



Délégation  
de Tanger Assilah  
\* \* \*  
Lycée Ibn Batouta ESQ  
Tanger

## Contrôle continu N° 2 - Premier semestre

### Matière : La Physique Chimie

Décembre 2020



- BIOF -  
311220083010301230/2SMBF

*Que l'année 2021 soit celle de sûreté de sécurité souhaitées !*

Niveau

2SMBF (Bac International)

Année scolaire

2020-2021

Pr. S .IZARAN

Page  
1 / 4

## SUJET

Durée estimée de l'épreuve : 2 heures

\* \* \*

\*

### Consignes pour le devoir et instructions générales

NE RENDEZ PAS LE SUJET, CONSERVEZ-LE

- L'énoncé de cette épreuve comporte 4 pages dont la page de garde. Vérifiez que vous les avez bien reçues.
- La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. Toute application numérique ne comportant pas d'unité ne donnera pas lieu à une attribution de points.
- Si, au cours de l'épreuve, vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, signalez-le sur votre copie et poursuivez votre composition en expliquant les raisons des initiatives que vous êtes amené à prendre.
- Les diverses parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans l'ordre choisi par le candidat. Il prendra toutefois soin de bien numérotter les questions.

### Contenu du sujet

	Parties	Barème
CHIMIE	<i>L'acide nitreux et le méthanoate de sodium</i>	07,00 / 20
PHYSIQUE	<b>PHYSIQUE 1</b> <i>Le Suffren , un sous-marin nucléaire dernier cri RF-2020 au service de la sécurité face à la fusion américaine</i>	08,00 / 20
	<b>PHYSIQUE 2</b> <i>Autour de la radioactivité du plutonium 238</i>	05,00 / 20



DS2-S1 31122020 08301230 S.IZARAN

**CHIMIE : L'acide nitreux et le méthanoate de sodium ( 7 points )**

Page	2	4
------	---	---

L'acide nitreux a pour formule  $\text{HNO}_2$ . Le but de cet exercice est de savoir si cet acide se dissocie totalement ou partiellement dans l'eau ainsi que de qualifier sa réaction avec une solution du méthanoate de sodium.

1. Définir ce que c'est qu'un acide au sens de Bronsted. (0,5pt)
2. Ecrire la réaction de l'acide nitreux avec l'eau. (0,5pt)
3. Préciser les couples acide/base intervenant lors de cette transformation. (0,5pt)
4. On introduit une masse  $m$  de l'acide nitreux dans de l'eau distillée pour obtenir une solution de volume  $V_1 = 500 \text{ mL}$  et de concentration molaire en soluté apporté  $C_1$ . La mesure du  $\text{pH}_1$  de la solution donne 3,0. La masse molaire de l'acide nitreux vaut :  $M = 47 \text{ g.mol}^{-1}$ . Une étude expérimentale a montré que  $\tau_1 = 22\%$  des molécules de cet acide réagit avec l'eau .
- 4.1. Compléter le tableau d'avancement de la réaction en question . (0,5pt)

L'équation modélisant la transformation		?	?	?	?
Etats	Avancement				
Etat initial	$x = 0$	En excès			
État intermédiaire	$x$				
Etat final	$x = x_{f1}$				
Etat virtuel	$x = x_{\max}$				

