

Enseignement de spécialité « Math et Bio »

- I. LE CHOU ROUGE** (4 POINTS)
- II. ETUDE CINETIQUE D'UNE REACTION** (5 POINTS)
- III. CIRCUIT RLC** (6 POINTS)
- IV. Q.C.M. ONDES ET NUCLEAIRE** (5 POINTS)

Le sujet comporte 6 pages dont celle-ci, numérotées de 1 à 6.

L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé

I. LE CHOU ROUGE

Le jus de chou rouge a une couleur qui dépend du pH.

pH	0-3	4-6	7-8	9-12	13-14
Couleur	rouge	violet	bleu	vert	jaune

On se propose de l'utiliser comme indicateur coloré acido-basique naturel.

Trois solutions de concentrations molaires en solution apportées voisines de $0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ sont testées par cet indicateur coloré. On obtient les résultats suivants :

Solution	A	B	C
Couleur	rouge	rouge	jaune

- 1) Dire pour chacune des solutions s'il s'agit d'un acide ou d'une base.
- 2) Une détermination plus précise du pH des solutions A et B donne les résultats suivants :

Solution	A	B
pH	2,9	1,0

- a) Écrire l'équation de la réaction d'un acide sur l'eau ; on utilisera le couple AH/A^-
 - b) Donner l'expression de la constante de la réaction précédente. Comment peut-on déterminer sa valeur ?
 - c) Le pK_A du couple auquel appartient l'acide éthanóïque est 4,8. Que peut-on en conclure quant à la réaction entre l'acide éthanóïque et l'eau ?
 - d) Laquelle des 2 solutions A ou B est la solution d'acide éthanóïque. Justifier votre réponse.
 - e) Faire le diagramme de prédominance des espèces chimiques de la solution d'acide éthanóïque.
- 3) Vous disposez du matériel suivant :
- pipettes jaugées : 1 mL; 5 mL; 10 mL; 20 mL;
 - eau distillée;
 - fioles jaugées : 50 mL; 100 mL; 200 mL;
 - propipette
 - éprouvettes graduées : 10 mL; 50 mL; 100 mL;
 - pH-mètre avec sonde étalonnée;
 - burette de 25 mL;
 - agitateur magnétique; barreau aimanté; béchers.

Décrire le protocole expérimental permettant, à partir de la solution identifiée à la question 2) d) de préparer un volume $V_\text{S} = 100 \text{ mL}$ d'une solution S d'acide éthanóïque diluée dix fois.

4) Sur la figure 1 ci-après, on trouve la courbe expérimentale du dosage d'un volume $V_{\text{éch}} = 20,0 \text{ mL}$ de la solution S d'acide éthanóïque par une solution d'hydroxyde de sodium (appelé soude) de concentration molaire $C(\text{NaOH}) = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La courbe tracée donne la variation du pH en fonction du volume V de soude versée.

- Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser le suivi pHmétrique du dosage en indiquant les noms des récipients utilisés et les réactifs qu'ils contiennent.
- Écrire l'équation de la réaction de dosage.
- Définir l'équivalence du dosage.
- Par quelle méthode, à partir du graphe $\text{pH} = f(V)$, peut-on déterminer le volume équivalent ?
- Choisir parmi les valeurs suivantes la valeur du volume équivalent V_E :
 $20,0 \text{ mL}$ $19,3 \text{ mL}$ $20,3 \text{ mL}$
- En déduire la concentration molaire $c(\text{CH}_3\text{COOH})_S$ de la solution S d'acide éthanóïque.
- En l'absence de pH-mètre, l'indicateur coloré chou rouge permet-il de visualiser l'équivalence ? Justifier la réponse.

