



S

① ————— | **SCIENTIFIQUE** | ————— ①
Série : **Scientifique** Épreuve de : **SCIENCES PHYSIQUES**
Option : **S** Durée : **04 heures**
Code matière : **011** Coefficient : **6**

☆☆☆—○—★—○—☆☆☆

NB : - Les cinq (05) exercices sont obligatoires.

- Machine à calculer scientifique non programmable autorisée.

LES GRANDES CATEGORIES DE REACTIONS EN CHIMIE ORGANIQUE (3,5 points)

Le paracétamol est un médicament utilisé comme analgésique et antipyrétique. On l'obtient par réaction entre le para-aminophénol et l'anhydride éthanoïque en milieux aqueux.

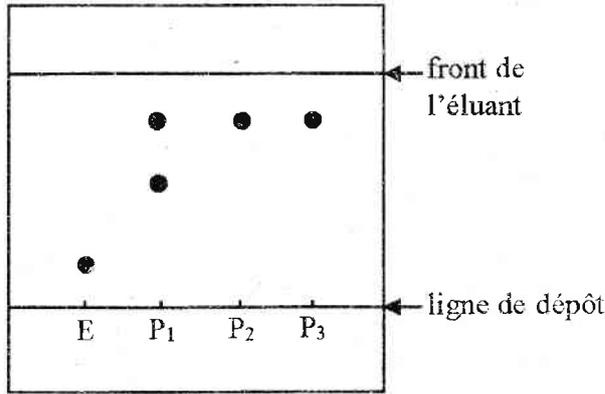
Le tableau suivant récapitule les données concernant ces composés.

Composés	Formules semi-développées	Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	Masse volumique ρ (g.cm ⁻³)
Para-aminophénol		109	-
Paracétamol		151	-
Anhydride éthanoïque		102	1,08
Acide éthanoïque		60	-

On mélange dans un ballon une masse $m_1 = 2,18\text{g}$ de para-aminophénol avec $V_2 = 3\text{mL}$ d'anhydride éthanoïque. On chauffe à reflux pendant 20 minutes. Après refroidissement, on verse le mélange dans un bécher contenant de l'eau glacée, le paracétamol brut précipite.

Après lavage et purification, on obtient 1,7g de paracétamol purifié.

- 1- a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse du paracétamol.
A quelle catégorie de réaction appartient-elle ? (0,75pt)
- b) Quel est l'avantage du chauffage à reflux ? (0,25pt)
- 2- a) Calculer les quantités de matière des réactifs introduits. (1pt)
- b) Déterminer le réactif limitant (on peut s'aider d'un tableau d'avancement). (0,5pt)
- 3- Calculer le rendement de cette synthèse. (0,5pt)
- 4- Afin de vérifier la pureté du produit formé, on réalise une chromatographie sur couche mince. Après révélation, on obtient le chromatogramme suivant :



E : para-aminophénol
 P₁ : paracétamol brut
 P₂ : paracétamol purifié
 P₃ : paracétamol pharmaceutique

Interpréter le chromatogramme obtenu.

(0,5pt)

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES EN SOLUTION AQUEUSE (3,5 points)

Les solutions sont à 25°C. On donne les couples rédox (C₂H₄O₂/C₂H₆O) et (O₂/H₂O).

On produit du vinaigre à partir d'une boisson alcoolisée comme le vin, par fermentation : en présence de dioxygène O₂, l'éthanol C₂H₆O contenu dans le vin est transformé en acide éthanoïque C₂H₄O₂ et en eau.

1- Ecrire les 2 demi-équations rédox, ainsi que l'équation bilan modélisant la transformation de l'éthanol du vin en acide éthanoïque sous l'action du dioxygène. (0,75pt)

2- Après quelques jours de fermentation, on souhaite déterminer la quantité d'acide éthanoïque obtenue. Pour cela, on réalise un titrage pH-métrique d'un volume V_A = 10mL du vinaigre obtenu par une solution de soude NaOH de concentration C_B = 0,2mol.L⁻¹.

L'équivalence acido-basique est obtenue quand on a versé V_B = 42mL de soude.

a) Ecrire l'équation-bilan support de ce titrage. (0,5pt)

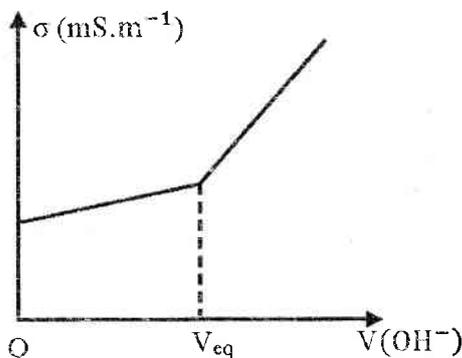
b) Montrer que la concentration de l'acide éthanoïque dans ce vinaigre est C_A = 0,84mol.L⁻¹ (0,75pt)

3- Pour V_B = 0mL, le pH du vinaigre est de 2,4. Déterminer le pK_A du couple (C₂H₄O₂/C₂H₃O₂⁻) présent dans le vinaigre. (1pt)

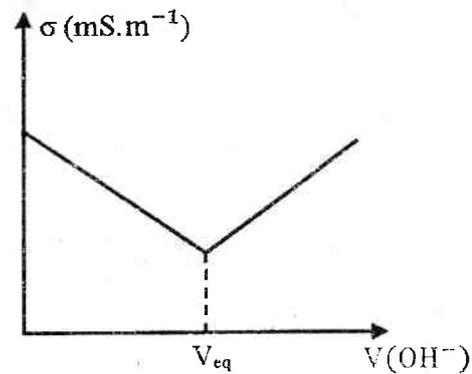
4- On peut réaliser un dosage conductimétrique du vinaigre par une solution de soude pour vérifier la quantité d'acide éthanoïque formée.