- 4.2. Montrer que la masse  $m$  du soluté utilisé pour préparer la solution en question peut s'écrire sous la forme:  $m = \frac{M \cdot V_1}{10^{\text{pH}_1} \tau_1}$  . Calculer sa valeur en mg. (1pt)
- 4.3. Déduire la valeur de  $C_1$  en  $\text{mmol.L}^{-1}$ . (0,5pt)
- 4.4. On note  $\vartheta = -\log(Q_{r1,\text{eq}})$  où  $Q_{r1,\text{eq}}$  est le quotient de réaction une fois que le système chimique a atteint l'équilibre .
- 4.4.1. Montrer que  $\vartheta = \log(10^{2\text{pH}} \cdot C_1 - 10^{\text{pH}})$ . (1pt)
- 4.4.2. Vérifier que  $\vartheta = 3,55$ . (0,5pt)
- 4.5. Pourquoi dit-on que l'équilibre ainsi obtenu est dynamique ? (0,5pt)
5. Soit une solution d'acide nitreux de concentration molaire apportée  $C_2 = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  . Des calculs analogues à ceux de la question précédente montrent que le taux d'avancement final de la réaction est  $\tau_2 = 71\%$  et que le quotient de réaction à l'équilibre est  $Q_{r2,\text{eq}} = 2,8 \cdot 10^{-4}$ .
- 5.1. Que vaut le  $\text{pH}_2$  de cette solution ? Utiliser la relation entre  $\tau_2$ ,  $\text{pH}_2$  et  $C_2$ . (0,5pt)
- 5.2. Que dit-on quant à l'influence de la dilution sur la dissociation de l'acide nitreux ? (0,5pt)
- 5.3. De quel facteur majeur dépend la constante d'équilibre ? (0,5pt)
6. On fait réagir maintenant d'une manière équimolaire, la deuxième solution avec une solution du méthanoate de sodium. On admet que la constante d'équilibre de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau vaut  $10^{-3,8}$ .
- 6.1. Ecrire l'équation modélisant cette réaction. (1pt)
- 6.2. Déterminer sa constante d'équilibre  $K$  et commenter sa valeur. (1pt)

**Physique 1 : Le Suffren, un sous-marin nucléaire dernier cri ( 8 pts )**

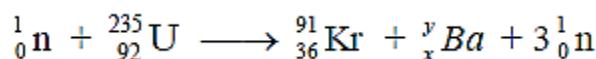
La République Française a lancé en 2019-2020 le Suffren, premier d'une série de six nouveaux sous-marins nucléaires d'attaque (SNA), plus discrets et plus lourdement armés. Notre pays, grâce à sa bonne gouvernance et sa relation bilatérale corpulente, pourra sans aucun doute passer à cette vitesse et donner naissance à ce type de projets.

Un *sous-marin nucléaire* est un navire sous-marin à propulsion nucléaire navale. Il est actionné par un réacteur fonctionnant à l'uranium 235. On désire vérifier si le rendement du réacteur de ce sous-marin qui consomme 112 g d'uranium 235 par jour est proche de 30 % .



**Données :**  $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$  ; un an = 365,25 jours ; 1jour = 86400s ;  $m(^{235}_{92}\text{U}) = 3,912 \cdot 10^{-25}\text{ kg}$  ;  $m(^{234}_{92}\text{U}) = 3,885 \cdot 10^{-25}\text{ kg}$  ;  $m(^{238}_{94}\text{Pu}) = 3,952 \cdot 10^{-25}\text{ kg}$  ;  $m(^4_2\text{He}) = 6,644 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$  ;  $1\text{u} = 931,5\text{ Mev.c}^{-2}$  ; Constante radioactive du radium :  $\lambda = 1,4 \cdot 10^{-11}\text{ s}^{-1}$  ; Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ ;  $c = 299.792.458\text{ m.s}^{-1}$ .

1. Une des réactions nucléaires pouvant avoir lieu dans le réacteur est :



- 1.1. Comment appelle-t-on cette réaction ? Est-elle provoquée ou spontanée ? (0,5pt)
  - 1.2. Qu'appelle-t-on un neutron efficace ? répondre en **une seule ligne** (0,5pt)
  - 1.3. Définir en **une seule ligne** ce que c'est qu'un noyau fissile. (0,5pt)
  - 1.4. Déterminer les valeurs de x et y en appliquant les deux lois de Soddy. (0,5pt)
2. Le tableau suivant donne les énergies de liaison par nucléon pour les noyaux impliqués.

Noyau	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{91}_{36}\text{Kr}$	$^A_Z\text{Ba}$
E/A (MeV/nucléon)	7,59	8,55	8,31

