


<b>RÉPUBLIQUE TUNISIENNE</b> <b>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION</b> <b>EXAMEN DU BACCALAURÉAT</b> <b>SESSION 2020</b>	<b>Session principale</b>	
	 Épreuve : <b>Sciences physiques</b>	Section : <b>Sciences expérimentales</b>
	Durée : <b>3h</b>	Coefficient de l'épreuve: <b>4</b>

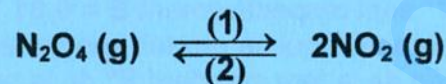
β β β β β β

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

## CHIMIE (9 points)

### Exercice 1 (4 points)

À une température  $\theta_1$  et sous une pression  $P$  adéquates, on introduit à l'instant  $t = 0$ , dans une enceinte fermée à paroi rigide préalablement vide,  $n_0$  mol du gaz tétraoxyde de diazote ( $N_2O_4$ ). La décomposition de ce gaz conduit à l'équilibre chimique ( $E_1$ ) modélisé par l'équation chimique suivante :



Avec :

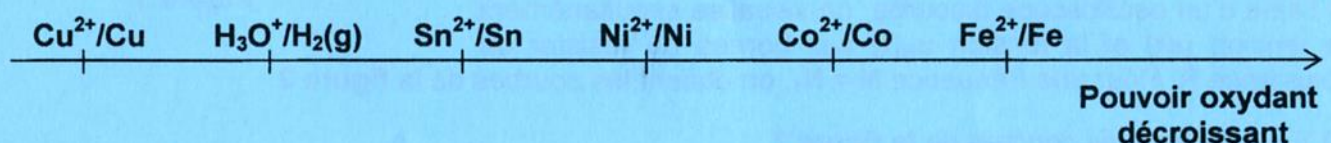
$N_2O_4$  : gaz incolore

$NO_2$  : gaz jaune-brun

- 1) Lorsque l'équilibre chimique ( $E_1$ ) est atteint, le nombre total de moles de gaz dans l'enceinte est  $n_T = 0,91$  mol.
  - a- Dresser le tableau descriptif en avancement  $x$ , relatif à la réaction de décomposition de  $N_2O_4$ .
  - b- Le taux d'avancement final de la réaction (1) est  $\tau_{f1} = 0,3$ . Déterminer la valeur de  $n_0$  ainsi que celle de l'avancement final  $x_{f1}$  de la réaction (1).
- 2) Le mélange gazeux de couleur jaune-brun est à l'état d'équilibre chimique ( $E_1$ ). Une variation de la pression  $P$  de ce mélange, à la même température  $\theta_1$ , conduit à un nouvel état d'équilibre ( $E_2$ ) caractérisé par un affaiblissement de l'intensité de la couleur jaune-brun du mélange réactionnel.
  - a- Dédire le sens d'évolution suivant lequel l'équilibre chimique ( $E_1$ ) s'est déplacé suite à cette variation de la pression  $P$ .
  - b- Préciser en le justifiant, s'il s'agit d'une diminution ou d'une augmentation de la pression  $P$ .
- 3) On reprend le mélange gazeux à l'état d'équilibre chimique ( $E_1$ ). On élève la température à une valeur  $\theta_2$  tout en conservant la pression constante. Un nouvel état d'équilibre chimique ( $E_3$ ) s'établit, tel que 50 % de  $N_2O_4$  introduit dans l'enceinte à  $t = 0$  se sont dissociés.
  - a- Comparer en le justifiant, le taux d'avancement final  $\tau_{f3}$  de la réaction de décomposition de  $N_2O_4$  à  $\tau_{f1}$ . En déduire si la couleur jaune-brun du mélange gazeux obtenu en ( $E_3$ ) est plus intense ou plus claire que celle du mélange obtenu en ( $E_1$ ).
  - b- Justifier que la réaction de décomposition de  $N_2O_4$  est endothermique.
  - c- Déterminer la composition du mélange réactionnel lorsque l'état d'équilibre chimique ( $E_3$ ) est atteint.