Laquelle des représentations ci-dessous correspondrait à ce dosage ? Justifier.

(0,5pt)



Représentation 1



Représentation 2

Données : - Les conductivités ioniques molaires à 25°C

ions	H ₃ O ⁺	OH ⁻	Na ⁺	C ₂ H ₃ O ₂ ⁻
λ (mS.m ² .mol ⁻¹)	34,96	19,8	5,01	4,09

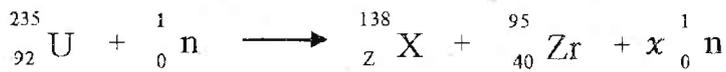
- La conductivité de la solution : $\sigma = \sum_i \lambda_i [x_i]$; σ en mS. m⁻¹

[X_i] : concentration ionique molaire de l'ion i

λ_i : conductivité ionique molaire de l'ion i.

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE (3 points)

1- Le réacteur d'un sous-marin nucléaire fonctionne à l'aide de l'uranium riche en isotope 235. Le noyau d'uranium 235 subit différentes fissions dont la plus fréquente est la suivante :



Le réacteur consomme 550kg d'uranium 235 pendant un an de fonctionnement.

- Déterminer Z , x et X . (0,75pt)
- Calculer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire. (0,5pt)
- En déduire, en joule, l'énergie totale produite en une année. (0,5pt)

2- On dispose d'un échantillon de poutre en bois contenant initialement 1mg de carbone ${}_{6}^{14}\text{C}$ radioactif émetteur β^- . La période de désintégration du carbone ${}_{6}^{14}\text{C}$ est de 5570 ans.

- Quelle masse de carbone ${}_{6}^{14}\text{C}$ reste-t-il après 16710 ans ? (0,5pt)
- Calculer l'âge de cet échantillon si l'activité en ${}_{6}^{14}\text{C}$ a diminué de 6%. (0,75pt)

Données:

$$m({}^{235}\text{U}) = 234,99333\text{u}$$

$$m({}^{95}\text{Zr}) = 94,88604\text{u}$$

$$m({}^{138}\text{X}) = 137,90067\text{u}$$

$$m({}_0^1\text{n}) = 1,0086\text{u}$$

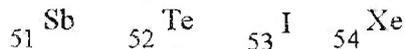
$$\text{Nombre d'Avogadro : } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

Extrait du tableau de classification périodique :



ELECTROMAGNETISME (5 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A (1,5 points)

Une plaque à induction comprend un inducteur bobiné avec un fil de Litz, qui est placé sur une surface en vitrocéramique. Quand on utilise une plaque à induction, on constate que le dessus de la plaque n'est pas chaud tandis que la casserole est bien chauffée.

- D'où vient le courant sur le dessous de la casserole et qui la chauffe ? (0,75pt)
- Quel phénomène physique explique ce fait ? (0,75pt)

PARTIE B (3,5 points)

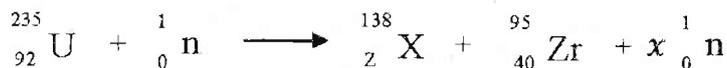
Le circuit d'un récepteur radio comprend un circuit constitué d'une bobine d'inductance $L = 0,1\text{H}$ et de résistance $R = 45\Omega$ montée en série avec un condensateur dont la capacité C est réglable. Les ondes hertziennes reçues par l'antenne sont transformées en tension sinusoïdale $u(t)$ qui impose une oscillation forcée au circuit.

$$u(t) = 10\sqrt{2} \sin(200\pi t) \text{ en V.}$$

- La capacité du condensateur est fixée d'abord à $C = 10\mu\text{F}$. Construire le diagramme de Fresnel relatif au circuit. Echelle : $1\text{cm} \longleftrightarrow 20\Omega$ (1pt)
- Etablir l'expression de l'intensité du courant instantanée $i(t)$. (1pt)
- Pour quelle valeur de la capacité C_0 du condensateur la réception est-elle optimale ? À cet instant, le circuit sera en résonance. (1pt)
- Calculer la largeur $\Delta\omega$ de la bande passante en pulsation à -3dB de ce circuit. (0,5pt)

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE (3 points)

1- Le réacteur d'un sous-marin nucléaire fonctionne à l'aide de l'uranium riche en isotope 235. Le noyau d'uranium 235 subit différentes fissions dont la plus fréquente est la suivante :



Le réacteur consomme 550kg d'uranium 235 pendant un an de fonctionnement.

