

AN : B = 2.85.10^{-1} T.

b/ Caractéristiques de $\vec{V_I}$

$\vec{V}\begin{cases} \text{. direction: verticale} \\ \text{. sens : même sens que } \vec{Ox} \\ \text{. norme}: V_I = V_A = 10^7\ m.s^{-1} \end{cases}$

3/ a/ Equations horaires

Système : électron

R.T.S. Galiléen

Bilan des forces : $\vec{F_e}$

T.C.I : $\vec{Fe} = m\vec{a} = e\vec{E} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m}\vec{E}$

$\vec{a}\begin{cases} a_y = -\frac{eE}{m} \\ a_x = 0 \end{cases}$ $\vec{V_I}\begin{cases} 0 \\ V_I \end{cases}$ $\vec{V}\begin{cases} -\frac{eE}{m}t \\ V_I.t \end{cases}$ $\vec{IM_I}\begin{cases} R \\ 0 \end{cases}$ $\vec{IM}\begin{cases} y = -\frac{eE}{2m}t^2 + R \\ x = V_I.t \end{cases}$

b/ Equation cartésienne et nature

$x = V_I.t \Rightarrow t = \frac{x}{V_I} \Rightarrow y = -\frac{eE}{2mV_I^2}x^2 + R$ c'est une portion de parabole d'axe (Oy) et sommet C.

c/ Expression puis Calcul de E

En D, x = R et y = 0 $\Leftrightarrow y = -\frac{eE}{2mV_I^2}x^2 + R = 0$

$R(-\frac{1}{2}\frac{e}{m}E\frac{R}{V_I^2} + 1) = 0$ soit $E = \frac{2mV_I^2}{eR}$ or $V_I^2 = \frac{2eU}{m}$ d'où $E = \frac{4U}{R}$ AN : $E = 5700\ V.m^{-1}$

EXERCICE 63

Partie A

1. Tracé de la courbe et détermination de la pente

Courbe B = f (I) : droite passant par l'origine.

Pente : $k = \frac{\Delta B}{\Delta I} = 6,53.10^{-2}$

2. Nombre de spires

$B = \mu_0\frac{N}{L}I$; $\Delta B = \mu_0\frac{N}{L}\Delta I \Rightarrow N = \frac{L}{\mu_0}.\frac{\Delta B}{\Delta I}$ ou $N = \frac{L}{\mu_0}.k$ AN : $N = 20785$ spires

Partie B

1. 1.1 Sens de $\vec{B}$

$\vec{v_0}$ $\longrightarrow$ $\odot\ \vec{B}$ $\vec{B}$ est sortant

1.2. Trajectoire des particules entre P et S

Mouvement circulaire

$\vec{V_S}\begin{cases} \text{. direction: confondu à } RS \\ \text{. sens : opposé à } \vec{V_0} \\ \text{. intensité } V_S = V_0 = \frac{e.B.R}{m} = \frac{e.B.PS}{2m} = 3.10^5\ m.s^{-1} \end{cases}$

3. 2.1 Caractéristiques de $\vec{V_1}$ en P

$\vec{V_1}\begin{cases} \text{. direction: droite } (PQ) \\ \text{. sens: de } P \rightarrow Q \\ \text{. intensité } V_1 = V_R = \frac{2.e.B.R'}{m} = \frac{2.e.B.SR}{m} = 6,02.10^5\ m.s^{-1} \end{cases}$ avec $R' = SR = 5cm$

$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{r}\vec{n}$

2.2 Caractéristiques de $\overrightarrow{V_R}$

$\overrightarrow{V_R}\left|\begin{array}{l} .\ direction : selon\ la\ droite\ (QR) \\ .\ sens : de\ R\ vers\ le\ bas \\ .\ intensité\ V_R = V_1 = 6{,}02.10^5\ m.s^{-1} \end{array}\right.$

2.3 Tension U pour obtenir V_1

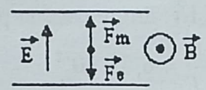
$$\Delta E_C = \frac{1}{2}mV_1^2 = qU = 2eU \Rightarrow U = \frac{mV_1^2}{4e} \quad AN:\ U = 3759{,}9V$$

EXERCICE 64

1/ Expressions de $\overrightarrow{F_e}$ et $\overrightarrow{F_m}$

$\overrightarrow{F_e} = q.\vec{E}$ et $\overrightarrow{F_m} = q.\vec{V}\wedge\vec{B}$

2/ a/ Représentation de $\overrightarrow{F_e}$, $\overrightarrow{F_m}$ et de $\vec{E}$



Particule non dévié donc

$\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_m} = \vec{0}$; $q\langle 0$ donc $\overrightarrow{F_e}$ et $\vec{E}$ de sens opposé

b/ Calcul de V_0

$$\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_m} = \vec{0} \Rightarrow F_m = F_e \text{ soit } q.E = q.V_0.B \Rightarrow V_0 = \frac{E}{B}$$