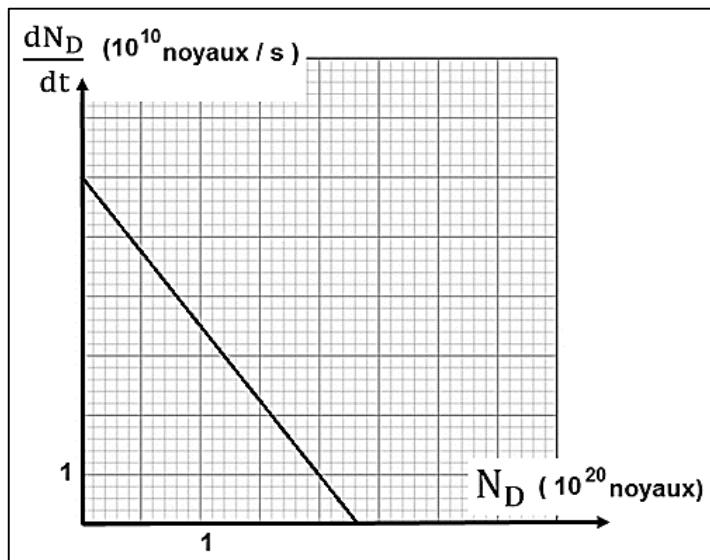
- 2.1. Quel est le noyau le plus stable parmi les trois consignées dans le tableau. (0,5pt)
  - 2.2. Définir l'énergie de liaison d'un noyau radioactif. (0,5pt)
  - 2.3. Vérifier que l'énergie libérée par cette réaction vaut  $E_{lib} = 2,79072 \cdot 10^{-11}\text{J}$ . (0,5pt)
  - 2.4. Déduire, en Joules,  $E_J$  l'énergie libérée par la fission de 112 g d'uranium 235. (0,5pt)
  - 2.5. Estimer  $\eta$  le rendement du réacteur de ce sous-marin, sachant que la puissance électrique qu'il fournit voisine de 27,7 MW. (1pt)
3. Il existe actuellement un autre projet américain dont l'objectif est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par la fusion .La fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium  $^2_1\text{H}$  et le tritium  $^3_1\text{H}$  .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 donc pas dangereux.
- 3.1. Ecrire l'équation de la réaction de fusion entre un deutérium et un tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau noté  $^A_Z\text{X}$  à identifier . (0,5pt)
  - 3.2. L'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion est de 17,6 MeV. Déduire, en MeV,  $E_{10}$  l'énergie libérée lors de la fusion de 10g de Deutérium et 10g de Tritium. (1pt)
  - 3.3. Conclure en indiquant 2 avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires. (0,5pt)

4. L'activité d'un échantillon radioactif était calculée par rapport au radium considéré comme étalon. Elle fut exprimée en curie (Ci) pendant des années, avant d'utiliser le Becquerel (Bq) comme unité. Le curie (1Ci) est l'activité d'un échantillon d'un gramme (1g) de radium 226. On peut vérifier chez soi que  $1\text{Ci} = 3,73 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$ . Quelle sera, en Becquerel (Bq), **demain 01-01-2021**, le pourcentage de diminution de l'activité d'un échantillon de radium dont l'activité en janvier 1898 était de 1,25Ci. (1pt)

## PHYSIQUE 2 : Autour de la radioactivité du plutonium 238 ( 5 points )

Le plutonium  $^{238}_{94}\text{Pu}$  est un isotope  $\alpha$ -radioactif, il est utilisé dans des piles des moteur de commande pour orienter les satellites. La courbe ci-contre représente l'évolution de la dérivée des noyaux désintégrés par rapport au temps  $\frac{dN_D}{dt}$  en fonction du nombre du **noyau désintégré N<sub>D</sub>**, dans un échantillon de plutonium 238 de masse m<sub>0</sub>. On note t<sub>1/2</sub> la période radioactive de ce noyau.

- Écrire l'équation de la désintégration d'un noyau du plutonium 238 sachant que le noyau fils est un noyau d'uranium. (0,5pt)
- Vérifier que  $N_D = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$ . (avec N<sub>0</sub> le nombre initial des noyaux) (0,5pt)
- Déduire l'expression de  $\frac{dN_D}{dt}$  en fonction de  $\lambda$ , N<sub>D</sub>, N<sub>0</sub>. (1pt)
- Déterminer graphiquement les valeurs de  $\lambda$  et N<sub>0</sub>. (1pt)



- Une pile d'un satellite contient une masse m = 875g de plutonium 238, la puissance électrique moyenne fournie par cette pile est P<sub>e</sub> = 2,15kW et de rendement r = 63% .
- 5.1. Calculer, en joule, Et l'énergie totale libérée par cette masse de plutonium. (1pt)
- 5.2. Déduire, en années, la durée de fonctionnement de la pile. Commenter la valeur et la lier à la durée estimative de vie du satellite. (1pt)

---

■ ■ ■ FIN DU SUJET ■ ■ ■

---



DS2-S1 31122020 08301230 S.IZARAN