



République Du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi



Ministère de l'Éducation nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE KAOLACK

30/03/2023

LYCEE VALDIODIO NDIAYE

DEVOIR N° 1 DE SCIENCES PHYSIQUES DU 2nd SEMESTRE

NIVEAU : TERMINALE S1

DUREE : 04 HEURES

EXERCICE 1: (06points)

Si on a l'habitude de voir l'acide chlorhydrique dans le domaine de l'industrie en tant que produit de décapage pour métaux, ou encore un catalyseur, cet ingrédient peut tout autant réaliser des prouesses dans l'univers domestique. L'acide chlorhydrique figure parmi les produits de débouchage naturel très efficace, mais à utiliser avec attention.

1-Préparation de la solution d'acide chlorhydrique

Pour préparer une solution Sa d'acide chlorhydrique, on dissout un volume $V = 336$ mL de chlorure d'hydrogène (HCl), pris à la pression de 1 bar et à la température de 25°C , dans $V_e = 130$ mL d'eau pure. On assimile le chlorure d'hydrogène à un gaz parfait. La dissolution n'entraîne pas de changement de volume.

1.1. Ecrire l'équation de la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau. **(0,5pt)**

1.2. Montrer que la quantité de matière de HCl dissoute vaut $n_a = 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ en déduire la concentration molaire volumique C_a et le pH de la solution Sa. **(1pt)**

2- Dosage de la solution d'acide chlorhydrique

Dans un laboratoire d'un lycée, un groupe d'élèves sous la supervision de leur professeur se propose de vérifier cette concentration C_a de la solution Sa. Pour cela ils disposent des produits suivants :

- une solution Sb d'hydroxyde de calcium de masse volumique $\rho = 2,24$ kg. L^{-1} et de pourcentage massique d'hydroxyde de calcium pur 13,2 %.
- la solution Sa d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique C_a
- de l'eau distillée.

2.1. Montrer que la concentration molaire volumique, C_b de la solution Sb d'hydroxyde de calcium peut s'écrire :

$$C_b = \frac{132\rho}{74} \quad (\rho \text{ étant exprimée en } \text{Kg} \cdot \text{L}^{-1}). \quad \text{(0,5pt)}$$

2.2. Les élèves prélèvent 10 mL de la solution Sb qu'ils diluent pour obtenir une solution Sb' de concentration molaire volumique $C'_b = 0,1$ mol. L^{-1} . Déterminer le volume d'eau distillée nécessaire à la préparation de Sb'. **(0,5pt)**

2.3. Afin de déterminer la concentration C_a de la solution d'acide chlorhydrique, ils dosent 20mL de celle-ci par la solution diluée Sb' d'hydroxyde de calcium en présence d'un indicateur coloré approprié.

2.3.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction. **(0,5pt)**

2.3.2. A l'équivalence, le volume de la solution Sb' d'hydroxyde de calcium utilisé est de 10mL. Définir l'équivalence acido-basique. Calculer la concentration C_a de la solution Sa d'acide chlorhydrique. Conclure. **(0,75pt)**

2.3.3. Evaluer, justification à l'appui, le pH du mélange à l'équivalence. **(0,25pt)**

2.3.4. Les élèves auraient pu effectuer un dosage pH-métrique au lieu du dosage colorimétrique. Donner l'allure de la courbe qu'ils obtiendraient en précisant les points remarquables. **(0,5pt)**

3- Mélange acide -base

A 25°C , on mélange 20 mL de la solution Sa avec 15mL de solution S'b.

3.1. Déterminer le pH de la solution finale. **(0,5pt)**

3.2 Calculer les concentrations molaires des différentes espèces en solution. **(1pt)**

Données : 1 bar = 10^5 Pa ; constante des gaz parfaits $R = 8,31$ SI ; produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 10^{-14}$.

Masses molaires atomiques en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: $M(\text{Ca}) = 40$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{H}) = 1$

EXERCICE 2 : (04,5points)

On dispose parallèlement au plan méridien magnétique le plan d'une bobine plate, l'axe de la bobine est perpendiculaire la direction de la composante horizontale du champ magnétique terrestre. Au centre C de cette bobine, une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical se déplace devant un cadran horizontal gradué en degrés. En l'absence de courant dans la bobine, l'aiguille s'oriente suivant la direction de \vec{B}_h en face de la graduation zéro. (Voir figure 5)

1. Lorsque la bobine est parcourue par un courant, elle crée en son centre un champ magnétique perpendiculaire au plan de la bobine: On observe alors une déviation de l'aiguille aimantée qui s'immobilise devant la graduation α .

1.1 Représenter, vue de dessus, cette expérience par un schéma où figureront la bobine, le sens du courant, les vecteurs champs magnétiques \vec{B}_h et \vec{B} , l'aiguille aimantée l'angle α . (0,5pt)

1.2 Exprimer la tangente de l'angle α en fonction de B et B_h . (0,25pt)

2. On fait varier l'intensité du courant travers la bobine et on mesure à chaque fois l'angle α . Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

I(A)	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4	0,0
α (°)	70	65	58	47	28	0

2.1 . Tracer la courbe $\tan \alpha = f(I)$. Echelles : 1cm pour 0,2 A ; 1cm pour $\tan \alpha = 0,2$. (1pt)

2.2 .En déduire que $B=2,74 \cdot 10^{-5} \cdot I$ Cette relation numérique est-elle généralisable à tout point autre que C ? Justifier(1pt)

2.3 .La bobine plate de très faible épaisseur, est constituée de $N = 5$ spires de même rayon $R = 12$ cm; l'intensité du champ magnétique créé en son centre C est donnée par la relation

$$B = \frac{KN I}{R}$$

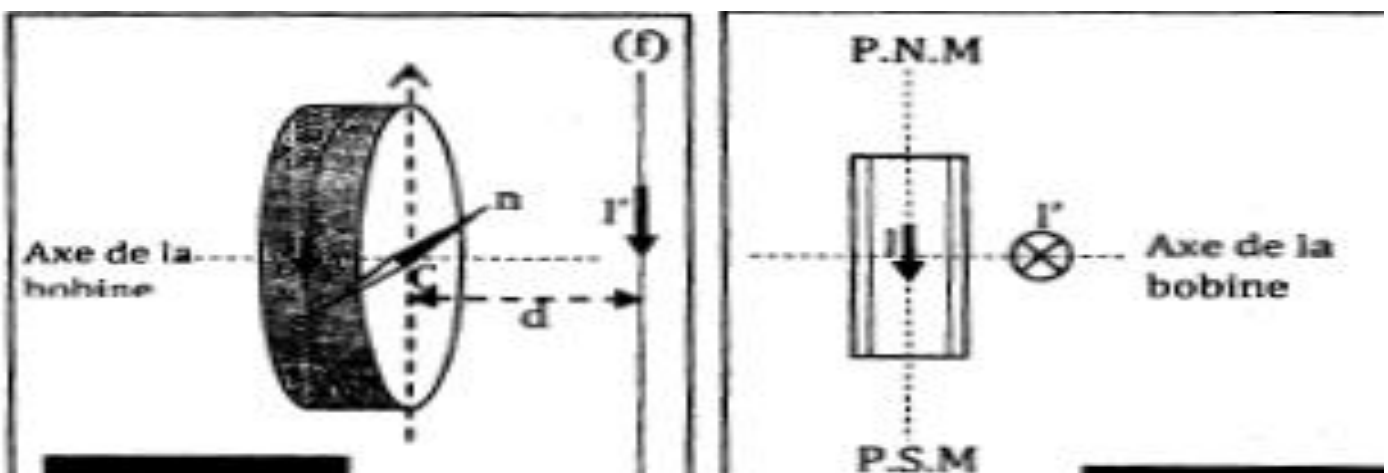
Déterminer la valeur de la constante k (0,5pt)

3. L'intensité du courant traversant la bobine étant fixée la valeur $I = 2,0A$, on place un fil (f) rectiligne vertical très long la distance $d = R$ du centre C de la bobine (figure 6). Lorsqu'on fait passer dans le fil un courant dirigé vers le bas d'intensité I' ; l'aiguille tourne alors s'immobilise devant la graduation $\alpha = 65^\circ$.

