

Physique - Chimie

DEVOIR SUR TABLE N° 4

L'épreuve a été conçue pour être traitée sans calculatrice.

L'usage des calculatrices est rigoureusement interdit.

TOUT DOCUMENT INTERDIT.

Les résultats numériques doivent être précédés d'un calcul littéral.

La présentation et la rédaction font partie du sujet et interviennent dans la notation.

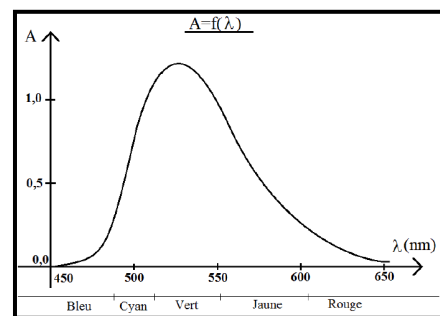
L'épreuve est notée sur 16 points auxquels s'ajouteront les points d'épreuve pratique sur 4 points.

I] Réaction colorée. (sur 6,0 points)

On se propose d'étudier la réaction entre l'acide oxalique, espèce incolore, de formule $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, et les ions permanganate, de formule MnO_4^- , en milieu acide. L'équation de cette réaction est la suivante :



- Donner la formule de Lewis de la molécule d'acide oxalique en expliquant la méthode utilisée.
On signale que cette molécule est symétrique.
- Donner la représentation de Cram de la molécule d'acide oxalique.
- On a réalisé le spectre d'absorption $A(\lambda)$ d'une solution de permanganate de potassium (représenté sur la figure ci-dessous).
 - Quelle est l'espèce chimique absorbante ?
 - Quelle est la couleur qui est la plus absorbée ?
- À quelle longueur d'onde λ_0 doit-on se placer pour effectuer les mesures d'absorbance ? Justifier ce choix.



5. On règle le spectrophotomètre à cette longueur d'onde λ_0 . On effectue alors une série de mesures de l'absorbance de solutions de permanganate de potassium $(S_i)_{4 \geq i \geq 1}$ de concentrations respectives $(C_{Si})_{4 \geq i \geq 1}$ pour obtenir une courbe d'étalonnage. Les valeurs sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4
A	0,105	0,210	0,387	0,798
c_{Si} en mol.L^{-1}	$5,00 \cdot 10^{-5}$	$1,00 \cdot 10^{-4}$	$2,00 \cdot 10^{-4}$	$4,00 \cdot 10^{-4}$

- Détailler le protocole à respecter pour obtenir $V_2 = 100$ mL de la solution à la concentration C_{S2} à partir d'une solution à la concentration $C_0 = 10,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Tracer sur l'ANNEXE page 3 (à rendre avec la copie en indiquant son nom), la courbe : $A = f(C_{Si})$.
Données : Prendre les échelles suivantes : *abscisses* : 1 cm pour $5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$; *ordonnées* : 1 cm pour 0,1.
- Commenter cette courbe et déterminer son équation numérique.

6. Dans un bécher de 50 mL, on introduit le volume $V_1 = 10,0$ mL d'une solution de permanganate de potassium très acidifiée de concentration : $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. À l'instant $t_0 = 0$ s, on ajoute le volume $V_2 = 10,0$ mL d'une solution d'acide oxalique de concentration $C_2 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On homogénéise le mélange et on en verse immédiatement une partie dans la cellule du spectrophotomètre. L'absorbance du mélange réactionnel à l'instant initial est $A_0 = 1,00$ et l'absorbance au bout de 16,0 min est : $A_{16} = 0,00$.

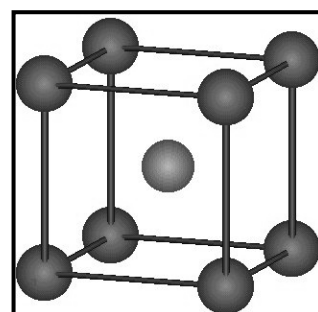
- D'après ces résultats, quel est le réactif limitant ? Justifier.
- Déterminer l'avancement maximal de cette réaction en supposant que les ions $\text{H}^+_{(aq)}$ et l'eau sont en excès.

II] Réseau cristallin. (sur 4,0 points)

Le chlorure de césium est constitué d'ions césium, Cs^+ , et d'ions chlorure, Cl^- .

La structure de ce cristal ionique est figuré ci-contre. Les ions chlorure occupent les sommets du cube de la maille élémentaire. On note a la longueur de l'arête du cube.

- Quelle est, en fonction de a , la distance minimale entre deux centres d'ions chlorure ? Justifier.
- Quelle est, en fonction de a , la distance minimale entre deux centres d'ions césium ? Justifier.



