

Lycée qualifiant Aoulouz	Physique et chimie 2 <sup>ème</sup> année BAC PC OF	Année scolaire : 2019-2020
Pr : Hicham EL AAOUADA	Devoir surveillé N°2 S 1	Durée : 2 Heures

**Physique : 13 points**

**EXERCICE 1 : DES ISOTOPES DU PHOSPHORE 31 (7 points)**

Dans la nature, l'isotope prépondérant de l'élément phosphore est le phosphore 31.

**Partie I : Le phosphore 32**

Substance radioactive artificielle, le phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$  est utilisé en médecine nucléaire. Il est radioactif  $\beta^-$ . Il se présente sous forme d'une solution qui s'injecte par voie veineuse pour traiter la polyglobulie primitive (maladie de Vaquez). Il se fixe sélectivement sur les globules rouges (hématies), car il suit le métabolisme du fer, abondant dans ces globules, et son rayonnement détruit les hématies en excès. C'est un traitement efficace et bien toléré de cette affection.

*D'après le site « dictionnaire médical »*

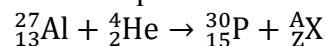
**Données :**

- La masse molaire du phosphore 32 est :  $M(^{32}\text{P}) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- La constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- La constante radioactive du phosphore 32 est :  $\lambda = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} = 4,84 \cdot 10^{-2} \text{ jour}^{-1}$ .
- Extrait du tableau périodique :  $_{11}\text{Na}$  ;  $_{12}\text{Mg}$  ;  $_{13}\text{Al}$  ;  $_{14}\text{Si}$  ;  $_{15}\text{P}$  ;  $_{16}\text{S}$  ;  $_{17}\text{Cl}$

1. Donner la composition du noyau de phosphore 32. (0,25 pt)
2. Définir le terme « isotope ». (0,25 pt)
3. Etablir l'équation de désintégration du phosphore 32 en précisant l'élément formé. (0,5 pt)
4. Un patient reçoit par voie intraveineuse une solution de phosphate de sodium contenant une masse  $m_0 = 1,00 \cdot 10^{-8} \text{ g}$  de phosphore 32.
  - 4.1 Calculer le nombre initial  $N_0$  de noyaux de phosphore 32. (0,5 pt)
  - 4.2 Vérifier que l'activité de l'échantillon de phosphore reçu par le patient à  $t = 0$  est  $a_0 = 1,05 \cdot 10^8 \text{ Bq}$ . (0,5 pt)
  - 4.3 Définir la demi-vie  $t_{1/2}$  puis établir la relation entre  $t_{1/2}$  et  $\lambda$ . (0,75 pt)
  - 4.4 Calculer la valeur de  $t_{1/2}$  en jours. (0,25 pt)
5. Le médicament ne fonctionne pas dans le corps du patient lorsque l'activité de l'échantillon devient  $a = 1,05 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ . Déterminer en (jours) la durée nécessaire pour que le médicament ne fonctionne pas. (1 pt)

**Partie II : Le phosphore 30**

En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie ont synthétisé du phosphore 30 ( $^{30}_{15}\text{P}$ ) en bombardant de l'aluminium 27 avec des particules alpha selon l'équation :



**Données :**

$1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$  ;  $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$  ;  $\xi(^{31}_{15}\text{P}) = 8,48 \text{ MeV/nucléon}$ .

Masse Particule	$m_p$	$m_n$	$m(^{30}_{15}\text{P})$	$m(^{27}_{13}\text{Al})$	$m(^4_2\text{He})$
Valeur en (u)	1,00728	1,00866	29,97006	26,97440	4,00150

