

T<sup>es</sup> S<sub>2</sub>

(Contrôle continu : durée 4 heures)

## EXERCICE 1

(04 points)

1 On dispose d'une solution de 100 mL d'hydroxyde de sodium de concentration  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

1.1 Calculer son pH.

1.2 Quels volumes d'acide chlorhydrique centimolaire faut-il verser dans la solution précédente pour abaisser le pH : à 11 ? à 7 ? à 3 ?

1.3 On mélange, à  $25^\circ \text{C}$ ,  $30 \text{ cm}^3$  d'une solution S d'acide chlorhydrique centimolaire, et un volume  $V_b$  de soude de concentration  $C_b = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ . On ajoute quelques gouttes de B.B.T.

1.3.1 Calculer la valeur de  $V_b$  lorsque le pH du mélange vaut 2,5. Quelle est la couleur de la solution ?

1.3.2 On dilue quatre fois la solution S précédente contenant le B.B.T, on dose 20 ml de la solution obtenue avec une solution d'hydroxyde d'aluminium  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ; il a fallu verser 15 mL de la solution d'hydroxyde d'aluminium de concentration molaire volumique  $C'_b$ , pour que le mélange obtenu soit vert. Calculer  $C'_b$ .

## EXERCICE 3

(04 points)

On donne :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

- Les transitions ramenant l'hydrogène excité au troisième niveau d'énergie  $E_3$  appartiennent à la série de PASCHEN.
- Le niveau d'ionisation de l'atome pris comme niveau de référence a pour niveau d'énergie zéro, par convention.
- Le domaine de l'infra-rouge (I.R) est défini par  $0,76 \mu\text{m} < \lambda < 500 \mu\text{m}$ .

3.1 On considère les radiations émises par l'atome d'hydrogène et appartenant à la série de PASCHEN.

3.1.1 Le nombre d'onde limite de ces radiations étant  $\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = 1,21864 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$  et le niveau d'ionisation de l'atome étant le niveau de référence, déterminer  $E_3$ , en joule(s).

3.1.2 Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène peuvent s'exprimer par la relation  $E_n = -\frac{K}{n^2}$  (n, entier supérieur ou égal à 1).

Pour le troisième niveau, calculer K en joule(s) et en eV. Conclure.

3.1.3 Déterminer l'expression de la longueur d'onde  $\lambda_1$  de la première raie ainsi que celle de la longueur d'onde  $\lambda_L$  de la raie limite de la série de PASCHEN. Les calculer.

3.2 L'énergie absorbée ou émise par l'atome correspond à la valeur absolue de la différence des énergies pour deux orbites définies par p (entier supérieur ou égal à 1) et q (entier supérieur à p). Les longueurs d'onde de radiations émises obéissent à la relation

de BALMER généralisée :  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{q^2} \right)$ .

A partir des valeurs de  $\lambda_1$  ou de  $\lambda_L$  de la question (3-1-3), déterminer dans le système international, la valeur de la constante de RYDBERG.

3.3 Une lumière ultraviolette de longueur d'onde  $\lambda = 300 \text{ nm}$  frappe la surface d'un métal qui possède comme travail d'extraction  $W_S = W_0 = 2,0 \text{ eV}$ .

3.3.1 Montrer que ce rayonnement peut arracher un électron du métal.

3.3.2 Donner l'expression de la vitesse de sortie de l'électron extrait en fonction de h,  $\nu$ ,  $\nu_0$  et  $m_e$ , puis la calculer.

## EXERCICE 4

(04 points)

On considère le dispositif de YOUNG représenté ci-dessous :  $S_1$  et  $S_2$  sont deux sources lumineuses ponctuelles distantes de  $a = 1 \text{ mm}$ . Le plan (P) de l'écran d'observation parallèle à  $S_1 S_2$  est situé à la distance  $D = 1 \text{ m}$  du milieu I du segment  $S_1 S_2$  ; le point O est la projection orthogonale de I sur (P). Sur la droite perpendiculaire à IO au point O et parallèle à  $S_1$  et  $S_2$ , un point M est repéré par sa distance  $x$  du point O ( $x$  est l'abscisse de M sur un axe orienté colinéaire à cette droite).

Les deux sources  $S_1$  et  $S_2$ , sont obtenues, grâce à un dispositif interférentiel approprié, à partir d'une source ponctuelle S située sur l'axe IO.

4.1 La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

4.1.1 Décrire ce que l'on observe sur l'écran.

4.1.2 Etablir, en fonction de  $a$ ,  $x$  et  $D$ , l'expression de la différence de marche  $\delta$  au point M NB :  $x$  et  $a$  étant petits devant  $D$  on supposera que  $S_1 M + S_2 M \approx 2D$ .

4.1.3 En déduire l'expression de l'interfrange  $i$  en fonction de  $a$ ,  $D$  et  $\lambda$ . Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  sachant que  $i = 0,579 \text{ mm}$ .

4.2 La source S émet maintenant deux radiations de longueur d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ .

4.2.1 Dans une première expérience, on utilise des radiations verte et rouge de longueur d'onde respective  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 750 \text{ nm}$ .

a) Au milieu O de l'écran, on observe une coloration jaune. Expliquer cette observation.

b) Quel est l'aspect du champ d'interférences :

- au point  $M_1$  tel que :  $OM_1 = 0,75 \text{ mm}$  ?