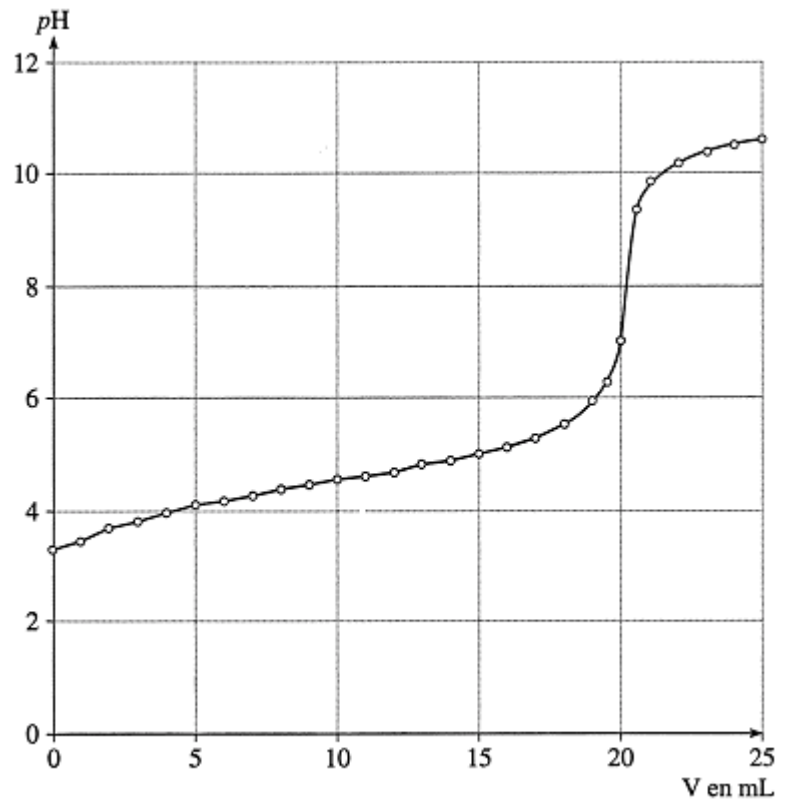


Figure 1

5)

La figure 2 ci-après, obtenue avec un logiciel, présente la simulation du même dosage. Les courbes tracées représentent les variations :

- du pH en fonction du volume V de soude ajoutée,
- des pourcentages des espèces acide éthanóïque et ions éthanóate en fonction de V.

- Identifier les courbes 2 et 3. Justifier la réponse.
- Que peut-on dire des concentrations molaires des espèces acide et base conjuguées présentes dans le mélange au point d'intersection des courbes 2 et 3 ?
- Expliquer, à partir des graphes, comment on peut déduire une valeur approchée du pK_A du couple acide éthanóïque/ion éthanóate.

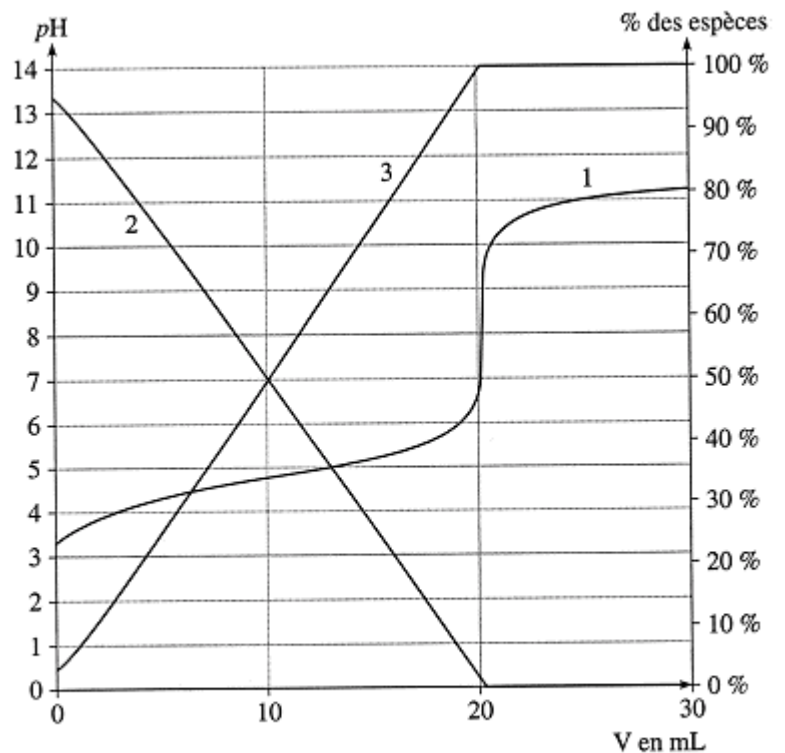


Figure 2

II. ETUDE CINÉTIQUE DE LA RÉACTION DE L'EAU OXYGÉNÉE AVEC LES IONS IODURE

Données mathématiques : $1/3 \approx 0,33$ et $2/3 \approx 0,67$

On veut étudier la cinétique de la **réaction totale mais lente** entre les ions iodure I^- et le peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) H_2O_2 .