### Exercice 2 (5 points)

On donne la classification électrochimique de quelques couples redox suivante :



Les potentiels standard d'électrodes de ces couples redox, à 25 °C, sont consignés d'une manière aléatoire dans le tableau 1 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie).

- 1) a- Définir le potentiel standard d'électrode d'un couple redox.  
 b- Compléter le **tableau 1** de la **page 5/5** en plaçant chacun des couples redox manquants dans la case correspondante.
- 2) On considère une demi-pile formée par une électrode métallique attaquable et une solution aqueuse de son sel. Le couple redox mis en jeu est  $M^{2+}/M$  ( $M$  représente le métal et  $M^{2+}$  son ion en solution). On réalise les deux piles suivantes :
  - pile ( $P_1$ ) : symbolisée par  $Pt | H_2 (P = 1 \text{ atm}) | H_3O^+ (1 \text{ mol.L}^{-1}) || M^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) | M$ . La mesure de la fem initiale  $E_{i1}$  de cette pile donne :  $E_{i1} < 0$  ;
  - pile ( $P_2$ ) : symbolisée par  $Co | Co^{2+} (C \text{ mol.L}^{-1}) || M^{2+} (C \text{ mol.L}^{-1}) | M$ . La mesure de la fem initiale  $E_{i2}$  de cette pile donne :  $E_{i2} > 0$ .
  - a- Justifier que le potentiel standard d'électrode  $E^\circ_{M^{2+}/M}$  du couple  $M^{2+}/M$  est négatif.
  - b- À l'instant  $t = 0$  pris comme origine des temps, on relie les bornes de la pile ( $P_2$ ) à un circuit extérieur. Écrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile ( $P_2$ ) débite du courant électrique.
  - c- En déduire un encadrement de  $E^\circ_{M^{2+}/M}$ .
- 3) La concentration  $C$  étant de valeur  $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . La pile ( $P_2$ ) débite toujours du courant électrique dans le circuit extérieur. À un instant ultérieur  $t_1$ , les valeurs de la fem  $E$  de cette pile et de la concentration en ions  $M^{2+}$  sont respectivement  $E = 0,01 \text{ V}$  et  $[M^{2+}] = 6,34 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Soit  $y$  l'avancement volumique de la réaction qui se produit spontanément à l'instant  $t_1$ .
  - a- Exprimer la fem  $E$  en fonction de la fem standard  $E^\circ$  de la pile ( $P_2$ ), de  $C$  et de  $y$ .
  - b- Déterminer la valeur de  $E^\circ_{M^{2+}/M}$  et identifier le métal  $M$  parmi les métaux donnés dans la classification électrochimique précédente.
  - c- Calculer la valeur de la constante d'équilibre  $K$  relative à l'équation chimique associée à la pile ( $P_2$ ).
  - d- La pile ( $P_2$ ) est usée. Déterminer :
    - d<sub>1</sub>- les valeurs des concentrations finales en ions  $Co^{2+}$  et  $M^{2+}$  ;
    - d<sub>2</sub>- la masse  $m$  du métal  $M$  déposé.

On donne la masse molaire du métal :  $M (M) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$

On suppose qu'aucune des électrodes de la pile ( $P_2$ ) ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions sont égaux, de valeur  $V = 50 \text{ mL}$  chacun et demeurent constants durant le fonctionnement de la pile ( $P_2$ ).

## PHYSIQUE (11 points)

### Exercice 1 (5 points)

Le circuit électrique de la **figure 1** comporte, montés en série, un résistor de résistance  $R = 130 \Omega$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un condensateur de capacité  $C$  et un ampèremètre (**A**). Un générateur basse fréquence (**GBF**) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ , d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est  $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ , avec  $I_m$  son amplitude et  $\varphi_i$  sa phase initiale. À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension  $u(t)$  et la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor de résistance  $R$ . Pour une fréquence  $N = N_1$ , on obtient les courbes de la **figure 2**.

