

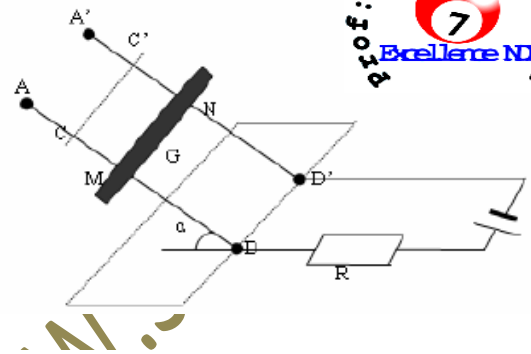
Exercice 1

Deux rails parallèles AD et A'D', distants de 12 cm, sont disposés selon des lignes de plus grande pente d'un plan faisant un angle $\alpha = 8^\circ$ avec le plan horizontal. Les deux rails sont reliés à un générateur électrique ; et le circuit est fermé par une tige T de masse $m = 32$ g qui peut glisser sans frottement en M et en N sur les rails en restant horizontale. Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité $I = 2$ A (indépendant de la position de la tige).

- Un champ magnétique uniforme et vertical s'exerce sur la tige
 - Représenter les trois forces qui s'exercent sur la barre MN.
 - Déterminer le sens et la norme du vecteur champ magnétique \vec{B} pour que la tige reste immobile ($g = 10$ m/s²).

2. On supprime instantanément le champ magnétique à une date $t = 0$. Indiquer la nature du mouvement du centre d'inertie G de la tige (situé au milieu de MN). Préciser son équation horaire jusqu'aux extrémités D et D' des rails, supposés situées dans un même plan horizontal. Calculer sa vitesse à ce moment si, à l'instant initial, elle occupe la position CC' telle que $CD = 15$ cm.

3. En réalité, la vitesse de G est 0,60 m/s. Expliquer les raisons de la différence avec la valeur calculée précédemment.



WWW.SIDELLEPC.COM

prof: Mohamed/Sidelle
7
Excellence NDB

Exercice 2

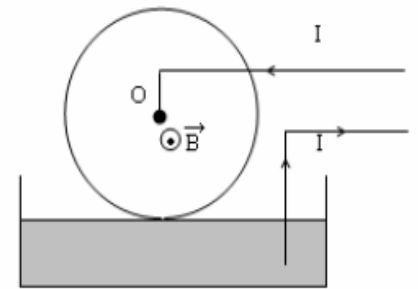
Une roue de rayon R plonge légèrement par sa partie inférieure dans du mercure. Elle est plongée entièrement dans un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire à son plan.

On « lance » dans la roue (voir figure ci-contre) un courant d'intensité I.

Le courant arrive par l'axe O et sort par le mercure : on constate que la roue tourne.

- Expliquer. Préciser le sens de rotation sur une figure très claire. La roue atteint au bout d'un certain temps une vitesse constante de 90 tours/min.
- Calculer le moment du couple dû aux forces résistantes.
- Calculer la puissance de la force électromagnétique qui s'exerce sur la roue.
- On coupe le courant. Au bout de combien de temps la roue s'immobilise-t-elle si les forces résistantes demeurent constantes ?

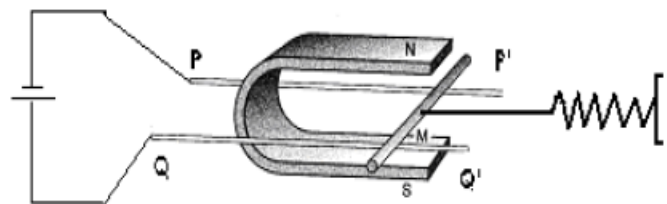
On donne : $R = 5$ cm ; $I = 5$ A ; $B = 0,02$ T ; masse de la roue $m = 20$ g



Exercice 3

Soit une tige métallique MN, homogène, de masse m, pouvant glisser sans frottement sur deux rails métalliques, parallèles et horizontaux, PP' et QQ'.

La distance entre les rails est l . Les extrémités P et Q sont reliées aux bornes d'un générateur de f.é.m. $E = 10$ V et de résistance $R = 0,5$ Ω .



WWW.SIDELLEPC.COM

Les résistances électriques des rails, de la tige MN et des contacts en M et N entre la tige et les rails sont négligeables par rapport à R. Le milieu G de la tige est lié à l'extrémité isolée électriquement d'un ressort, de masse négligeable, à spires non jointives, de raideur $k = 6,25$ N.m⁻¹ ; l'autre extrémité A est fixée à un support fixe.

