

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

(Calculatrice scientifique non programmable autorisée)

Coefficient : 6

Durée : 4 heures

A. CHIMIE (8 points)Exercice 1 (4 pts)Toutes les solutions sont prises à 25°C. $K_e = 10^{-14}$.

- 1) On dissout une masse $m_1 = 340 \text{ mg}$ de méthanoate de sodium (HCOONa) dans l'eau pure pour obtenir un volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ de solution S_1 de $\text{pH} = 8,25$.

- a) Calculer la concentration molaire C_1 de S_1 . (0,25 pt)
 b) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution. (1,25 pt)
 c) En déduire la valeur du pK_a du couple acide/base étudié. (0,25 pt)

- 2) On prélève un volume $V'_1 = 40 \text{ cm}^3$ de la solution S_1 qu'on introduit dans un bécher. On ajoute un volume V_a d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 10^{-1} \text{ mol/L}$. On obtient alors une solution S_2 dont le pH est égal au pK_a du couple acide méthanoïque/ion méthanoate.

- a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu. (0,25 pt)
 b) Calculer le volume V_a . (0,25 pt)
 c) Quel nom peut-on attribuer à la solution S_2 ? Citer ses propriétés. (0,75 pt)
 3) a) Quel volume minimal V'_a de la solution d'acide chlorhydrique à 10^{-1} mol/L faut-il pour neutraliser complètement la quantité de base contenue dans $V_1 = 100 \text{ mL}$ de la solution S_1 ? (0,25 pt)
 b) La solution S_3 obtenue après neutralisation contient de l'acide méthanoïque de concentration C_3 .

Sachant que le coefficient d'ionisation de l'acide méthanoïque dans cette solution est $\alpha = 6,9\%$, déterminer le pH de la solution S_3 et en déduire la concentration C_3 . (0,75 pt)

Données : $M_H = 1 \text{ g/mol}$; $M_O = 16 \text{ g/mol}$ $M_C = 12 \text{ g/mol}$; $M_{Na} = 23 \text{ g/mol}$ Exercice 2 (4 pts)

1. 1) La combustion complète de $0,8 \text{ mol}$ d'un alcène A (C_nH_{2n}) à chaîne linéaire nécessite $80,64 \text{ L}$ de dioxygène dans les conditions normales de température et de pression.

- a) Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète de l'alcène A . (0,25 pt)
 b) Déterminer la formule brute de l'alcène A . (0,25 pt)

2) L'hydratation d'un alcène de formule C_3H_6 donne deux alcools B et B' de classes différentes.

L'oxydation ménagée de B avec un excès d'une solution acidifiée de permanganate de potassium donne un composé C . Le composé C rougit le papier pH .

L'oxydation ménagée de B' conduit à un composé D qui réagit avec la 2,4-DNPH et est sans action sur la liqueur de Fehling.

Déduire de ces informations :

- La classe de chacun des alcools B et B' . (0,5 pt)
- La formule semi-développée et le nom de chacun des alcools B et B' . (0,5 pt)
- Donner la formule semi-développée du composé C et du composé D . (0,5 pt)

II. 1) On fait réagir 0,88 g d'acide butanoïque et 10^{-2} mol de propan-2-ol, on obtient un composé organique E et de l'eau.

- Ecrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le composé organique E obtenu. (0,5 pt)
 - Calculer la masse d'acide butanoïque restant lorsque l'équilibre chimique est atteint sachant que le rendement de la réaction est $r = 60\%$. (0,5 pt)
 - On désire obtenir une réaction totale. Donner la formule semi-développée et le nom du composé organique F par lequel on pourrait remplacer l'acide butanoïque pour obtenir le même composé E . (0,25 pt)
- 2) On fait réagir le composé organique E et l'hydroxyde de sodium à chaud.
- Quel nom donne-t-on à cette réaction ? (0,25 pt)
 - Ecrire son équation-bilan et donner ses caractéristiques. (0,5 pt)

Données : $M_C = 12 \text{ g/mol}$; $M_H = 1 \text{ g/mol}$;
 $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$; $M_O = 16 \text{ g/mol}$