A.N : $V_0 = 5000\ m.s^{-1}$

3/ a/ Démonstration

Système : ions

R.T.S. Galiléen

Bilan des forces : $\overrightarrow{F_m}$

$$\left\{\begin{array}{l} \vec{a} = \frac{q\vec{V}\wedge\vec{B}}{m} \\ \vec{a} = \frac{v^2}{r}\vec{n} \end{array}\right. \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} a = \frac{qVB}{m} \\ a = \frac{v^2}{r} \end{array}\right.$$

T.C.I : $\overrightarrow{Fm} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{V}\wedge\overrightarrow{B'}}{m}$

Selon cette expression :

$\vec{a}\perp\vec{V}$ donc $\vec{a} = \overrightarrow{a_n}$ d'où $a = a_n$ c-à-d $\frac{|q|V_0.B'}{m} = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m.V_0}{|q|.B'}$

Donc $R_1 = \frac{m_1.V_0}{|q|.B'}$ et $R_2 = \frac{m_2.V_0}{|q|.B'}$

b/ Valeurs de $\frac{m_1}{|q|}$ et $\frac{m_2}{|q|}$

$R_1 = \frac{m_1.V_0}{|q|.B'} \Rightarrow \frac{m_1}{|q|} = \frac{R_1.B'}{V_0}$; $AN: \frac{m_1}{|q|} = 3{,}65.10^{-7}\ kg.C^{-1}$

$\frac{m_2}{|q|} = \frac{R_2.B'}{V_0}$ $AN: \frac{m_2}{|q|} = 3{,}85.10^{-7}\ kg.C^{-1}$

c/ Calcul et identification des ions

$$m_1 = \frac{R_1.B'.|q|}{V_0} = 5{,}84.10^{-25}\ kg \quad et \quad m_2 = \frac{R_2.B'.|q|}{V_0} = 6{,}18.10^{-26}\ kg$$

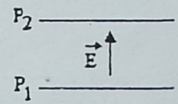
Calcul de A_1 et A_2

$m_1 = A_1.u \Rightarrow A_1 = \frac{m_1}{u}$ et $A_2 = \frac{m_2}{u}$ A.N : $A_1 = 35$ et $A_2 = 37$

Les ions du spectromètre sont ${}^{35}_{17}Cl^-$ et ${}^{37}_{17}Cl^-$

EXERCICE 65

1/ a/ Représentation



b/ Signe de U

$\vec{E}$ est orienté suivant le potentiel décroissant donc $V_{P1} > V_{P2}$ d'où $V_{P1} - V_{P2} = U > 0$

c/ Expressions de V_1 et V_2

bilan des forces : force électrostatique $\overrightarrow{F_e}$

T.E.C : $Ec_f - Ec_i = q(V_{P1} - V_{P2}) = q.U \Rightarrow \frac{1}{2}m.V_f^2 = q.U$

donc pour ${}^{A}K^+ : V_1 = \sqrt{\frac{2q.U}{m_1}}$ et pour ${}^{A2}K^+ : V_2 = \sqrt{\frac{2q.U}{m_2}}$

2/ a/ Sens de $\vec{B}$

La règle du bonhomme d'ampère est tel que le trièdre $(q\vec{V};\vec{B};\vec{F})$ est direct. $\vec{B}$ est don sortant.

b/ Nature du mouvement et expressions des rayons

*Système : ions

R.T.S. Galiléen

Bilan des forces : $\overrightarrow{F_m}$

T.C.I : $\overrightarrow{Fm} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{V}\wedge\vec{B}}{m}$

$\forall t, \overrightarrow{F_m}\perp\vec{V}$ donc la puissance $P(\overrightarrow{F_m}) = \vec{F}.\vec{V} = 0$ donc $W(\vec{F}) = 0$

$\Delta Ec = W(\vec{F}) = 0 \Rightarrow V = cste.$

Le mvt est donc uniforme.

$^*\vec{a}\perp\vec{V}$ *donc* $\vec{a}=\vec{a}_n$ *d'où* $a=a_n$ *c-à-d* $\frac{|q|V.B}{m}=\frac{V^2}{R} \Rightarrow R=\frac{mV}{|q|.B}$

R est constant donc la trajectoire est un cercle
Le mouvement est circulaire uniforme.

$R_1^2=\frac{m_1^2V_1^2}{q^2.B^2}$ *avec* $V_1^2=\frac{2qU}{m_1}$ *soit* $R_1^2=\frac{m_1^2}{q^2.B^2}.\frac{2qU}{m_1}$; $R_1=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m_1U}{q}}$; *aussi* $R_2=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m_2U}{q}}$

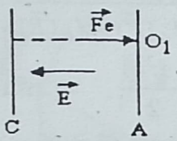
3/ Calcul de A_2

$\frac{A_2}{A_1}=\frac{m_2}{m_1} \Rightarrow A_2=A_1.\frac{m_2}{m_1}$; or $R_1^2=\frac{2m_1U}{q.B^2}$ et $R_2^2=\frac{2.m_2.U}{q.B^2} \Rightarrow \frac{R_2^2}{R_1^2}=\frac{m_2}{m_1}$

$A_2=A_1.\frac{R_2^2}{R_1^2}=A_1.(\frac{O_2T_2}{O_2T_1})^2$; A.N : A_2 = 42.