- Déterminer Z , x et X . (0,75pt)
- Calculer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire. (0,5pt)
- En déduire, en joule, l'énergie totale produite en une année. (0,5pt)

2- On dispose d'un échantillon de poutre en bois contenant initialement 1mg de carbone ${}_{6}^{14}\text{C}$ radioactif émetteur β^- . La période de désintégration du carbone ${}_{6}^{14}\text{C}$ est de 5570 ans.

- Quelle masse de carbone ${}_{6}^{14}\text{C}$ reste-t-il après 16710 ans ? (0,5pt)
- Calculer l'âge de cet échantillon si l'activité en ${}_{6}^{14}\text{C}$ a diminué de 6%. (0,75pt)

Données:

$$m({}^{235}\text{U}) = 234,99333\text{u}$$

$$m({}^{95}\text{Zr}) = 94,88604\text{u}$$

$$m({}^{138}\text{X}) = 137,90067\text{u}$$

$$m({}_0^1\text{n}) = 1,0086\text{u}$$

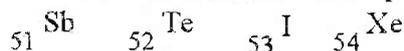
$$\text{Nombre d'Avogadro : } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

Extrait du tableau de classification périodique :



ELECTROMAGNETISME (5 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A (1,5 points)

Une plaque à induction comprend un inducteur bobiné avec un fil de Litz, qui est placé sur une surface en vitrocéramique. Quand on utilise une plaque à induction, on constate que le dessus de la plaque n'est pas chaud tandis que la casserole est bien chauffée.

- D'où vient le courant sur le dessous de la casserole et qui la chauffe ? (0,75pt)
- Quel phénomène physique explique ce fait ? (0,75pt)

PARTIE B (3,5 points)

Le circuit d'un récepteur radio comprend un circuit constitué d'une bobine d'inductance $L = 0,1\text{H}$ et de résistance $R = 45\Omega$ montée en série avec un condensateur dont la capacité C est réglable. Les ondes hertziennes reçues par l'antenne sont transformées en tension sinusoïdale $u(t)$ qui impose une oscillation forcée au circuit.

$$u(t) = 10\sqrt{2} \sin(200\pi t) \text{ en V.}$$

- La capacité du condensateur est fixée d'abord à $C = 10\mu\text{F}$. Construire le diagramme de Fresnel relatif au circuit. Echelle : $1\text{cm} \longleftrightarrow 20\Omega$ (1pt)
- Etablir l'expression de l'intensité du courant instantanée $i(t)$. (1pt)
- Pour quelle valeur de la capacité C_0 du condensateur la réception est-elle optimale ? À cet instant, le circuit sera en résonance. (1pt)
- Calculer la largeur $\Delta\omega$ de la bande passante en pulsation à -3dB de ce circuit. (0,5pt)

MECANIQUE (5 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A (3 points)

Depuis la base de Kourou en Guyane, proche de l'équateur, à 6° de latitude, un tir de la fusée Ariane a placé en orbite un satellite de communication (S). Ce satellite supposé ponctuel doit être géostationnaire. Il est en orbite dans le plan équatorial à une altitude h de la surface de la Terre.

Pour étudier le mouvement de (S) dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, on choisit un repère (S, \vec{t}, \vec{n}) .

\vec{t} : vecteur unitaire tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement.

\vec{n} : vecteur unitaire normal à la trajectoire et orienté vers le centre O de la Terre.

On admet que le satellite (S) est soumis uniquement à la force gravitationnelle terrestre.

$$\vec{F} = G \cdot \frac{M_S \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}$$

où M_S : masse du satellite (S) ; M_T : masse de la terre ; h : altitude.

R_T : rayon de la terre ; G : constante de gravitation universelle

1- En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression vectorielle de l'accélération \vec{a}_S du satellite en fonction de G , M_T , R_T et h . En déduire la nature du mouvement du satellite. (1pt)

2- Etablir l'expression littérale de la vitesse linéaire V_S du satellite et celle de sa période T_S en fonction de G , M_T , R_T et h . (1pt)

3- Calculer l'altitude h à laquelle doit se trouver le satellite pour qu'il soit géostationnaire. (1pt)

Données

$$M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_T = 6370 \text{ km}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$$

Période de rotation de la Terre sur elle-même : $T_T = 86164 \text{ s}$

PARTIE B (2 points)

Prendre $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Un enfant joue sur un tabouret de jouet. Le tabouret est constitué :

- d'un plateau (P) de centre d'inertie G et de masse $m = 400 \text{ g}$;
- d'un ressort vertical à spires non jointives, fixé au sol, de constante de raideur $k = 40 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, de longueur à vide $\ell_0 = 20 \text{ cm}$.

1- Calculer la longueur ℓ du ressort dans la position d'équilibre indiquée par la figure. (0,5 pt)

2- L'enfant s'assoit sur le plateau (P) qui s'abaisse d'une longueur 2cm, puis il se lève et abandonne le système { plateau + ressort } sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0 \text{ s}$.

a) Etablir l'équation différentielle régissant le mouvement du système. (0,75pt)

b) Ecrire son équation horaire $x(t)$. (0,75pt)