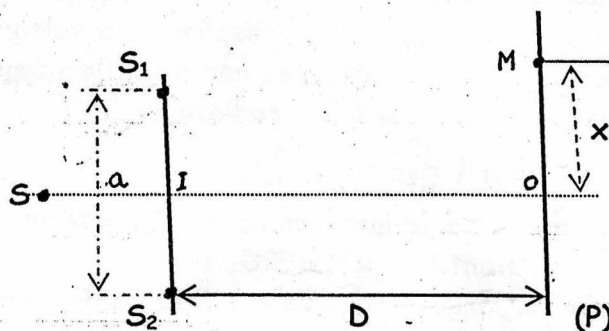
- au point  $M_2$  tel que :  $OM_2 = 1,5 \text{ mm}$  ?

4.2.2 Dans une deuxième expérience les longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  sont voisines :  $\lambda_1 = 560 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 528 \text{ nm}$ . A quelle distance minimale  $x$  du point O observe-t-on une extinction totale de la lumière ?

4.3 La source S émet de la lumière blanche que l'on supposera composée de toutes les radiations de longueur d'onde  $\lambda$  telle que :  $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$ .

4.3.1 Qu'observe-t-on sur l'écran ? Justifier brièvement la réponse.

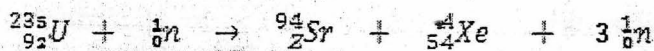
4.3.2 Quelles sont les longueurs d'onde des radiations éteintes au point M tel que  $OM = x = 1,5 \text{ mm}$  ?



Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement ces centrales utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le « combustible nucléaire ». Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant l'électricité. Certains produits de fission sont radioactifs à forte activité et dont la demi-vie ou période peut être longue.

1. Définir les termes activité et demi-vie

2. Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation suivante



3. Déterminer les valeurs de A et Z.

4. Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction de fission. Quelle est l'énergie libérée par nucléon participant à la réaction ?

Données : unité de masse atomique :  $1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$ ;  $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{J}$

Vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Particule ou noyau	Neutron	Hydrogène 1 ou proton	Hydrogène 2 ou Deutérium	Hydrogène 3 ou Tritium	Hélium 3	Hélium 4	Uranium 235	Xénon	Strontium
Symbole	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{H}$	${}_1^2\text{H}$	${}_1^3\text{H}$	${}_2^3\text{He}$	${}_2^4\text{He}$	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{54}^A\text{Xe}$	${}_{38}^9\text{Sr}$
Masse en u	1.00866	1.00728	2.01356	3.01550	3.01493	4.00150	234.9942	138.8892	93.8945

5. Il existe actuellement un projet dont l'objectif est de démontrer la possibilité technologique de la production d'énergie par la fusion des atomes. La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles. La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée. La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans. De plus il y'a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation (90% d'entre eux sont de faible ou moyenne activité).

5.1. Le deutérium et le tritium sont deux isotopes de l'hydrogène. Après avoir défini le terme « isotopes », donner la composition des noyaux de deutérium et de tritium.

5.2. Qu'appelle-t-on réaction de fusion ?

5.3. Ecrire l'équation de la réaction de fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau  ${}_2^A\text{X}$ . Identifier le noyau  ${}_2^A\text{X}$ .

5.4. Montrer que l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion est de 17,6 MeV. Quelle est alors l'énergie libérée par nucléon participant à la réaction ?

5.5. Conclure en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires

On réalise, en présence d'un catalyseur, la réaction du peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$  (eau oxygénée) en eau et en dioxygène. L'expérience s'est réalisée à température constante. On considère que le volume  $V$  de la solution de peroxyde d'hydrogène et le volume molaire gazeux vaut  $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ . On utilise  $V = 10,0 \text{ mL}$  de peroxyde d'hydrogène de concentration  $C_0 = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . On ajoute quelques gouttes du catalyseur et on note à divers instants  $t$  le volume  $V_{O_2}$  du dioxygène dégagé. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

t (min)	0	5	10	15	20	30
$V_{O_2}$ (mL)	0	1,56	2,74	3,65	4,42	5,26
$[H_2O_2]_{\text{restant}}$ (mol.L <sup>-1</sup> )						

1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène.
2. Montrer que la concentration exprimée en mol.L<sup>-1</sup> du peroxyde d'hydrogène restant est donnée par la formule :

$$[H_2O_2]_{\text{restant}} = C_0 - \frac{2V_{O_2}}{V V_m}$$

3

4

f(t).

Echelle : 1cm pour 2min ; 1cm pour  $0,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Recopier et compléter le tableau.

Tracer la courbe  $[H_2O_2]_{\text{restant}} =$ 

- 5 Donner la définition de la vitesse instantanée de disparition du peroxyde d'hydrogène. Déterminer cette vitesse aux dates  $t_0 = 0 \text{ min}$  et  $t = 25 \text{ min}$ .
- 6 Interpréter l'évolution de cette vitesse de disparition du peroxyde d'hydrogène au cours du temps
- 7 Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction.