

CHIMIE (8 points)

EXERCICE 1 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On dispose d'une solution aqueuse (S_1) de méthylamine CH_3NH_2 et d'une solution aqueuse (S_2) d'ammoniac NH_3 .

Les résultats du dosage d'un même volume $V = 20 \text{ mL}$ de ces deux solutions par une même solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ sont groupés dans le tableau suivant :

Solution	S_1	S_2
pH à la demi-équivalence	10,6	9,2
pH à l'équivalence	6,4	5,75
Volume versé à l'équivalence	20 cm^3	20 m^3

- Calculer les concentrations molaires C_1 et C_2 initiales des solutions (S_1) et (S_2).
- a) Déterminer, à partir du tableau, le pK_a des couples $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ et $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2$.
En déduire la base la plus forte.
b) Montrer que le pH de la solution S_1 s'exprime par $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}(\text{pK}_a + \log C_1)$ en considérant que $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{OH}^-]$ et que $[\text{OH}^-] \ll C_1$.
c) Calculer les pH initiaux des solutions S_1 et S_2 si le pH de la solution S_2 s'exprime de manière analogue.
d) La comparaison du pH des solutions basiques initiales permet-elle de comparer la force relative des bases étudiées ? Justifier.
- Au cours du dosage, on a versé un volume $V = 6 \text{ cm}^3$ d'acide dans la solution S_2 . Le pH = 9,5.
Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans ce mélange.

EXERCICE 2 (4 points)

On considère un hydrocarbure A à chaîne ouverte C_xH_y . Le rapport des masses en carbone et en hydrogène est tel que : $\frac{m_C}{m_H} = 6$.

- a) Montrer que A est un alcène.
b) La densité de vapeur de A par rapport à l'air est : $d = 1,448$.
En déduire sa masse molaire, sa formule semi-développée.
- On réalise l'hydratation catalytique du propène de formule $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$.
Il se forme un mélange de deux composés organiques B et B' dont B' est majoritaire.
Quelle est la fonction chimique de B et B' ?
Donner leurs formules semi-développées et leurs noms.
- On oxyde une masse $m = 9 \text{ g}$ de B par une solution acide de dichromate de potassium et on obtient deux composés organiques C et C'. C donne un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling et C' rougit le papier pH.
a) Donner les formules semi-développées et les noms des corps C et C'.
b) Sachant que le composé B a totalement réagi et qu'il s'est formé $m_{C'} = 5,8$ de C', calculez la

masse de C qu'on obtient.

4. On fait réagir B' sur l'acide éthanoïque. Il se forme un composé organique D.

a) Quel est le nom de cette réaction et quelles sont ses particularités ?

b) Donner la formule semi-développée de D.

Données en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$.

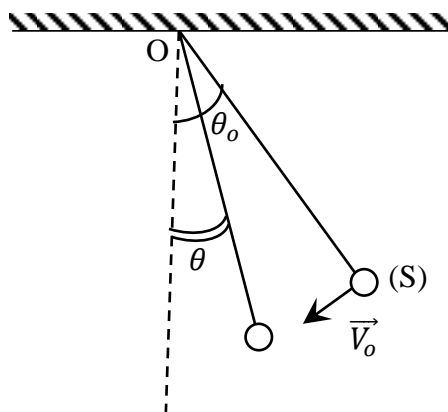
PHYSIQUE (12 points)

EXERCICE 1 (4 points)

Une sphère (S) assimilable à un point matériel de masse $m = 50 \text{ g}$ est reliée à un point fixe O par un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur $\ell = 50 \text{ cm}$.

Le fil est écarté de sa position d'équilibre $\theta_0 = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$, puis la sphère est lancée vers le bas avec un vecteur vitesse \vec{V}_0 perpendiculaire au fil.

A une date t quelconque, la position de la bille est repérée par l'angle θ que forme le fil avec la position d'équilibre.



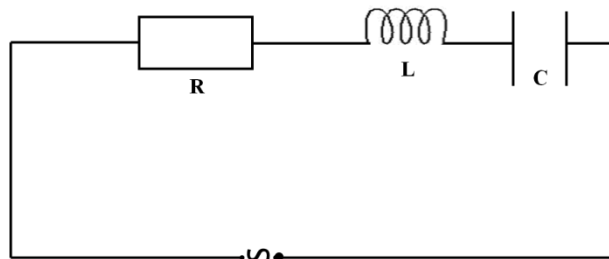
1. Sur un schéma clair, représenter les forces appliquées à (S).
2. Exprimer la vitesse V de la bille à la date t en fonction de V_0 , ℓ , g , θ_0 et θ .
3. Exprimer la tension T du fil à la date t en fonction de m , V_0 , ℓ , g , θ_0 et θ .

Quelle doit être la valeur minimale de V_0 pour que la bille fasse un tour complet, le fil restant tendu ?

EXERCICE 2 (4 points)

Un circuit R, L, C série est constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance $R = 250 \Omega$;
- d'une bobine d'inductance $L = 450 \text{ mH}$ et de résistance interne nulle ;
- d'un condensateur de capacité $C = 1,6 \mu\text{F}$.

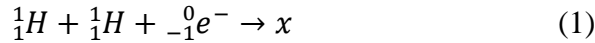


1. Le circuit est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence $N = 150 \text{ Hz}$ et de valeur efficace $U = 12 \text{ V}$.
 - a) Exprimer l'impédance Z du circuit en fonction de R , L , C et ω .
Calculer sa valeur.
 - b) Calculer l'intensité efficace du courant dans le circuit.
 - c) Calculer les tensions efficaces U_R , U_L et U_C respectivement aux bornes du conducteur ohmique, de la bobine et du condensateur.
 - d) Représenter le diagramme de Fresnel des tensions U_R , U_L , U_C et U , et faire apparaître sur le schéma la phase φ de la tension d'alimentation du circuit par rapport à l'intensité du courant.
Échelle : 1 cm représente 3 V.
 - e) Le circuit est-il capacitif ou inductif ? Justifier la réponse.
 - f) Calculer la phase φ .
 - g) Donner l'expression de la tension instantanée aux bornes du circuit sous la forme :
 $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$.
2. La tension efficace d'alimentation du circuit est maintenue à 12 V. On fait varier la fréquence de cette tension et on relève les valeurs correspondantes de l'intensité efficace I du courant. Lorsqu'on représente la variation de l'intensité efficace I du courant en fonction de la fréquence N , la courbe obtenue passe par un maximum pour une valeur particulière N_0 de la fréquence.
 - a) A quel phénomène correspond cette valeur particulière N_0 de la fréquence ?
 - b) Calculer la valeur N_0 de la fréquence.

EXERCICE 3 (4 points)

Partie A

Selon Bethe et Critchfield (1938), l'une des hypothèses possible pour expliquer l'origine de l'énergie solaire est d'envisager la succession suivante de réactions nucléaires :



x , y , z et w représentent des nucléides.

1. Quelles sont les lois utilisées pour équilibrer l'équation d'une réaction nucléaire ?

Équilibrer les cinq réactions nucléaires précédentes.

Donner les nucléides x , y , z , w sous la formule ${}^A_Z\text{X}$.

2. Par quelle réaction globale peut-on remplacer l'ensemble des cinq réactions ?

Nommer et définir ce type de réaction.

3. On s'intéresse maintenant au nucléide ${}^4_2\text{He}$ résultant des réactions nucléaires précédentes.

a) Calculer son défaut de masse.

b) En déduire l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau en MeV/nucléon.

On donne :

- Extrait du tableau de classification périodique des éléments :

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne

- Équivalences :
 $1 u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ (u : unité de masse atomique) ;
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- Masse du proton : $m_p = 1,00728 u$;
- Masse du neutron : $m_n = 1,00866 u$;
- Masse de l'électron : $m_e = 5,5 \cdot 10^{-4} u$;
- Masse du noyau d'hélium : $m({}^4_2\text{He}) = 4,00150 u$.

Partie B

Soit la réaction nucléaire spontanée : ${}^{139}_{55}\text{Cs} \xrightarrow{\beta^-} {}^Y_X\text{Ba}$ de demi-vie $T = 7$ minutes.

1. Déterminer X et Y en justifiant le calcul.

2. Calculer la constante radioactive λ de la réaction nucléaire.

3. Si à l'instant initial il y a $N_0 = 8 \cdot 10^6$ noyaux de ${}^{139}_{55}\text{Cs}$, au bout de quel temps t en restera-t-il $\frac{N_0}{100}$?