L'équation de la réaction étudiée est :

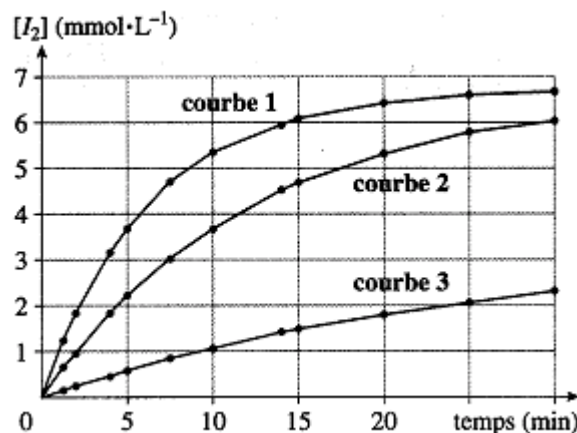


On réalise les trois mélanges ci-dessous (pour chacun des mélanges, l'eau oxygénée est introduite à la date $t = 0$ s)

	Acide sulfurique (1,0 mol.L ⁻¹)	Solution I ⁻ (0,10 mol. L ⁻¹)	Eau oxygénée (0,10 mol.L ⁻¹)	Eau distillée
Mélange A	10,0 mL	10,0 mL	2,0mL	8,0 mL
Mélange B	10,0 mL	10,0 mL	1,0 mL	9,0 mL
Mélange C	10,0 mL	18,0 mL	2,0 mL	0 mL

La concentration de diiode formé est déterminée à chaque instant par spectrophotométrie.

Le document ci contre donne les concentrations en diiode formé en millimole par litre en fonction du temps.



A. Étude de l'état initial et de l'état final

Dans les trois mélanges, l'acide sulfurique est en large excès

- 1) En expliquant le détail du raisonnement, calculer, pour le mélange A, les quantités de matière d'eau oxygénée et d'ion iodure exprimées en millimole.
- 2) En expliquant le détail du raisonnement, calculer, pour le mélange A, l'avancement final et indiquer le réactif limitant.
- 3) En expliquant le détail du raisonnement, calculer, pour le mélange A, la concentration molaire finale diiode $[I_2]_f$.
- 4) Reproduire et compléter sans explication le tableau ci-dessous

	$n_i (H_2O_2)$ (mmol)	$n_i (I^-)$ (mmol)	x_f (mmol)	Réactif limitant	$[I_2]_f$ (mmol.L ⁻¹)
Mélange A					
Mélange B					
Mélange C					

5) Facteurs cinétiques

- a) Quel facteur cinétique différencie les mélanges A et B ?
- b) Quel facteur cinétique différencie les mélanges A et C ?
- c) Attribuer à chaque courbe numérotée le mélange correspondant A, B ou C en justifiant.

B. Etude cinétique

- 1) Soit V le volume de chacun des mélanges.
 - a) Définir la vitesse de la réaction $v_{(t)}$.

b) Montrer que la vitesse de la réaction peut s'écrire sous la forme : $v_{(t)} = \frac{d[I_2]}{dt}$

- 2) Détermination expérimentale de la vitesse de réaction

- a) Exposer succinctement la méthode permettant de déterminer cette vitesse à un instant t à partir d'un graphe $[I_2]_f = f(t)$.
- b) Comment évolue cette vitesse au cours du temps ? Justifier votre réponse.
- c) Comment expliquer cette évolution ?

- 3) Choisir parmi les valeurs proposées la valeur de la vitesse de la réaction à $t = 5$ min pour le mélange C :

- $0,050 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- $0,20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- $1,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- $5,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- $0,10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- $0,50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- $2,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