B. PHYSIQUE (12 points)

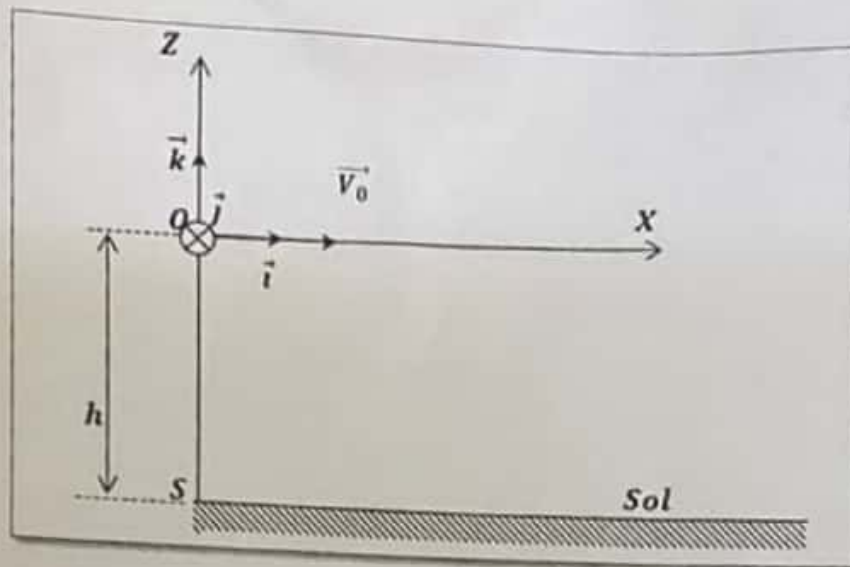
Exercice 1 (4 pts)

Un avion volant à une altitude constante $h = 10\,000 \text{ m}$, à la vitesse $V = 900 \text{ km/h}$, lâche un paquet de masse $m = 6500 \text{ kg}$.

On néglige les effets de l'air et on suppose que le paquet quitte l'avion avec la même vitesse horizontale que celle de l'avion.

- Calculer la valeur du champ de pesanteur à l'altitude $h = 10\,000 \text{ m}$. La comparer à l'intensité de la pesanteur au sol. Conclusion. (1 pt)
- Exprimer littéralement l'équation de la trajectoire du paquet dans le repère $(o, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. (1 pt)
- Calculer la distance entre la verticale du lieu de lancement et le point d'impact sur le sol. (0,5 pt)
 - Evaluer la durée de la chute libre. (0,5 pt)
- Calculer la vitesse d'arrivée du paquet au sol. La comparer à la valeur de la vitesse initiale. (0,75 pt)
- Quelle force devrait être prise en compte pour étudier ce mouvement ? (0,25 pt)

Données :
 - Rayon de la terre $R_T = 6400 \text{ km}$
 - Intensité de la pesanteur à la surface de la terre $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$
 - Le mouvement est étudié dans le repère $(o, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ représenté ci-dessous.



Exercice 2 (4 pts)

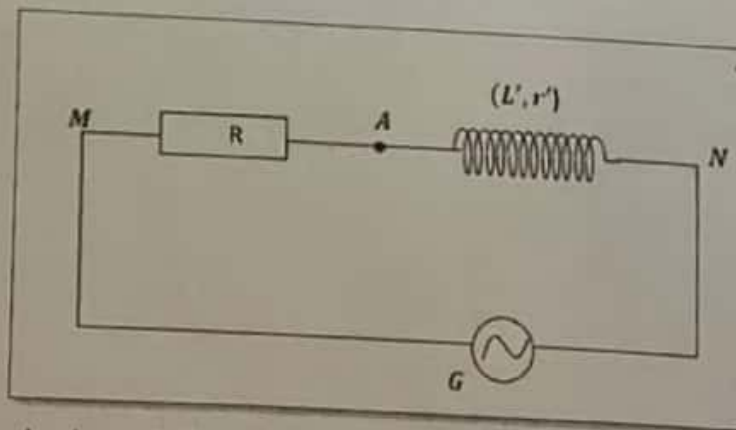
Entre deux bornes M et N d'un circuit électrique, on maintient une tension

$$V_M - V_N = u(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi Nt)$$

On donne $N = 50 \text{ Hz}$ et $U = 110 \text{ V}$

- 1) Une bobine B de résistance $r = 40 \Omega$ et d'une inductance L inconnue est branchée entre M et N. L'intensité efficace du courant est $I = 2 \text{ A}$.
 - a) Calculer l'inductance L de la bobine B . (0,25 pt)
 - b) Donner l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ en fonction de t . (0,5 pt)
 - c) Calculer la puissance moyenne dissipée dans la bobine B . (0,25 pt)
- 2) On considère une bobine B' dont on ne connaît ni la résistance interne r' ni l'inductance L' .