3. 1. Montrer que le champ magnétique B' créé par le fil vérifie la relation : $B' = \frac{B - B_h \cdot \tan \alpha}{\tan \alpha}$. (0,5pt)

3.2. Préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique B' créé par le fil (f) parcouru par le courant I' au point C. En déduire la valeur de l'intensité I' . (0,5pt+ 0,25pt)

On donne: $B_h = 2 \cdot 10^{-5} T$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} SI$

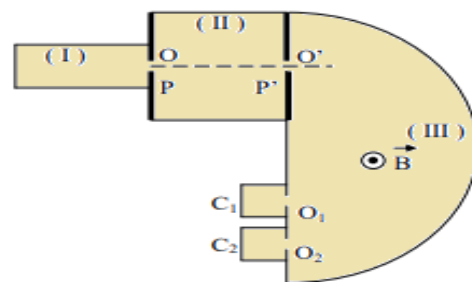


EXERCICE3 : (05points)

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 $^{12}CO_2^+$ de masse m_1 et des ions $^{13}CO_2^+$ de masse m_2 .

1- Accélération des ions

Les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ produits par la chambre d'ionisation pénètrent en O dans la chambre d'accélération (II) où ils sont 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.



I – Chambre d'ionisation
 II – chambre d'accélération
 III – chambre de déviation
 C₁ et C₂ sont des collecteurs

1.1. La vitesse des ions en O est supposée négligeable, exprimer la vitesse V_0 d'un ion de masse m et de charge q à la sortie O' de la chambre d'accélération en fonction de U , m et q . (0,25pt)

1.2. Montrer qu'en O' les vitesses respectives V_{01} et V_{02} des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ vérifient la relation : $m_1 V_{01}^2 = m_2 V_{02}^2$ (0,25pt)

1.3. Montrer que les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ ont pour masses respectives $m_1 = 7,31 \cdot 10^{-26}$ kg et $m_2 = 7,47 \cdot 10^{-26}$ kg. (0,5pt)

1.4. En déduire les vitesses V_{01} et V_{02} . (0,5pt)

Données : $U = 4 \cdot 10^3$ V ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; le nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹

2 -Déviation des ions

Les ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$ pénètrent en O' dans la chambre de déviation (III) où règne un champ magnétique \vec{B} orthogonal au plan de la figure

2.1. Montrer qu'ils sont animés d'un mouvement circulaire uniforme. (0,5pt)

2.2. Exprimer la distance D_i entre O' et l'entrée O_i du collecteur C_i recevant l'ion en fonction de e , U , B et m . Calculer D_i pour chaque ion. On donne : $B = 2,5 \cdot 10^{-2}$ T. (1pt)

2.3. 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 de déviation (III), la vitesse de l'ion varie entre v_0 et $\mathbf{v} = v_0(\mathbf{1} + \boldsymbol{\epsilon})$ avec $\boldsymbol{\epsilon}$ très faible devant l'unité.

2.3.1. Exprimer en fonction de D_i et $\boldsymbol{\epsilon}$ la largeur minimale ℓ_i de la fente du collecteur recevant l'ion. (0,5pt)

2.3.2. Pour $\boldsymbol{\epsilon} = 5 \cdot 10^{-3}$ calculer la largeur minimale de la fente de chaque collecteur. (0,5pt)

2.2.3. En déduire les distances minimale et maximale entre les points d'entrée dans les collecteurs des ions $^{12}\text{CO}_2^+$ et $^{13}\text{CO}_2^+$. (0,5pt)

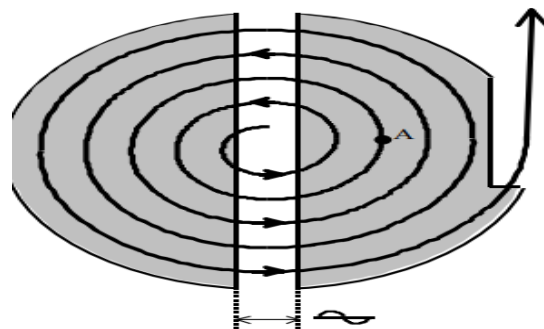
3 -Composition isotopique du carbone

Les collecteurs C_1 et C_2 sont munis de détecteurs de charge. Pendant une durée donnée, les quantités d'électricité reçues par les collecteurs C_1 et C_2 sont respectivement 1,08 μC et 96,21 μC . Déterminer la composition isotopique de l'échantillon analysé. (0,5pt)