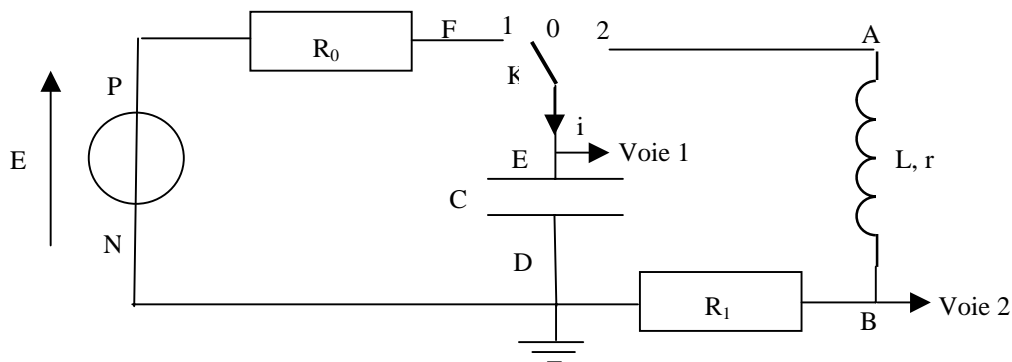
C. Rôle de l'acide sulfurique

- 1) Dans cette réaction, l'acide sulfurique peut-il être considéré comme un réactif ?
- 2) Expliquer comment on pourrait, expérimentalement, étudier l'influence de la concentration en acide sulfurique sur la vitesse de la réaction.

III. CIRCUIT RLC

Le circuit est constitué :

- une bobine d'inductance $L = 0,80 \text{ H}$ et de résistance interne $r = 10 \Omega$
- un condensateur de capacité $C = 20 \mu\text{F}$
- une résistance $R_1 = 10 \Omega$.
- Un générateur idéal de tension : $E = 4,0 \text{ V}$
- on posera $R = R_1 + r$



A. Charge du condensateur

Le condensateur étant déchargé, l'interrupteur est placé en position 1

- 1) Écrire la loi d'additivité des tensions dans le circuit.
- 2) Établir l'équation différentielle correspondante avec $u_{ED} = f(t)$ comme variable. On demande une démonstration rigoureuse : chaque étape du raisonnement doit être justifiée.
- 3) Quelle est la valeur de u_{ED} à l'instant $t = 0$ où on bascule l'interrupteur en position 1 ?
- 4) Quelle est la valeur de u_{ED} lorsque la charge du condensateur est terminée ?
- 5) La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme $u_{ED} = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
 - a) Établir l'expression de A. Donner sa valeur.
 - b) Établir l'expression littérale de τ .

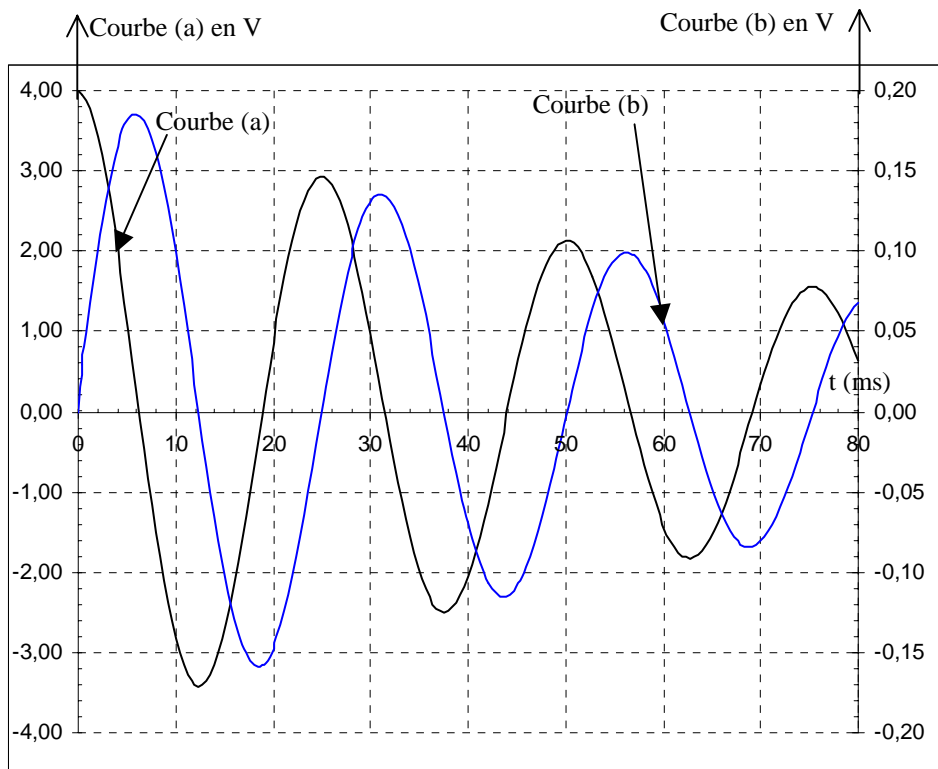
B. Analyse du fonctionnement du montage RLC

La charge du condensateur étant terminée, l'interrupteur est basculé en position 2 à un instant que l'on choisira comme origine des dates.