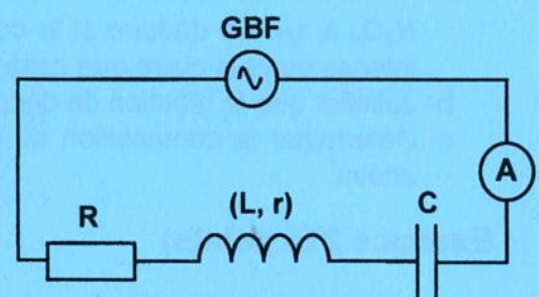


Figure 1

- 1) En exploitant les courbes de la **figure 2** :
  - a- déterminer la valeur de la fréquence  $N_1$  ;

b- montrer que le déphasage de la tension  $u(t)$  par rapport à l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant électrique est :  $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i = \frac{\pi}{3}$  rad.

En déduire la nature du circuit (capacitif, inductif ou résistif).

- 2) a- Déterminer la valeur de l'intensité efficace  $I_1$  du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.  
 b- Déterminer la valeur de l'impédance électrique  $Z_1$  du circuit.

c- Montrer que :  $r = \frac{Z_1 - 2R}{2}$ . Calculer sa valeur.

- 3) L'équation différentielle régissant l'évolution de  $i(t)$  au cours du temps s'écrit :

$$(R + r)i + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$$

Un voltmètre (V) branché aux bornes de l'ensemble {résistor, bobine} du circuit indique une valeur  $U_1 = 11,6$  V.

La figure 3 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie) représente la construction de Fresnel inachevée, à la fréquence  $N_1$ , relative à l'équation différentielle précédente.

a- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 3 de la page 5/5.

b- En déduire les valeurs de L et de C.

- 4) Le voltmètre (V) est maintenant branché aux bornes de l'ensemble {bobine, condensateur}. On règle la fréquence N à une valeur  $N_2$  de façon à annuler le déphasage  $\Delta\phi$ .

- a- Déterminer la valeur de l'intensité efficace  $I_2$  du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.  
 b- Déterminer la valeur de la tension efficace  $U_2$  indiquée par le voltmètre (V).

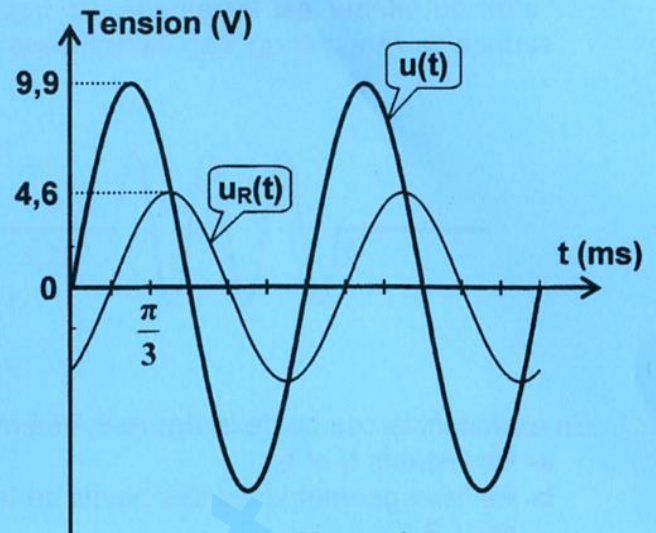


Figure 2

### Exercice 2 (3 points)

Un vibreur muni d'une pointe provoque, en un point S de la surface libre d'une nappe d'eau, initialement au repos contenue dans une cuve à ondes, des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence N. Une onde progressive, de longueur d'onde  $\lambda$ , se propage à la surface libre de l'eau avec une célérité v constante. Le point S débute son mouvement à l'instant  $t = 0$ , en partant de l'état de repos. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

On considère deux points A et B de la surface libre de l'eau situés sur la même direction de propagation (Sx), du même côté du point S et à des distances respectives  $SA = x_A$  et  $SB = x_B$ , avec  $x_B > x_A$ . (Voir la figure 4).

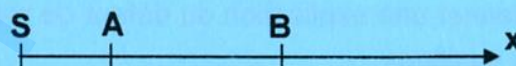


Figure 4

La figure 5 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie) représente le diagramme du mouvement du point B.

