

LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9

FORCE MAGNETIQUE, MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS B UNIFORME

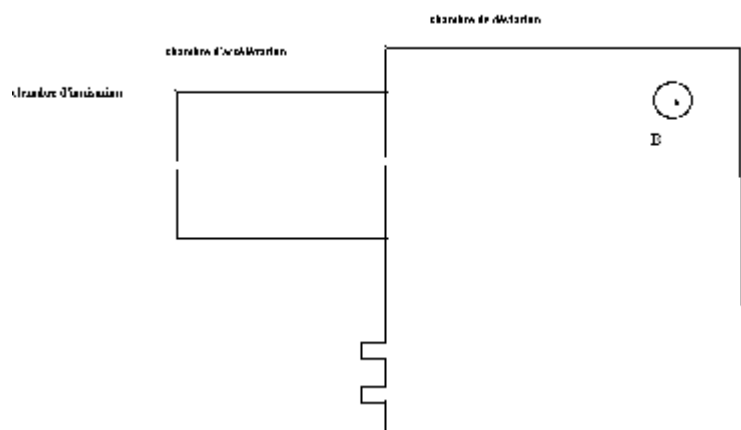
Déflexion magnétique- Filtre de vitesse

EXERCICE N°1

Dans tout le problème, on supposera que le poids des ions est négligeable. Des atomes de lithium sont soumis, dans une chambre d'ionisation, à des chocs de particules.

Il se forme des ions ${}^6_3\text{Li}^+$.

Après avoir été accélérés par une tension $u = 2,10^3 \text{ V}$, les ions pénètrent en un point dans la chambre de séparation magnétique. Ils se trouvent soumis à un champ magnétique uniforme représenté par le vecteur **B**, perpendiculaire au vecteur vitesse initiale des ions en S.



1-) Montrer que le mouvement des ions est à vitesse constante dans la chambre de séparation.

2-)

a) Montrer que la trajectoire est circulaire, et est située dans un plan que l'on précisera. Donner l'expression littérale du rayon R.

b) Calculer R dans le cas des ions ${}^6_3\text{Li}^+$. On donne $B = 2.10^{-2} \text{ T}$.

3-) On réalité, on observe deux trajectoires demi circulaires distinctes, car le lithium est formé de deux isotopes donnant des ions de même charge q, mais dont es masses dont différentes ;

m étant la masse de l'ion ${}^6_3\text{Li}^+$, on désignera par m' la masse de l'ion ${}^x_3\text{Li}^+$.

Les rayons des trajectoires sont respectivement R et R'.

a) Montrer que le rapport $\frac{R'}{R}$ ne dépend que des masses m et m' des deux types d'ions.

b) SA étant le diamètre de la trajectoire des ions ${}^6_3\text{Li}^+$, SD celui de la trajectoire des ions ${}^x_3\text{Li}^+$,

on demande de calculer m' et x. On donne $SD = 1,69m$.

c) On utilise un autre procédé pour séparer les ions ${}^6_3\text{Li}^+$ et ${}^x_3\text{Li}^+$.

Les ions sont d'abord accélérés par la tension $U = 2.10^3 \text{ V}$. Arrivés en S, ils pénètrent dans la chambre de séparation. Ils sont alors soumis à l'action simultanée de deux champs : d'une part le champ magnétique B, et d'autre part un champ électrostatique représenté par le vecteur

E perpendiculaire au vecteur vitesse initiale des ions.

d) Montrer que si l'on choisit convenablement la norme de E, seuls les ions ${}^6_3\text{Li}^+$ ne seront pas déviés. Calculer alors cette valeur E_0 .

Quelle valeur E_0' faudrait-il donner au champ électrostatique pour que seuls les ions ${}^x_3\text{Li}^+$

LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9

ne soient pas déviés

EXERCICE N°2 Abondances relatives du carbone 12 et du carbone 13

La teneur en carbone 14 étant très faible dans le carbone naturel, on se propose de déterminer l'abondance isotopique en carbone 12 et en carbone 13 du dioxyde de carbone provenant de la combustion complète d'un échantillon organique par la méthode de la spectrométrie de masse.

Dans le spectromètre de masse schématisé ci-dessous, le dioxyde de carbone est introduit dans la chambre

d'ionisation (I) qui produit des ions $^{12}\text{CO}^+$ de masse m_1 et des ions $^{13}\text{CO}^+$ de masse m_2 .