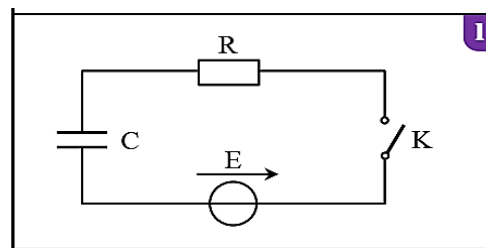
1. En utilisant les lois de conservation, montrer que la particule X est un neutron et donner son symbole. (0,5)
2. Déterminer l'énergie produite lors de cette réaction nucléaire. Conclure. (0,75 pt)
3. Donner l'expression du défaut de masse  $\Delta m$  du noyau  ${}^{30}_{15}\text{P}$ . (0,5 pt)
4. Calculer (en MeV) l'énergie de liaison d'un noyau de phosphore 30. En déduire l'énergie de liaison par nucléon  $\xi({}^{30}_{15}\text{P})$ . (0,75 pt)
5. Parmi ces deux isotopes  ${}^{30}_{15}\text{P}$  et  ${}^{31}_{15}\text{P}$  lequel est plus stable ? Justifier votre réponse. (0,5 pt)

## Exercice 2 : Détermination de la capacité d'un condensateur (6 points)

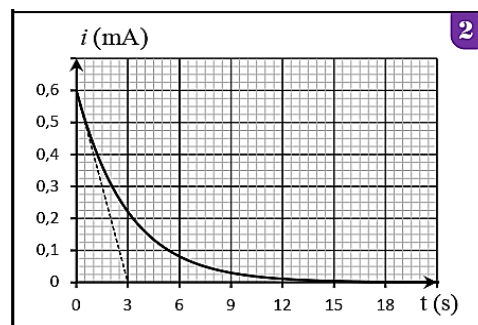
L'objectif de cet exercice est la vérification expérimentale de la capacité  $C$  d'un condensateur de flash d'un appareil photographique.

Sur l'étiquette d'un condensateur de flash d'un appareil photographique on trouve les valeurs suivantes :  $[100 \text{ V} , 150 \mu\text{F} , 105^\circ\text{C}(\text{Max})]$ .

Pour vérifier la valeur de la capacité  $C$ , le condensateur est déchargé initialement, puis on réalise le circuit donné en figure (1) : tel que  $E = 12 \text{ V}$  la force électromotrice d'un générateur idéal de tension et  $R$  la résistance d'un conducteur ohmique et  $K$  un interrupteur de courant.



A  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$  et on suit l'évolution de l'intensité de courant  $i(t)$  en fonction de temps dans le circuit. On obtient la courbe de la figure (2).



1. Après avoir recopier le schéma de la figure 1 sur votre feuille, représenter en convention récepteur la tension  $u_c$  aux bornes de condensateur et la tension  $u_R$  aux bornes de conducteur ohmique. (0,5 pt)

2. Montrer sur le schéma comment brancher l'oscilloscope pour visualiser la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur. (0,5 pt)

3. Etablir que l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_c$  s'écrit sous la forme : (0,75 pt)

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = E$$

4. La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :  $u_c(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ . Déterminer les constantes  $A$  et  $\tau$  en fonction des paramètres du circuit. (0,75 pt)

5. Déduire que l'expression de l'intensité du courant de le circuit d'écrit sous la forme :  $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$ . (0,5 pt)

6. Montrer par l'analyse dimensionnelle que  $\tau$  est homogène à un temps. (0,5 pt)

7. En utilisant la courbe de la figure (2) :

7.1 Vérifier que  $R = 20 \text{ k}\Omega$ . (0,25 pt)

7.2 Déterminer la valeur de la constante de temps  $\tau$ , et déduire la valeur de la capacité  $C$ . (0,5 pt)

8. On peut obtenir un condensateur de capacité  $C$  si on associe deux condensateurs en parallèle de capacité  $C_1$  et  $C_2$  tel que  $C_1 = 2C_2$ . Déterminer la valeur de  $C_1$  et  $C_2$ . (0,75 pt)

9. On rappelle que la puissance instantanée est égale  $P = \frac{dE_e}{dt}$ .

9.1 Monter que l'expression de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur est  $E_e = \frac{1}{2} C \cdot u_c^2$ . (0,75 pt)