- Calculer l'intensité I du courant qui traverse la tige.
- Calculer la variation de longueur b du ressort.

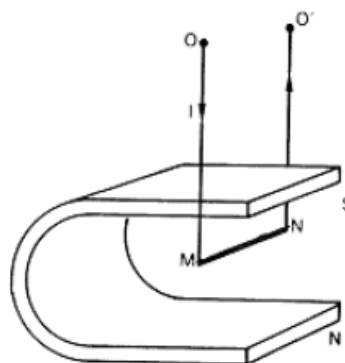
prof: Mohamed/Sidelle
7
Excellence NDB

Exercice 4

Données : $MN = 5,0 \text{ cm}$; $B = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ T}$; largeur de l'entrefer : $b = 3 \text{ cm}$.

Une barre de cuivre MN de masse $m = 10,0 \text{ g}$ est maintenue par deux fils conducteurs de même longueur OM et $O'N$ et de masse négligeable.

La barre est lancée dans l'entrefer d'un aimant en U qui crée un champ magnétique uniforme vertical \vec{B} . On admet que la région du champ est limitée à la largeur de l'entrefer.



- 1) Quelles sont les caractéristiques, de la force qui s'exerce sur MN lorsqu'elle est parcourue par un courant d'intensité $I = 15 \text{ A}$?
- 2) Montrer que le cadre s'écarte de sa position d'équilibre initiale.
- 3) Déterminer l'angle α que font les côtés OM et $O'N$ avec la verticale lorsque le cadre se trouve dans sa nouvelle position d'équilibre.

Exercice 5

Un conducteur indéformable $AMNC$ est composé de trois parties rectilignes de même section formant trois côté d'un rectangle. Il est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal (D) passant par A et C . Des fils conducteurs et souples relient a et C aux bornes d'un générateur. Le courant circule de A vers C .

- 1) $I = 0$: le cadre est en équilibre sous l'action de son poids et de la réaction de l'axe. Quelle est la position d'équilibre de la tige ?
- 2) I non nul : en étudiant les forces de Laplace sur les trois côtés du cadre dans un champ magnétique uniforme \vec{B} , indiquer dans lequel des trois cas suivants le cadre quitte sa position d'équilibre initial.



- a) \vec{B} est parallèle à MN , de même sens que le courant dans MN .
- b) \vec{B} est perpendiculaire au plan vertical contenant l'axe et dirigé de l'arrière vers l'avant.
- c) \vec{B} est vertical, sens de bas en haut.

Dans le cas où le cadre prend une nouvelle position d'équilibre écartée du plan vertical d'un angle α , déterminer les caractéristiques de la force magnétique appliquée sur chacun des trois côtés.

Faites l'inventaire de toutes les forces appliquées au cadre. Ecrire que la somme algébrique des moments de ces forces par rapport à l'axe d est nulle ; En déduire α .

Données : $AM = CN = a = 6 \text{ cm}$; $MN = l = 12 \text{ cm}$; $I = 1 \text{ A}$; $B = 0,2 \text{ T}$; $g = 10 \text{ S.I}$; masse linéique du conducteur $\mu = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}$.

Exercice 6

1. Un générateur de courant continu pouvant débiter un courant d'intensité variable, est relié à deux rails horizontaux et parallèles. Une tige AC placée perpendiculairement aux rails glisse sans frottement parallèlement à ceux-ci. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique \vec{B} uniforme normal au plan des rails, dirigé de bas en haut et de norme $B = 0,1 \text{ T}$ (figure 1).

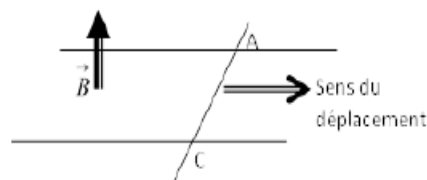
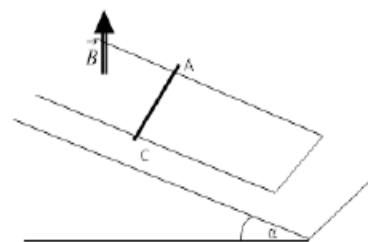


Figure 1

- 1.1. La tige AC se déplace dans le sens indiqué sur la figure 1. Quel est le sens du courant qui traverse la tige.
- 1.2. La tige AC a une longueur $l = 8 \text{ cm}$, l'intensité du courant est $I = 1,5 \text{ A}$; calculer l'intensité de la force de Laplace qui s'exerce sur la tige.
- 1.3. Déterminer le travail effectué par cette force si la tige se déplace sur une



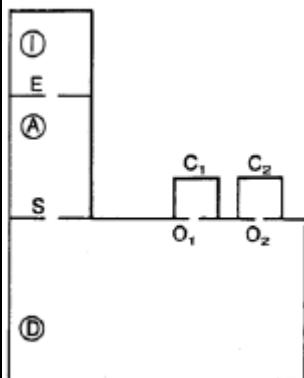
distance $d = 10 \text{ cm}$.