- 1) Déterminer graphiquement les valeurs de la fréquence N et de l'amplitude a.  
 2) L'onde issue de S atteint le point A à l'instant  $t_A = 0,1$  s.  
 a- Représenter, sur le même système d'axes de la figure 5 de la page 5/5, le diagramme du mouvement du point A.  
 b- Montrer que la longueur d'onde  $\lambda$  s'exprime par la relation :  $\lambda = \frac{x_B - x_A}{N \cdot \Delta t}$  ; où  $\Delta t$  représente la durée de propagation de l'onde du point A au point B.  
 c- Déduire les valeurs de la longueur d'onde  $\lambda$  et de la célérité v de propagation.  
 On donne  $x_A = 1,2$  cm et  $x_B = 3$  cm.

- 3) À un instant  $t_1$  et suite à une coupure du courant électrique, le vibreur s'arrête. On suppose que l'arrêt du vibreur est instantané. La **figure 6** représente, à un instant  $t_2 > t_1$ , une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S.

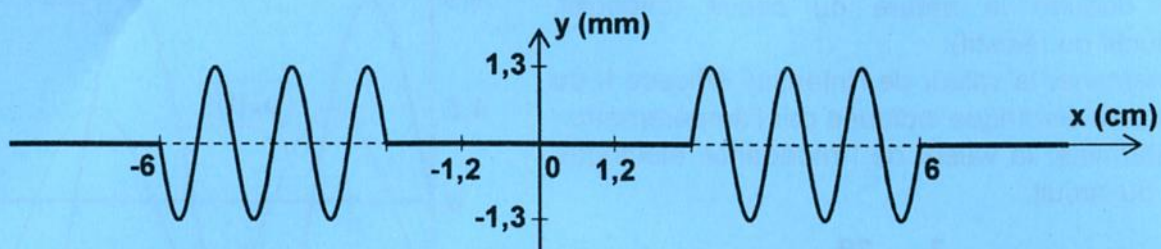


Figure 6

En exploitant la courbe de la **figure 6**, déterminer :

a- les instants  $t_1$  et  $t_2$  ;

b- les lieux géométriques des points de la nappe d'eau qui, à l'instant  $t_2$ , vibrent en phase avec le point B.

### Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

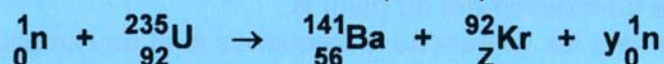
#### L'équivalence masse-énergie

En 1913, Paul Langevin transpose les réflexions d'Einstein à la physique nucléaire et explique ainsi le « défaut de masse » des noyaux atomiques : pourquoi la masse d'un noyau atomique est-elle toujours inférieure à la somme des masses au repos des nucléons qui le constituent ? Langevin propose que le noyau, en se formant à partir de ses composants, libère de l'énergie pour stabiliser sa structure et que cette libération d'énergie s'accompagne d'une perte de masse.

Quelques années plus tard, une autre découverte dévoile toute la signification de l'équivalence masse-énergie : la fission nucléaire. En 1938, les chimistes allemands Otto Hahn et Fritz Strassmann, en bombardant de l'uranium avec des neutrons, notent, dans les produits de la réaction, la présence du baryum radioactif, c'est-à-dire d'un élément dont le noyau comporte moins de protons que l'uranium. Les physiciens autrichiens Lise Meitner et Otto Frisch interprètent ce résultat par la fission de l'uranium : l'uranium, bombardé par des neutrons, se fragmente en deux noyaux plus légers et plusieurs neutrons. L'énergie libérée correspond à une petite partie de la masse au repos du noyau d'uranium, mais est déjà considérable. En outre, les neutrons émis lors de la fission pourraient peut-être à leur tour, dans des conditions adéquates, provoquer de nouvelles fissions, produisant ainsi une réaction en chaîne qui libérerait une énorme quantité d'énergie.