- 1) Quelles sont les tensions mesurées sur chaque voie de la carte d'acquisition ?
- 2) À défaut d'une interface d'acquisition pour ordinateur, quel type d'appareil peut-on utiliser pour réaliser les enregistrements reproduits ci-dessous ? Justifier la réponse.
- 3) Que se passe-t-il dans le circuit lorsque on bascule l'interrupteur en position 2 ?

C. Exploitation de l'enregistrement

- 1) Identifier les courbes (a) et (b) en leur attribuant les tensions définies au B 1). Justifier la réponse.
- 2) Déterminer graphiquement la pseudo-période T des oscillations.
- 3) Calculer l'énergie totale du circuit à l'instant $t = 0 \text{ s}$. Sous quelle forme se présente-t-elle ?
- 4) Soit t_1 , la date à laquelle la tension aux bornes de la résistance passe par son troisième maximum positif.
 - a) Déterminer l'intensité du courant à la date t_1 .
 - b) Calculer l'énergie stockée dans la bobine à cet instant t_1 .
 - c) Calculer l'énergie dans le circuit à la date t_1 ?
 - d) Exprimer l'énergie stockée à la date t_1 en pourcentage de l'énergie totale initiale.
 - e) On souhaiterait augmenter ce pourcentage. Sur quel paramètre doit-on agir ? Justifier la réponse.



IV. QCM SUR LES ONDES MECANIQUES ET LES TRANSFORMATIONS NUCLEAIRES

Instructions

L'exercice est un questionnaire à choix multiples constitué de 5 questions. À chaque question peuvent correspondre aucune, une ou plusieurs propositions exactes.

Inscrire sur la feuille réponse en toutes lettres "Vrai" ou "Faux" dans la case correspondante.

- Toute réponse exacte rapporte 0,25 point.
- Toute réponse inexacte entraîne le retrait de 0,25 point.
- Pas de réponse à une proposition ne rapporte ni ne retire aucun point.

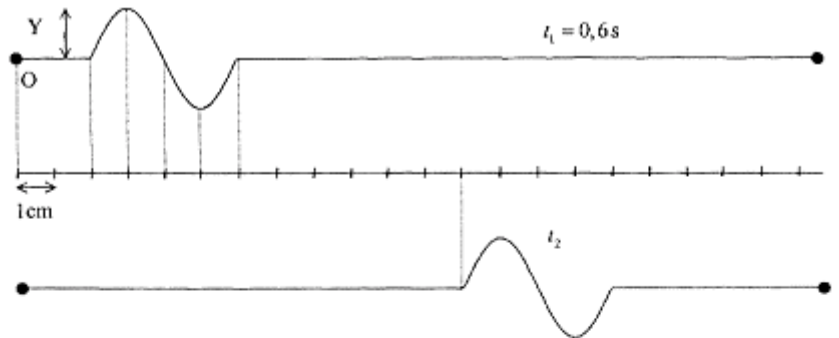
Si la somme des points est négative en fin d'exercice, la note pour la question est égale à zéro.

Dans ce type d'exercices, une lecture attentive des énoncés est absolument nécessaire, le vocabulaire employé et les questions posées étant très précis. Il peut être nécessaire d'effectuer quelques calculs pour répondre mais aucune justification n'est demandée

1) Question 1

A l'instant $t = 0$, une corde subit, en son extrémité O , une perturbation selon la verticale. Les graphes ci-dessous représentent l'aspect de la corde aux instants $t_1 = 0,6$ s et t_2 , à déterminer :

- L'amplitude du signal est de $2Y$.
- La célérité de l'onde est de $0,1 \text{ m.s}^{-1}$.
- La durée de la perturbation est de $0,4$ s.
- $t_2 = 1,5$ s.

