



Niveau : 2BAC science  
Physique et chimie

Devoir Surveillé  
N°2  
Session1

Année scolaire ...../.....  
Durée :2 Heures

*La présentation, le soin et la rédaction seront pris en compte pour un point dans la notation.  
Justifier en expliquant votre démarche si cela est nécessaire.  
Tout calcul doit être précédé de la formule utilisée.  
La valeur numérique prise par une grandeur physique est toujours suivie d'une unité.  
Respecter la notation des grandeurs utilisées dans l'énoncé.*

### EXERCICE 1 (7pts)

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un professeur propose à ses élèves de déterminer la valeur du taux d'avancement final d'une transformation en effectuant une mesure pH-métrique.

Dans une fiole jaugée de volume  $V = 500,0 \text{ mL}$ , partiellement remplie d'eau distillée, le professeur verse avec précaution  $1,00 \text{ mL}$  de la solution  $S_0$  d'acide  $AH_{(aq)}$  de concentration molaire apportée  $C_0 = 17,5 \text{ mol.L}^{-1}$ , puis il complète jusqu'au trait de jauge. La solution obtenue est notée  $S_1$ .

NB la base conjuguée de l'acide  $AH_{(aq)}$  est  $A^{-}_{(aq)}$ .

- Déterminer la valeur de  $c_1$ , concentration molaire en soluté apporté de la solution  $S_1$ .
- En fonction de  $c_1$ ,  $V$ ,  $x$ ,  $x_{\max}$  et  $x_f$  dresser le tableau d'avancement de l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide  $AH$  et l'eau.
- Déterminer la valeur de l'avancement maximal de la réaction noté  $x_{\max}$ .

Les élèves, après avoir étalonné un pH-mètre, mesurent le pH de la solution  $S_1$  : ils obtiennent  $\text{pH} = 3,1$ .

- Quelle est la valeur de la concentration finale en ions oxonium  $[H_3O^+]_f$  ? En déduire la valeur de l'avancement final de la réaction noté  $x_{1f}$ .
- La transformation associée à la réaction de l'acide  $AH$  sur l'eau est-elle totale ou limitée ? Justifier.
- Donner la définition du taux d'avancement final d'une transformation chimique.
- Calculer la valeur du taux d'avancement final  $\tau$  de la transformation associée à la réaction de l'acide  $AH$  sur l'eau.
- Sur leur énoncé de TP, les élèves ont à leur disposition quelques valeurs du taux d'avancement final de la réaction d'un acide sur l'eau pour des solutions de même concentration  $c_1$ .

Acide contenu dans la solution	Valeur du taux d'avancement final
Acide méthanoïque $HCOOH$	0,072
Acide éthanoïque $CH_3COOH$	0,023
Acide propanoïque $CH_3CH_2COOH$	0,018

- Identifier l'acide contenu dans la solution  $S_0$ .

### EXERCICE 2 (7pts)

Depuis plusieurs années des recherches sont menées en Europe sur les réactions de fusion nucléaire contrôlées.

Elles concernent principalement les isotopes de l'hydrogène : le deutérium  ${}^2_1H$  et le tritium  ${}^3_1H$ .

Le mélange réagissant doit être porté à très haute température, d'où l'expression énergie thermonucléaire désignant l'énergie libérée dans ce type de réactions.

À long terme, l'énergie thermonucléaire pourra remplacer l'énergie des centrales à fission actuelles.

**Données :**

$$\mu = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 ; 1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Symbole	${}^1_1H$	${}^2_1H$	${}^3_1H$	${}^3_2He$	${}^4_2He$	${}^1_0p$ ou ${}^1_1H$	${}^1_0n$	${}^0_{-1}e$
Masse en $\mu$	1,007 28	2,013 55	3,015 50	3,014 93	4,001 50	1,007 28	1,008 66	0,000 55

- Actuellement les recherches sont menées sur un mélange deutérium – tritium ; plusieurs réactions nucléaires sont possibles.

Par exemple, avec 2 noyaux de deutérium, on peut avoir la réaction:



Pour chacune de ces réactions (1) et (2), donner le nom et le symbole des noyaux formés :  ${}^A_1\text{X}$  et  ${}^A_2\text{X}$ .