- On rappelle que la longueur de la diagonale de ce cube est $a\sqrt{3}$. Quelle est, en fonction de a , la distance minimale entre un centre d'ion chlorure et un centre d'ion césium ? *Justifier.*
- Calculer la valeur de la force d'interaction électrique qui s'exerce entre deux centres d'ions chlorure. *Cette interaction est-elle attractive ou répulsive ? Justifier.*
- La valeur de la force d'interaction électrique qui s'exerce entre un centre d'ion chlorure et un centre d'ion césium est-elle plus importante ou moins importante que l'interaction qui s'exerce entre deux centres d'ions chlorure ? *Cette interaction est-elle attractive ou répulsive ? Justifier.*
- Expliquer la cohésion de ce cristal ionique.
- Combien d'ions chlorure appartiennent uniquement au cube représenté ? Combien d'ions césium appartiennent uniquement au cube représenté ? *En déduire la formule statistique du chlorure de césium.*

Données : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $a = 400 \text{ pm}$; $k = 9,00 \cdot 10^9 \text{ uSI}$.

III] Fission nucléaire. (sur 3,0 points)

La transformation nucléaire produisant l'énergie des centrales nucléaires est la cassure d'un noyau d'uranium 235 sous l'effet d'un neutron. Parmi les nombreuses réactions possibles, on étudie celle qui produit du strontium 94, un autre noyau, noté X , de nombre de masse 139, ainsi que des neutrons.

Données :

- Énergie libérée en moyenne par la combustion d'une tonne de pétrole (tonne équivalent pétrole) : $1 \text{ tep} \equiv 4,0 \cdot 10^{10} \text{ J}$.
- Masses des particules et des noyaux rencontrés :

$$m_{\text{neutron}} = 1,674\,930 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad M(^{235}_{92}\text{U}) = 3,902\,996 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \quad M(^{94}_{38}\text{Sr}) = 1,559\,501 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \quad M(^{139}X) = 2,306\,801 \cdot 10^{-25} \text{ kg}.$$

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

- Rappeler les définitions des deux grandes catégories de réactions nucléaires et donner, pour chacune d'elles, un exemple d'application courante.
- Écrire l'équation de la réaction nucléaire étudiée. *Justifier.*
- Calculer, en joule, l'énergie libérée par la réaction nucléaire étudiée.
- Une tonne de combustible nucléaire contient 0,88 t d'uranium, dont 3,5 % est de l'uranium 235. Calculer l'énergie qu'une tonne de combustible nucléaire peut libérer par la réaction nucléaire étudiée.
- Exprimer cette énergie en tonne équivalent pétrole. *Conclure.*

Aide aux calculs : $30,8 \equiv 8 \times 3,9$.

IV] Cryodessiccation. (sur 3,0 points)

La *cryodessiccation*, ou dessiccation par le froid, est un traitement physique qui permet de « brûler » par le froid les verrues. On utilise généralement du diazote liquide, $N_2(\text{liq})$.

- En dessous de quelle température le diazote devient-il liquide ?
- On considère un récipient qui contient 3,00 L de diazote liquide.
 - Calculer la quantité d'énergie Q nécessaire pour vaporiser la totalité de ce liquide à la température de vaporisation. *Quel est son signe ?*
 - Quel volume de diazote gazeux V_{N_2} est ainsi obtenu ?
 - Si l'évaporation se fait dans une pièce de $6,00 \text{ m}^2$ ayant une hauteur sous plafond de 2,80 m, établir, en fonction de Q et des données, l'expression littérale permettant de calculer la valeur $\Delta\theta$ du refroidissement subi par l'air de la pièce en raison de la vaporisation du diazote liquide (on négligera l'énergie échangée par le diazote gazeux entre sa température de vaporisation et la température d'équilibre thermique). On trouve numériquement : $\Delta\theta = 7,03^\circ\text{C}$. *Conclure.*
 - Le diazote est un gaz non toxique. La vaporisation d'une grande quantité de diazote liquide dans une pièce de petites dimensions peut-elle néanmoins présenter des risques ?

Données : Masse volumique du diazote liquide : $\rho_{N_2} = 0,810 \text{ kg.L}^{-1}$. $M(N_2) = 28,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Volume molaire des gaz : $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$.

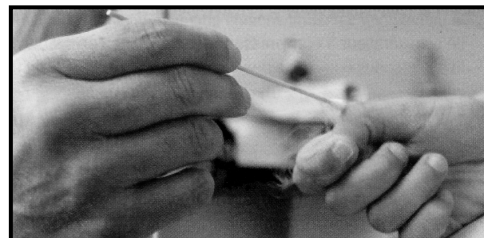
Masse volumique de l'air sec à $20,0^\circ\text{C}$: $\rho_{\text{air}} = 1,20 \text{ kg.m}^{-3}$.

Capacité thermique massique de l'air : $c_{\text{air}} = 1,70 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$.

Énergie massique de vaporisation du diazote : $L_v(N_2) = 100 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

Température de fusion du diazote : -210°C . Température de vaporisation du diazote : -196°C .

Aide aux calculs : $24,3 \times 24 \equiv 2,1 \times 28$.



A N N E X E

À rendre avec la copie en indiquant son NOM : _____

EXERCICE I] 5.2.