EXERCICE 66

1/ Représentation de $\vec{F}$ et $\vec{E}$



Déplacement de C vers A donc $\vec{F_e}$ dirigé de C vers A.

Or q < 0 donc $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sens opposés.

2/ Expression de V_1

Système : ion X^{2-}
R.T.S. Galiléen

Bilan des forces : $\vec{F_e}$ (force électrique)

T.E.C :

$\frac{1}{2}mV_{O_1}^2-\underbrace{\frac{1}{2}mV_O^2}_{0}=q(V_C-V_A) \Rightarrow \frac{1}{2}mV_1^2=-qU_0 \Rightarrow V_1=\sqrt{\frac{-2qU_0}{m}}$ or $q=-2e \Rightarrow V_1=\sqrt{\frac{4eU_0}{m}}$

3/ a/ Sens de $\vec{B}$

$\vec{B}$ doit être rentrant ($\otimes\vec{B}$) pour que les ions soient déviés vers I.

b/ Relation liant R à B, V_1, e et m

Mouvement circulaire uniforme ; donc a = a_n

$\frac{|q|V_1B}{m}=\frac{V_1^2}{R} \Rightarrow R=\frac{mV_1}{|q|B}=\frac{mV_1}{2eB}$

c/ Expression de L

L = O_1I ⇒ 2.R = O_1I ⇔ $2\frac{mV_1}{2eB}=L$ *soit* $L=\frac{mV_1}{eB}$

4/ a/ Expression de e/m

$L=\frac{mV_1}{eB} \Rightarrow \frac{e}{m}=\frac{V_1}{LB}$

b/ Calcul de la masse m et de la masse molaire M

$\frac{e}{m}=\frac{V_1}{LB} \Rightarrow e=\frac{mV_1}{LB}=\frac{m}{LB}\sqrt{\frac{4eU_0}{m}}$ et $e^2=\frac{m^2}{L^2B^2}\frac{4eU_0}{m}=\frac{4eU_0m}{L^2B^2} \Rightarrow m=\frac{eL^2B^2}{4U_0}$

AN : m = 2.65.10^{-26} kg ou 2.65.10^{-23} g.

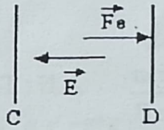
Calcul de M : $m=\frac{M}{N} \Rightarrow M=m.N$ $AN: M=16\,g.mol^{-1}$

c/ Identification des ions

L'ion X^{2-} correspond à l'ion O^{2-}.

EXERCICE 67

1/ a/ Sens de $\vec{E}$ et signe de U



$\vec{E}$ décroît les potentiels donc

$V_C - V_D < 0$ et $U_{DC} = V_D - V_C > 0$

b/ Expression de V_1 et V_2

T.E.C : $\frac{1}{2}mV_0^2=-qU$ *avec* $q=-2e \Rightarrow V_0=\sqrt{\frac{4eU}{m}}$

soit $V_1=\sqrt{\frac{4eU}{m_1}}$ *et* $V_2=\sqrt{\frac{4eU}{m_2}}$

$\frac{V_1}{V_2}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}=\sqrt{\frac{y.u}{x.u}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\sqrt{\frac{y}{x}}$

2/ a/ Sens du champ $\vec{B}$

$\vec{B}$ est rentrant ($\otimes\vec{B}$)

b/ Détermination du rapport R_1/R_2

$R_1=\frac{m_1.V_1}{2e.B}$ *et* $R_2=\frac{m_2.V_2}{2e.B}$; $\frac{R_1}{R_2}=\frac{m_1.V_1}{m_2.V_2}=\frac{m_1}{m_2}\sqrt{\frac{y}{x}}$; $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2=(\frac{x.u}{y.u})^2.\frac{y}{x}=\frac{x}{y}$

$\frac{R_1}{R_2}=\sqrt{\frac{x}{y}}$. $\frac{R_1}{R_2}\langle 1$ *donc* $R_1\langle R_2$; $^xO^{2-}$ *décrit* $\widehat{OM}$ *et* $^yO^{2-}$ *décrit* $\widehat{ON}$

c/ Détermination de x et y

$k=\frac{2e}{x.u} \Rightarrow x=\frac{2e}{k.u}$. A.N : x = 16Calcul de y

$\frac{R_1}{R_2}=\sqrt{\frac{x}{y}}$; $\frac{OM}{ON}=\sqrt{\frac{x}{y}}$ *et* $(\frac{OM}{ON})^2=\frac{x}{y} \Rightarrow y=x.(\frac{ON}{OM})^2$ *or* $OM=ON-MN$ *donc* $y=x.(\frac{ON}{ON-MN})^2$

A.N : y = 18