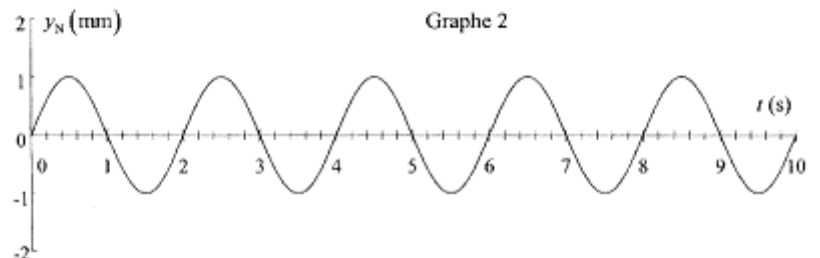
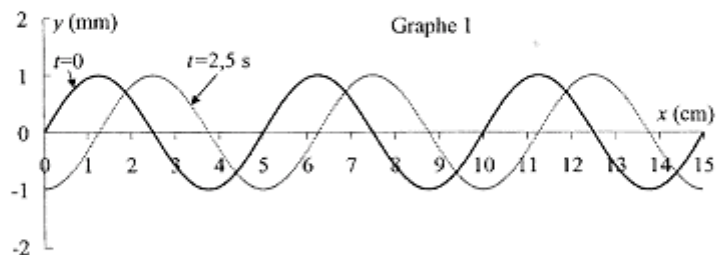


2) Question 2

Le graphe 1 schématise une corde vibrante aux instants $t = 0$ et $t = 2,5$ s.

Le graphe 2 représente $y_{N(t)}$ où N est un point à

- Il s'agit d'une onde sinusoïdale longitudinale
- Le graphe 2 peut correspondre au point situé à $2,5$ cm de O .
- La longueur d'onde vaut $2,5$ cm.
- La célérité de l'onde est de 10 cm.s^{-1} .



3) Question n°3

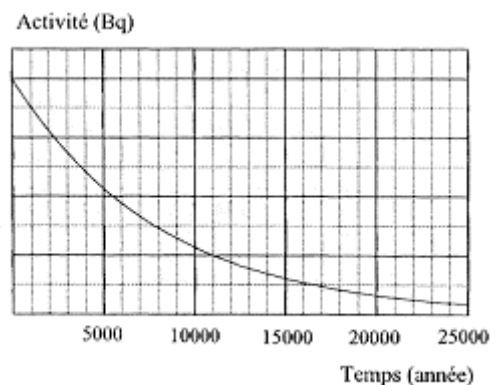
Pour dater un morceau de bois ancien, on utilise la méthode de datation au carbone 14.

La désintégration du carbone 14, $^{14}_6\text{C}$ donne le noyau $^{14}_7\text{N}$.

Pour cela on dispose de :

- l'activité du bois ancien mesurée aujourd'hui de 1 Bq .
- l'activité d'un morceau récent de bois analogue mesurée aujourd'hui de 4 Bq .
- l'évolution de l'activité de ce type de bois en fonction du temps.

- Le temps de demi-vie du carbone 14 est de 5500 ans.
- Le bois ancien donne actuellement 600 désintégrations toutes les 10 minutes.
- Le bois ancien date de plus de $25\,000$ ans.
- La désintégration du carbone 14 est de type β^+ .



4) Question 4

On considère la réaction nucléaire suivante : ${}_{94}^{239}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_x^{135}\text{Te} + {}_{42}^y\text{Mo} + 3 {}_0^1\text{n}$

- a) Cette réaction correspond à une désintégration spontanée.
- b) Cette réaction est une réaction de fission
- c) $y = 104$
- d) ${}^{135}_x\text{Te}$ comporte 83 neutrons

5) Question n°5

Le radium ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ se désintègre spontanément en émettant une particule α . Le noyau fils formé est un isotope du radon (Rn).

- a) Le noyau fils formé contient 138 neutrons.
- b) Les noyaux ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ et ${}_{86}^{226}\text{Rn}$ sont des isotopes.
- c) Le noyau ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ est obtenu à la suite de 3 désintégrations α du noyau d'uranium ${}_{92}^{238}\text{U}$
- d) La masse du noyau ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ est égale à la somme des masses de ses nucléons.

✂-----

Nom :

Feuille réponse du Q.C.M ondes et nucléaire

Question	Proposition	Réponses	notes	Total
1	a)			
	b)			
	c)			
	d)			
2	a)			
	b)			
	c)			
	d)			
3	a)			
	b)			
	c)			
	d)			
4	a)			
	b)			
	c)			
	d)			
5	a)			
	b)			
	c)			
	d)			