Figure 2

2. On incline les rails d'un angle $\alpha = 10^\circ$ par rapport à l'horizontale (figure 2) et la masse de la tige est prise égale à 20 g ;
- 2.1. Quels seraient le sens et l'intensité du courant I_0 qui maintiendrait la tige immobile ?
- 2.2. Sans modifier le sens, on fait passer un courant d'intensité 5 A ; exprimer l'accélération de la tige en fonction de I , B , l , m , g et α puis calculer sa valeur.
- 2.3. A l'instant $t = 0$, la tige est lancée vers le bas avec une vitesse $V_0 = 0,24 \text{ m.s}^{-1}$, calculer sa vitesse à l'instant $t = 0,5 \text{ s}$ et la distance parcourue depuis son lancement à $t = 0$.

Exercice 7

$|U_0| = 4,00 \cdot 10^3 \text{ V}$; $B = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ T}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



1. Des ions de masse m et de charge $q < 0$ sont produits dans la chambre d'ionisation (I) avec une vitesse pratiquement nulle. Ils entrent en E dans l'enceinte A, sous vide, où ils sont accélérés et ressortent en S. Les orifices E et S sont pratiquement ponctuels, et on note $U_0 = V_E - V_S$ la différence de potentiel accélératrice. La vitesse des ions reste suffisamment faible pour que les lois de la mécanique classique soient applicables. Etablir l'expression littérale de la norme du vecteur vitesse d'un ion à sa sortie en S, en fonction de m , q et U_0 .

2. A leur sortie en S, les ions pénètrent dans une deuxième enceinte sous vide D, dans laquelle règne un champ magnétique uniforme vertical.

2.1. Quel doit être le sens du vecteur champ magnétique pour que les ions puissent atteindre les points O_1 ou O_2 ? Justifier la réponse.

2.2. En S, le vecteur vitesse des ions est perpendiculaire à la droite passant par les points O_2 , O_1 et S. Montrer que la trajectoire d'un ion dans l'enceinte D est plane.

Montrer que la vitesse de l'ion est constante, que la trajectoire est un cercle de rayon R . Déterminer l'expression du rayon R .

3. Le jet d'ions sortant de la chambre d'ionisation est un mélange d'ions $^{79}\text{Br}^-$, de masse $m_1 = 1,3104 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$, et d'ions $^{81}\text{Br}^-$, de masse $m_2 = 1,3436 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$.

3.1. Dans quel collecteur sont reçus les ions de masse m_1 ? Justifier la réponse.

3.2. Calculer la distance entre les entrées O_1 et O_2 des deux collecteurs C_1 et C_2 chargés de récupérer les deux types d'ions.

4. En une minute, les quantités d'électricité reçues respectivement par les collecteurs C_1 et C_2 sont $q_1 = -6,60 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ et $q_2 = -1,95 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Déterminer la composition du mélange d'ions. Justifier votre réponse.

Exercice 8

$D = 40 \text{ cm}$; $l = 1 \text{ cm}$; $d = 10 \text{ cm}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $E = 5 \cdot 10^4 \text{ V.m}^{-1}$.

Dans tout l'exercice, on négligera le poids de l'électron devant les autres forces qui agissent sur lui.

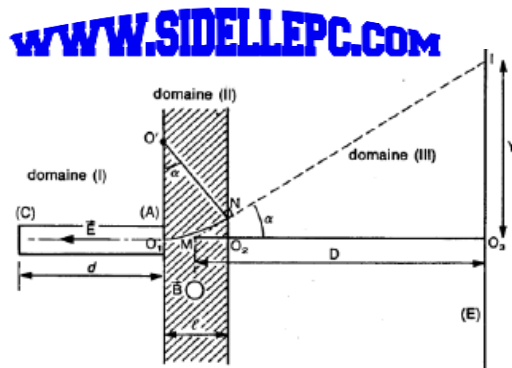
1. Des électrons de masse m et de charge q sont émis sans vitesse initiale par la cathode (C). Ils subissent sur la longueur d , l'action du champ électrique uniforme.

a) Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre la cathode (C) et l'anode (A) ?

b) Que vaut la vitesse v_0 d'un électron au point O_1 ?