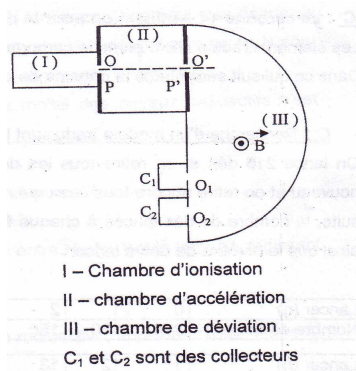
1-) Accélération des ions

Les ions $^{12}\text{CO}^+$ et $^{13}\text{CO}^+$ produits par la chambre d'ionisation pénètrent en O dans la chambre d'accélération (II) où ils accélérés par une tension $U = V_P - V_{P'}$ établie entre deux plaques P et P'. On se placera dans le référentiel terrestre supposé galiléen et on négligera dans toute la suite l'action de la pesanteur.

1-1) La vitesse des ions en O est supposée négligeable, exprimer la vitesse VO d'un de masse m et de charge q à la sortie O' de chambre d'accélération en fonction de U, m et q.

1-2) Montrer qu'en O' les vitesses respectives V_{01} et V_{02} des ions $^{12}\text{CO}^+$ et $^{13}\text{CO}^+$ vérifient la relation $m_1 V_{01}^2 = m_2 V_{02}^2$.

1-3) Calculer ses vitesses.



Données : $m_1 = 7,31 \cdot 10^{-26} \text{kg}$; $m_2 = 7,47 \cdot 10^{-26} \text{kg}$; $U = 4 \cdot 10^3 \text{ V}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

2-) Déviation des ions

Les ions $^{12}\text{CO}^+$ et $^{13}\text{CO}^+$ pénètrent en O' dans la chambre d'accélération de déviation (III) où règne un champ magnétique B orthogonal au plan de la figure.

2-1) Montrer qu'ils sont alimentés d'un mouvement circulaire uniforme. Exprimer la distance Di en fonction de O' et l'entrée Oi du collecteur Ci en fonction de e, U, B et m.

Calculer Di pour chaque ion. On donne : $B = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{T}$.

2-2) La vitesse de l'ion à la sortie O de la chambre d'ionisation (I) peut être faible et non nulle.

A l'entrée O' de la chambre d'ionisation (II), la vitesse de l'ion varie entre v_0 et $v = v_0(1+\epsilon)$ avec ϵ très faible devant l'unité.

2-2-1) Exprimer en fonction de Di et ϵ la largeur minimale li de la fente du collecteur recevant l'ion.

2-2-2) pour $\epsilon = 5 \cdot 10^{-3}$ calculer la largeur minimale de la fente de chaque collecteur recevant l'ion.

2-2-3) En déduire les distances minimale et maximale entre les points d'entrée dans les collecteurs des ions

$^{12}\text{CO}^+$ et $^{13}\text{CO}^+$.

3-) les collecteurs C₁ et C₂ sont munis de détecteurs de charge.

Pendant une durée donnée, les quantités d'électricité reçues par les collecteurs C₁ et C₂ sont respectivement 1,08μC et 96,21μC. Déterminer la composition isotopique de l'échantillon analysé.

LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9

LAPLACE -INDUCTION- AUTO INDUCTION

EXERCICE N°1

Soit un solénoïde d'inductance $L = 0.005 \text{ H}$ et de résistance $r = 2 \Omega$

1-a) Donner la définition de l'inductance

b) calculer la valeur du flux propre a travers cet solénoïde quand il est parcouru par un courant d'intensité $I_{AB} = 0.2 \text{ A}$

c) calculer l'énergie emmagasinée dans cet solénoïde

2- Cet solénoïde est parcouru par un courant dont l'intensité varie avec le temps comme l'indique la figure 1

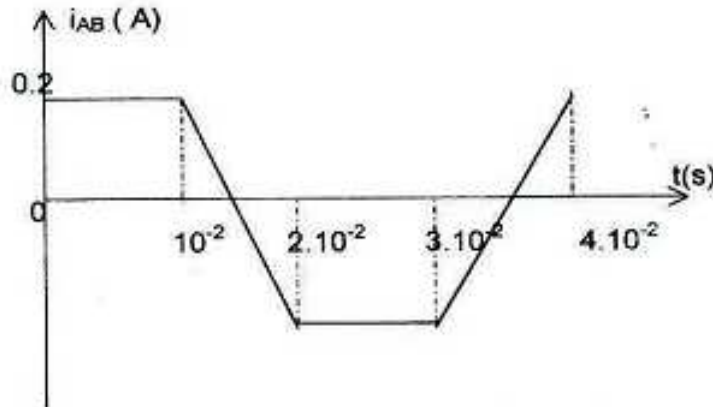
a- pour quels intervalles de temps y a-t-il variation du flux propre a travers le solénoïde en se limitant à des instants tels que

$$0 \leq t \leq 4.10^{-2} \text{ s}$$

b- calculer cette variation dans chaque cas.

c- En déduire qu'il existe une force électromotrice d'auto induction \mathcal{E} dans le solénoïde dans certains intervalles de temps que l'on précisera. La calculer dans chaque cas.

d- Donner l'expression littérale de la tension U_{AB} aux bornes de la bobine puis représenter graphiquement cette tension en fonction du temps.