EXERCICE 4: Principe de fonctionnement du cyclotron. (04,5points)

Schématiquement les cyclotrons combinent :

- Un intense champ magnétique axial produit par des aimants,
- Un champ électrique alternatif radial de haute fréquence entre deux éléments de forme semi-circulaire nommés « dés ».



1. Les particules chargées sont introduites au centre du dispositif.

Le champ magnétique leur confère une trajectoire circulaire autour de l'axe du cyclotron

La particule injectée au cœur du cyclotron va être accélérée par le champ électrique alternatif de haute fréquence entre les « dés ». Puis, elle entre dans le « dé » suivant lorsque le champ électrique change de sens et elle est donc à nouveau accélérée, et ainsi de suite.

Sa trajectoire devient plus périphérique du fait de son augmentation d'énergie. Elle sera éjectée de l'accélérateur avec l'énergie adéquate à partir de cette dernière trajectoire, puis guidée et focalisée jusqu'à cible.

1.1. Représenter, en justifiant, au point A de la trajectoire de l'ion injecté dans le cyclotron, le vecteur vitesse \vec{v} de l'ion et la force magnétique \vec{F}_m qui s'exerce sur l'ion et le champ magnétique \vec{B} , dans l'hypothèse où la

charge q de l'ion est positive. **(0,5pt)**

1.2. Montrer que l'action du champ B ne permet pas d'accroître l'énergie cinétique de l'ion. **(0,25pt)**

1.3. Exprimer le rayon de la trajectoire en fonction de m (masse de l'ion), v (module de la vitesse de l'ion), q et B . **(0,25pt)**

1.4. Montrer que la durée de passage dans un demi-cylindre, notée t_p , ne dépend pas de v . **(0,25pt)**

2. Pour accroître l'énergie cinétique de l'ion, on utilise l'action du champ électrique E résultant de la tension U appliquée entre les deux « D ». On considère que pendant la durée très courte de passage de l'ion d'un « D » à l'autre, la tension U reste constante.

2.1. Déterminer, en fonction de q et U les expressions des variations de l'énergie cinétique de l'ion lors de la traversée de l'espace entre les deux « D ». **(0,5pt)**

2.2. Un ion est injecté dans la zone d'accélération avec une vitesse nulle. Quelle est sa vitesse v_1 au moment de la pénétration dans le premier « D » et quel est le rayon semi-circulaire ? **(0,5pt)**

2.3. Quelle doit être la fréquence d'oscillation de cette tension $u(t)$ permettant d'obtenir une accélération de l'ion à chaque passage dans l'intervalle entre les deux « D ». **(0,25pt)**

2.4. Après chaque passage dans l'intervalle entre les deux « D », la vitesse de la particule ainsi que le rayon R de sa trajectoire dans un « D » augmentent. Déterminer les suites V_k et R_k , l'indice k étant incrémenté d'une unité à chaque demi-tour. **(0,75pt)**

2.5. Lorsque ce rayon finit par atteindre le rayon R_D d'un « D », l'ion est alors éjecté du cyclotron. Exprimer en fonction de m , q , B et R_D l'énergie cinétique E_k de l'ion lors de son éjection. **(0,5pt)**

2.6. Application numérique.

➤ Calculer, en joule, puis en MeV, l'énergie cinétique E_k d'un ion zinc Zn^{11+} . **(0,5pt)**

➤ Quelle serait la d.d.p constante qui aurait donné cette vitesse aux ions Zn^{11+} initialement émis sans vitesse initiale ? Commenter **(0,25pt)**

On donne : $B = 1,67 \text{ T}$; $m = 1,06 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$; $R_D = 0,465 \text{ m}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

FIN DU SUJET