2. Arrivés en O_1 , les électrons subissent sur la distance l l'action d'un champ magnétique uniforme B perpendiculaire au plan de la figure (le domaine où règne ce champ B est hachuré). Quel doit être le sens du vecteur B pour que les électrons décrivent l'arc de cercle O_1N ? Justifier la réponse. Etablir l'expression du rayon $R = O_1O_1 = O_1N$ de cet arc de cercle. A.N: Calculer R pour $B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

3. Quelle est la nature du mouvement de l'électron dans le domaine III où n'existe aucun champ ?



4. Le domaine III est limité par un écran (E) sur lequel arrivent les électrons. Exprimer en fonction de m , e , B , D , ℓ et V_0 la déflexion magnétique $O_3I = Y$ subie par un électron à la traversée du système II +III.

La droite IN coupe l'axe O_1O_2 au point M. L'écran E est à la distance D de ce point M. On fera les hypothèses simplificatrices suivantes :

- dans le domaine II de l'espace, on peut confondre la longueur de l'arc avec la longueur $O_1O_2 = \ell$ où règne le champ B - on supposera que la déviation angulaire est faible. Sachant que $Y = 3,35$ cm, retrouver la valeur v_0 de la vitesse de l'électron au point O_1 .

Exercice 9

On se propose de déterminer le nombre de masse de l'un des isotopes du potassium, élément chimique, mélange de deux types d'isotopes : ^{39}K et ^xK . L'isotope ^{39}K est plus abondant. On utilise alors un spectrographe de masse constitué essentiellement de trois compartiments (figure 2). Dans le premier compartiment, les atomes de potassium sont ionisés en cations (^{39}K et ^xK) ; dans le deuxième compartiment, les ions sont accélérés, leurs vitesses initiales étant négligeables et dans le troisième compartiment, les ions sont soumis à l'action d'un champ magnétique ; en fin de course, ils atteignent un écran luminescent.

Données : le mouvement des particules a lieu dans le vide ; le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique. La charge élémentaire est $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$; la tension U établie entre les plaques A et C a pour valeur $U = V_A - V_C = 1,0 \cdot 10^3$ V ; l'intensité du champ magnétique régnant dans la zone 3 est $B = 100$ mT ; la masse d'un nucléon est $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$; la masse de l'ion $^{39}\text{K}^+$ est $m_1 = 39 m_0$, la masse de l'ion $^x\text{K}^+$ est $m_2 = x m_0$.

1. Entre les plaques A et C, les ions sont accélérés par un Champ électrique uniforme. Leur vitesse au point T_1 de la plaque A est supposée nulle.

1.1. Reproduire la figure sur la feuille de copie et représenter la Force électrique s'exerçant sur un ion potassium se trouvant en M.

1.2. Montrer que, arrivés au niveau de la plaque C, en T_2 , tous les ions potassium ont la même énergie cinétique.

1.3. Montrer alors qu'en T_2 , la vitesse de chaque ion $^{39}\text{K}^+$ a pour expression : $v_1 = \sqrt{2eU/39m_0}$. En déduire, sans démonstration, l'expression de la vitesse v_2 des isotopes $^x\text{K}^+$ en T_2 .

2. A partir de T_2 , les ions pénètrent dans la zone 3 avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C. Chaque type d'isotope effectue, dans le plan de la figure, un mouvement circulaire uniforme.

2.1. En un point N de l'une des trajectoires, représenter sur la figure déjà reproduite, la vitesse d'un ion potassium et la force magnétique qui s'exerce sur cet ion.

2.2. Compléter la figure en représentant le sens du champ magnétique régnant dans la zone 3.

2.3. Montrer que le rayon de la trajectoire des ions $^{39}\text{K}^+$ a pour expression $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78m_0U}{e}}$. En déduire l'expression du rayon R_2 de la trajectoire des isotopes $^x\text{K}^+$.

2.4. Déterminer, par calcul, la valeur du rayon R_1 de la trajectoire des ions $^{39}\text{K}^+$.

2.5. Les deux types d'isotopes rencontrent l'écran luminescent en deux points d'impact I_1 et I_2 ; le point d'impact I_1 étant plus lumineux.

2.5.1. Préciser, en justifiant, le point d'impact de chaque type d'isotopes.

2.5.2. Montrer que le rapport des rayons des trajectoires des isotopes du potassium dans la zone 3 est

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$$

2.5.3. La distance entre les points d'impact est $d = 2,5$ cm. Déterminer la valeur du nombre de masse x de