3) on réalise un circuit électrique comportant en série un générateur , interrupteur, une lampe et le solénoïde.

Lorsqu'on ferme l'interrupteur on remarque que la lampe s'allume après un petit retard.

a) donner le schéma du circuit

b) interpréter le phénomène observé

LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9

EXERCICE N°2

Un solénoïde comprend $N = 1000$ spires réparties régulièrement sur une longueur $d = 30$ cm, la surface de chaque spire est $S = 10$ cm².

- 1) Les bornes A et B de ce solénoïde de résistance 5Ω sont branchées aux bornes d'un générateur de courant continu d'intensité $i = 4$ A. préciser les caractéristiques du vecteur B_1 crée par le solénoïde au point O. reproduire la figure (1) et représenter B_1
- 2) On introduit à l'intérieur du solénoïde une bobine plate (b) comportant $N' = 50$ spires dont la surface de chacune est $S' = 5$ cm². l'axe du solénoïde est perpendiculaire au plan de la bobine. On relie ses bornes C et D à un galvanomètre G.
 - a) Représenter sur un schéma le vecteur surface de la bobine (b)
 - b) Donner l'expression du flux d'induction à l'intérieur de la bobine (b) en fonction de N, N', i, S' et d .
 - c) Le courant dans le solénoïde décroît selon la loi $i = 4 - 2t$ sur l'intervalle $[0 ; 2s]$
 - c.1- Expliquer l'apparition du courant induit dans la bobine.
 - c.2- Calculer la f.e.m. induite en déduire le sens du courant induit dans la bobine plate.
 - c.3- Sachant que la résistance de la bobine est $r = 5$ calculer l'intensité du courant induit dans la bobine.

EXERCICE N°3

Un solénoïde (S) d'axe X'X horizontal comporte $N = 500$ spires. Sa longueur est $\ell = 0.5$ m. La surface de chaque spire est $S = 100$ cm². Sa résistance est $R = 20\Omega$. (S) est traversé par un courant $I = 2$ A dans le sens indiqué sur la figure 1



Fig.1

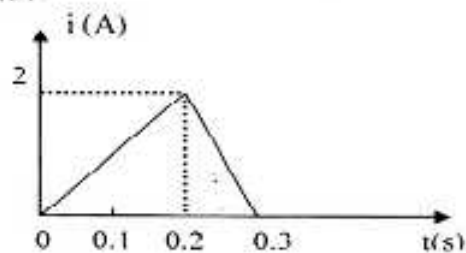


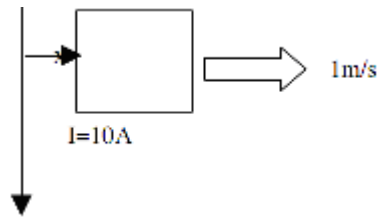
Fig.2

- 1) Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique crée par I à l'intérieur de (S)
- 2) Calculer le flux propre à travers (S).
- 3) En déduire l'inductance L du solénoïde et l'énergie emmagasinée dans (S) ?
- 4) Le solénoïde est maintenant parcouru par un courant i dont l'intensité varie au cours du temps comme l'indique la figure 2.
 - a) Donner l'expression de $i = f(t)$ dans chacun des intervalles $[0s ; 0.2s]$ et $[0.2s ; 0.3s]$
 - b) Calculer le f.e.m. d'auto-induction qui apparaît dans le solénoïde.
 - c) Donner l'expression de la d.d.p U_{AB} aux bornes de (S) en fonction du temps.

EXERCICE N°4

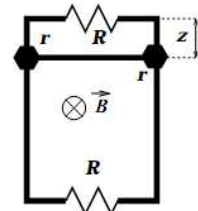
Une boucle carrée de $a = 20$ cm de côté, de résistance interne 2Ω , est initialement placée parallèlement à $x_0 = 10$ cm d'un fil fixe, infiniment long, parcouru par un courant continu de $i = 10$ A. On l'éloigne, perpendiculairement au fil, à vitesse constante de 1 m/s. Calculez, en fonction du temps, la fem induite puis le courant induit dans le fil. Indiquez sur la figure le sens de parcours du courant induit en justifiant par la méthode de votre choix. Calculez la puissance dissipée par celui qui éloigne le cadre.

LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9



EXERCICE N°5

Un barreau de cuivre de résistance négligeable est fixé à deux barreaux verticaux (également de résistances négligeables) par des roulements à bille, de frottements négligeables, et de résistance $r = 5 \Omega$. Le circuit est fermé, en haut et en bas, par deux résistances de valeur $R = 10 \Omega$.



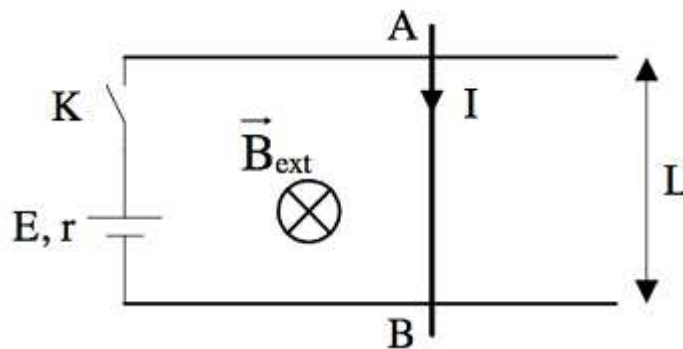
Le barreau tombe sous l'action de la gravité. On donne sa masse $M = 5 \text{ kg}$, sa longueur $L = 1 \text{ m}$, on prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$. Si le barreau tombe dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire au plan des barreaux et de norme 1 T , au bout d'un temps suffisamment long il atteindra une vitesse limite v .

- Quelle sera la valeur de v ?
- Quelle sera alors la valeur du courant induit parcourant le barreau ?
- Quelle sera la valeur de la f.é.m. aux bornes des roulements à bille ?
- Quelle sera la valeur de la force magnétique qui s'oppose au mouvement ?

EXERCICE N°6

On considère deux rails conducteurs horizontaux et parallèles distants de L , une barre AB de résistance électrique R pouvant déplacer sans frottement sur les rails, une source continue de tension de force électromotrice E de résistance interne r et un interrupteur K , l'ensemble formant un circuit série. B_{ext} est un champ magnétique extérieur supposé uniforme créé par un aimant en U non représenté.

À l'instant $t=0$, on ferme l'interrupteur.



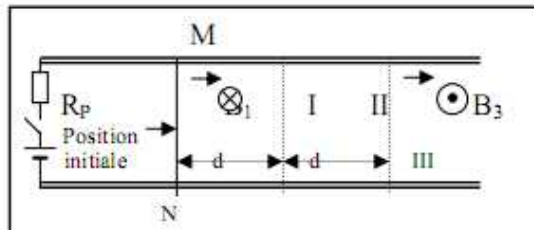
- Calculer I_0 , le courant circulant dans le circuit à l'instant $t=0$.
- Déterminer les caractéristiques (module, direction et sens) de la force de Laplace F_{AB} s'appliquant sur la barre AB . La représenter sur une figure.
- Sous l'effet de la force de Laplace F_{AB} , la barre est mise en mouvement. A l'instant t , celle-ci se déplace à la vitesse $v(t)$.
- Déterminer le champ électromoteur E_m . Représenter le sur la figure.
- En déduire la fem (force électromotrice) induite e en fonction de B , L et $v(t)$.
En déduire le courant $I(t)$ dans le circuit, et la F_{AB} chacune en fonction de E , B , R , r , L et $v(t)$
- En fin d'accélération, la barre atteint une vitesse limite v_{max} .
Que vaut alors F_{AB} ? En déduire I et v_{max} .

LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9

A.N. $E=6V$, $r=R=1\Omega$, $B_{ext}=1,5T$ et $L=20cm$.

EXERCICE N°7

1°/- Un circuit électrique est composé d'un générateur, d'un interrupteur, de deux rails métalliques horizontaux et parallèles, d'une résistance de protection R_p et d'un barreau métallique mobile MN horizontal de masse m , pouvant glisser sans frottement en restant perpendiculaire aux rails (figure ci-dessous).



Le barreau MN étant immobile dans sa position initiale, on ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$.

- faire l'inventaire des forces, exercées sur MN et donner leurs caractéristiques.
- Exprimer le vecteur accélération a_1 pris par le barreau lors de son mouvement dans la région I. Application numérique. $I = 5A$; $B_1 = 6.10^{-3}T$; $m = 50 g$; $MN = 10cm$.
- Déterminer la vitesse du barreau à sa sortie de la région I : $d_1 = 5 cm$.

2°/- Le barreau traverse une région II où le champ magnétique B_2 est nul.