*D'après un article de Silvio Bergia,  
Revue POUR LA SCIENCE, mai 2002.*

- 1) En se référant au texte, donner une explication du défaut de masse qui accompagne la formation d'un noyau à partir de ces nucléons.
- 2) Justifier à partir du texte, que la réaction de fission nucléaire s'accompagne d'une conversion de la masse en énergie.
- 3) La réaction nucléaire, décrite dans le texte, se traduit par l'équation suivante :



a- En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer Z et y.

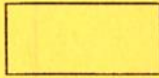
b- Calculer, en MeV, l'énergie W libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.

On donne :  $m({}_{92}^{235}\text{U}) = 234,9934 \text{ u}$  ;  $m({}_{56}^{141}\text{Ba}) = 140,9144 \text{ u}$  ;  $m({}_{36}^{92}\text{Kr}) = 91,9261 \text{ u}$   
 $m({}_0^1\text{n}) = 1,0087 \text{ u}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$ .



Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
 Nom et Prénom : .....  
 Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants  
 .....  
 .....

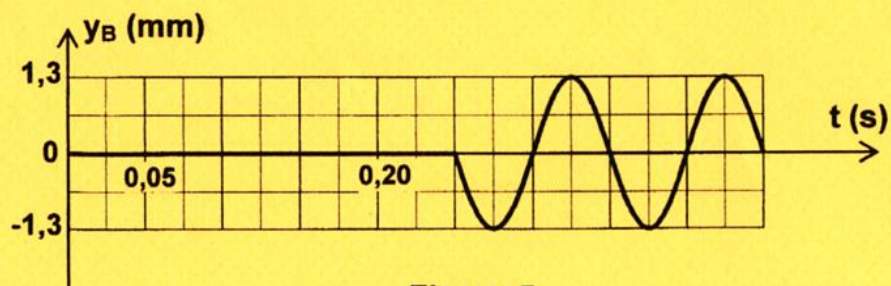
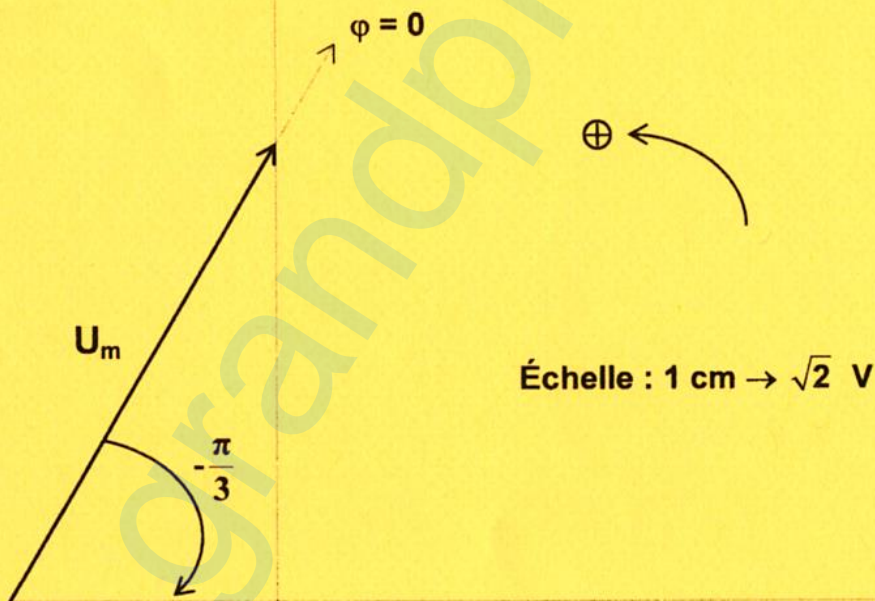


**Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales  
 Session principale (2020)  
 Annexe à rendre avec la copie**

**Tableau 1**

$E^\circ_{\text{Ox/Red}} \text{ (V)}$	-0,28	0,34	0	-0,14	-0,44	-0,26
Couple Ox/Red	$\text{Co}^{2+}/\text{Co}$	.....	$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2(\text{g})$	.....	.....	$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$

**Figure 3**



**Figure 5**