9.2 Calculer  $E_{e,max}$  l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur en régime permanent. (0,25 pt)

### Chimie : 7 points

Ennemi numéro un des cafetières, le tartre s'y installe au quotidien. Il peut rendre ces machines inutilisables et altérer le goût du café. Pour préserver ces appareils, il est donc indispensable de les détartrer régulièrement. Plusieurs fabricants d'électroménager recommandent d'utiliser des détartrants à base d'acide lactique  $C_3H_6O_3$  ; en plus d'être efficace contre le tartre, cet acide est biodégradable et non corrosif pour les pièces métalliques se trouvant à l'intérieur des cafetières.

L'objectif de cet exercice est d'étudier les propriétés de la réaction de l'acide lactique avec l'eau. Pour cela on prépare deux solutions aqueuses ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) de cet acide et on fait deux mesures différentes :

Solution ( $S_1$ ) : Son volume  $V_1$  ; sa concentration  $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  ; la mesure de pH de cette solution donne la valeur  $\text{pH}_1 = 2,44$ .

Solution ( $S_2$ ) : Son volume  $V_2$  ; sa concentration  $C_2 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  ; sa conductivité  $\sigma = 17,9 \text{ mS} \cdot m^{-1}$ .

#### Données :

Les conductivités molaires ioniques à 25°C :

$$\lambda_{C_3H_5O_3^-} = \lambda_1 = 4,00 \text{ mS} \cdot m^2 \cdot \text{mol}^{-1} \text{ et } \lambda_{H_3O^+} = \lambda_2 = 35 \text{ mS} \cdot m^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

La conductivité dépend de la nature des ions à l'intérieur de la solution par la relation :

$$\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$$

$\lambda_i$ : conductivité molaire ionique des ions en  $\text{S} \cdot m^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  et  $[X_i]$  : concentration molaire des ions en  $\text{mol} \cdot m^{-3}$ .

1. Donner la définition d'un acide au sens de Bronsted. (0,5 pt)
2. Construire le tableau d'avancement de la réaction de l'acide lactique avec l'eau en utilisant les grandeurs suivantes : le volume  $V$ , la concentration  $C$ , l'avancement  $x$ , et l'avancement de la réaction à l'équilibre  $x_{\text{éq}}$ . (1 pt)

#### 3. Etude de la solution $S_1$ :

3.1 Trouver l'expression du taux d'avancement final  $\tau_1$  de la solution ( $S_1$ ), en fonction de  $C_1$  et  $\text{pH}_1$ . Calculer  $\tau_1$ . Conclure. (1 pt)

3.2 Montrer que l'expression de  $Q_{r,\text{éq}1}$ , le quotient de la réaction à l'équilibre pour la solution ( $S_1$ ), s'écrit sous la forme :  $Q_{r,\text{éq}1} = \frac{C_1 \cdot \tau_1^2}{1 - \tau_1}$ . (1 pt)

3.3 Déduire la valeur de la constante d'équilibre  $K_1$  de la réaction produit dans la solution ( $S_1$ ). (0,5 pt)

#### 4. Etude de la solution $S_2$ :

4.1 Exprimer le taux d'avancement final  $\tau_2$  de la solution ( $S_2$ ), en fonction de  $\sigma$ ,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $C_2$ . Calculer  $\tau_2$ . (1 pt)

4.2 Vérifier que la valeur de pH de la solution ( $S_2$ ) est  $\text{pH}_2 = 3,34$ . (0,5 pt)

4.3 Calculer la valeur de la constante d'équilibre  $K_2$  de la réaction produit dans la solution ( $S_2$ ). (0,5 pt)

#### 5. Exploitation des résultats des questions 3 et 4 :

5.1 En comparant les valeurs de  $\tau_1$  et  $\tau_2$ , Déduire l'influence de la concentration initiale sur le taux d'avancement final. (0,5 pt)

5.2 En comparant les valeurs de  $K_1$  et  $K_2$ , que peut-on déduire ? (0,5 pt)