Quelque est la nature de son mouvement ? Calculer le temps mis pour la traverser.

3°/- Le barreau entre alors dans la région III et subit l'action d'un champ magnétique d'intensité, $B_3 = 6.10^{-3}T$. ($d_2 = 10 cm$).

- Quel est le vecteur accélération a_3 du barreau.
- A quelle date le barreau repasse -t-il par sa position initiale (I)?

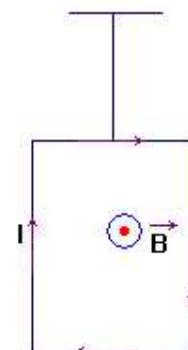
EXERCICE N°8

Action de forces électromagnétiques sur un cadre

Un cadre rectangulaire a pour côtés $a = 10 cm$ et $b = 5 cm$. Il comporte $N = 10$ spires. Sa masse est $m = 10 g$. Il est accroché a un ressort de masse négligeable par le milieu du petit côté. La raideur du ressort est $k = 50 N.m^{-1}$.

1) Le cadre est entièrement plongé dans un champ magnétique \vec{B} uniforme, \vec{B} est perpendiculaire au plan du cadre et d'intensité $B = 2.10^{-3} T$. On fait circuler dans le cadre un courant d'intensité $I = 5 A$.

- Représenter les forces qui s'exercent sur les différents côtés du cadre.
 - Déterminer l'allongement du ressort.
- 2) Le cadre est maintenant plongé partiellement dans le champ : seul le côté inférieur et la moitié des côtés verticaux sont plongés dans le champ.
- Représenter les forces électromagnétiques qui s'exercent sur les différents côtés du cadre.
 - Trouver le nouvel allongement du ressort.



LYCEE DE MECKHE	TERMINALE S ₁	ANNEE SCOLAIRE 09/10
JOOBPC	TD PHYSIQUE	CHAPITRES 6,7,8,9

EXERCICE N° 9

Une bobine circulaire EF comportant $N=20$ spires de surface $S = 6 \text{ cm}^2$ est placée à l'intérieur d'un solénoïde CD comportant $n = 1000$ spires par mètre. Leurs axes sont parallèles (figure 2)

Le solénoïde est associé en série à une résistance $R=5\Omega$ dans un circuit alimenté par source de tension

1-a- Indiquer le sens et la direction du vecteur champ magnétique \vec{B} à l'intérieur du solénoïde quand une tension U_{AC} positive est appliquée aux bornes de la résistance

b- Exprimer la valeur de B en fonction de U_{AC} , n et R

c- Exprimer le flux magnétique Φ de B à travers la bobine en fonction de U_{AC} , n , N et R

d- U_{AC} est une tension continue de valeur $= 20V$, calculer la valeur de B et la valeur du flux Φ

2- Le circuit AD est maintenant alimenté par une autre source de tension telle que la variation de la tension U_{AC} est donné par la figure 3

a - Trouver l'expression de U_{AC} sur les intervalles $[0 \text{ s}, 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}]$ et $[2 \cdot 10^{-3} \text{ s}, 3 \cdot 10^{-3} \text{ s}]$

a- Trouver la valeur de la tension U_{FE} aux bornes de la bobine sur ces intervalles.

b- Représenter graphiquement cette tension.

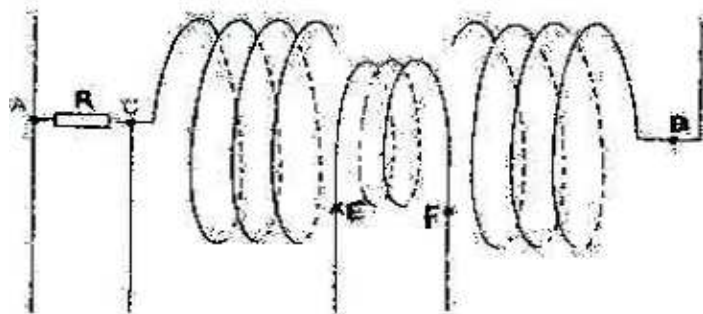


Fig 2

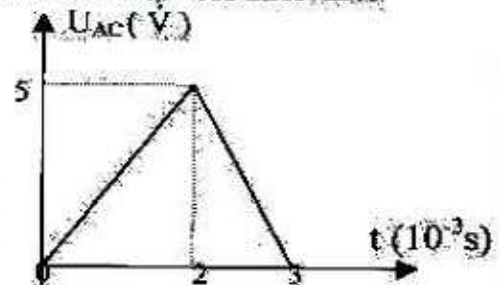


Figure 3