2- Pour qu'une réaction de fusion puisse se produire entre deux noyaux, il faut qu'ils soient très proches. Il faut donc vaincre leur répulsion coulombienne.

2.1. Expliquer l'expression «la répulsion coulombienne».

2.2. Quel est le signe de la charge électrique des noyaux de deutérium et de tritium?

3- Au cours des chocs, les noyaux sont dissociés en nucléons séparés puis de nouveaux noyaux sont formés. Il faut donc fournir de l'énergie au noyau pour le dissocier. Cette énergie comptée positivement est au moins égale à l'énergie de liaison des noyaux. Plus le noyau contient de nucléons, plus l'énergie de liaison est importante.

3.1. Rappeler la définition de l'énergie de liaison  $E_L$ .

3.2. Calculer en (MeV) l'énergie de liaison du noyau de deutérium  ${}^2_1\text{H}$ .

3.3. L'énergie de liaison par nucléon du noyau de tritium est d'environ 2,8 MeV.

Parmi les deux noyaux  ${}^2_1\text{H}$  et  ${}^3_1\text{H}$ , Déterminer le noyau le plus stable.

4. Parmi les réactions de fusion possibles dans les « tokamaks », la réaction entre le deutérium et le tritium libère le plus d'énergie. La réaction s'écrit:  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ .

4.1. Montrer que l'énergie libérée par la réaction vaut 17,6 MeV.

4.2. On trouve le deutérium en abondance dans l'eau de mer. La ressource dans les océans est estimée à  $4,6 \cdot 10^{16}$  Kg.

La consommation annuelle énergétique mondiale actuelle est d'environ  $4 \cdot 10^{20}$  J.

On considère que 33 % de l'énergie libérée par les réactions nucléaires est transformée en énergie électrique. Estimer en années, la durée  $\Delta t$  nécessaire pour épuiser la réserve de deutérium disponible dans les océans répondant à la consommation annuelle actuelle.

### EXERCICE 3 (6pts)

« Le carbone 14 est produit dans la haute atmosphère où les protons du rayonnement cosmique percutent les molécules qui composent l'air. Les réactions nucléaires qui résultent de ces chocs produisent des neutrons secondaires. Ces neutrons ont une forte probabilité de réagir avec l'azote de l'air ( ${}^{14}\text{N}$ ) pour donner un proton et un isotope du carbone : le carbone 14.

Dans le milieu naturel la production du carbone 14 et sa disparition par désintégration radioactive s'équilibrent. On estime qu'il y a environ  $10^{-12}$  fois moins d'atomes de carbone 14 que d'atomes de carbone stables ( ${}^{12}\text{C}$ ). Il en résulte une radioactivité faible du carbone. . .

Lors de la mort de l'organisme cet équilibre est rompu. Les atomes de carbone 14 disparaissent peu à peu. »

#### Données :

Numéro atomique C : Z = 6 ; N : Z = 7.

La demi-vie du carbone 14 est  $t_{1/2} = 5730$  ans ;

lors de la désintégration du carbone 14 on détecte des particules  $\beta^-$ .

masse atomique molaire  $M(\text{C}) = 12$  g/ mol. Constante d'Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

1. Donner la composition des noyaux des deux isotopes du carbone ainsi que celui de l'azote.

2. Écrire la réaction nucléaire qui produit le carbone 14 dans l'atmosphère.

3. Après avoir défini l'activité A d'un échantillon, déterminer l'activité d'un échantillon contenant 1 g de carbone lorsqu'il se trouve à l'équilibre.

4. Définir la particule  $\beta^-$ . Écrire la réaction nucléaire de désintégration du carbone 14.

5. Donner la loi de décroissance radioactive des noyaux de carbone 14.

6. Dans la grotte de Chauvet (Ardèche) on a récupéré des fragments de charbon de bois qui avaient permis de réaliser les gravures pariétales. Le nombre  $N_{\text{ch}}$  d'atomes de carbone 14 dans 2g de charbon a donné  $N_{\text{ch}} = 2,1 \cdot 10^9$  atomes. Calculer l'âge attribué à ces gravures.