Entre les bornes M et N, on monte en série, une résistance $R = 25 \Omega$ et la bobine B' (voir figure).



Trois voltmètres V , V_1 et V_2 placés respectivement entre les bornes M et N ; M et A ; A et N indiquent respectivement les valeurs efficaces des tensions $U = 110 \text{ V}$; $U_1 = 45,5 \text{ V}$ et $U_2 = 80 \text{ V}$.

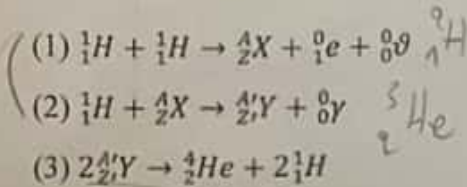
Soit $i(t)$ la valeur instantanée de l'intensité du courant.

- a) Construire qualitativement le diagramme de Fresnel relatif à cette expérience en indiquant les valeurs représentant les tensions U , U_1 et U_2 ainsi que la phase $\varphi_{B'}$ de U_2 par rapport à i . (0,5 pt)

- Calculer l'intensité efficace I et l'impédance $Z_{B'}$ de la bobine B' . (0,5 pt)
- Déterminer par calcul la phase $\varphi_{B'}$. (0,5 pt)
- Calculer les grandeurs r' et L' . (0,5 pt)
- Calculer la puissance moyenne consommée par la bobine puis par l'ensemble (bobine B' + résistance R). (0,75 pt)

Exercice 3 (4 pts)

L'énergie solaire a notamment pour origine la réaction nucléaire de fusion de l'hydrogène en hélium. Cette synthèse de l'hélium se fait suivant la chaîne de réactions nucléaires suivantes :



- Déterminer A , Z , A' , Z' en énonçant les lois de conservation utilisées. (1 pt)
 - A partir du tableau suivant, identifier les noyaux ${}^4_2\text{X}$ et ${}^4_{2'}\text{Y}$. (0,5 pt)

${}^1_1\text{H}$	${}^2_2\text{He}$	${}^3_3\text{Li}$	${}^4_4\text{Be}$
------------------	-------------------	-------------------	-------------------

- La puissance émise par le soleil, supposée constante est $P_s = 3,9 \cdot 10^{23} \text{ kW}$.
 - En admettant que l'énergie libérée par les réactions de fusion nucléaire est intégralement rayonnée par le soleil, calculer en tonnes, la perte de masse du soleil par seconde. (0,5 pt)
 - La masse du soleil est de l'ordre de $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. On évalue son âge à 4,6 milliards d'années.
 - Quelle masse a-t-il perdue ? (0,5 pt)
 - Quelle fraction de sa masse actuelle cela représente-t-il ? (0,25 pt)
- La détection des neutrinos ϑ émis par le soleil, notamment lors de la réaction (1) est fondée sur la réaction nucléaire suivante : ${}^0_0\vartheta + {}^{37}_{17}\text{Cl} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{37}_{18}\text{Ar}$
 - Définir, pour un noyau donné, l'énergie de liaison par nucléon. (0,5 pt)
 - Calculer la perte de masse engendrée lors de cette réaction en MeV/c^2 . (0,75 pt)

- Données :
- Célérité de la lumière $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 - 1 an = 365,25 j
 - Masse du neutrino $m_\vartheta = 0$
 - Masse de l'électron $m_e = 0,511 \text{ MeV}/c^2$
 - Masse du proton $m_p = 938,259 \text{ MeV}/c^2$
 - Masse du neutron $m_N = 939,553 \text{ MeV}/c^2$
 - Énergie de liaison par nucléon des noyaux

$${}^{37}_{17}\text{Cl}: 8,5704 \text{ MeV}$$

$${}^{37}_{18}\text{Ar}: 8,5272 \text{ MeV}$$