

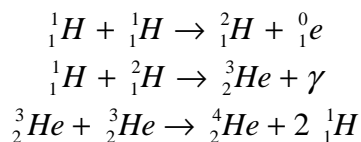
**DS N°4****Durée : 1 H****Données pour les exercices de physique :**

$(^{235}\text{U}) = 234,993\ 32\ \text{u}$  ;  $(^{114}\text{Sr}) = 93.894\ 46\ \text{u}$  ;  $(^{140}\text{Xe}) = 139.889\ 09\ \text{u}$  ; neutron = 1.00866 u  
 Noyau d'hélium = 4.00150 u ; proton = 1.00728 u ; positon = 0.00055 u ; particule  $\gamma = 0\ \text{u}$   
 $1\ \text{MeV} = 1,602\ 2 \cdot 10^{-13}\ \text{J}$  ;  $c = 2.9979 \cdot 10^8\ \text{m.s}^{-1}$  ;  $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$  ;  $1\ \text{u} = 1.66055 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$  ;  
 $M(\text{U}) = 235\ \text{g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{He}) = 4.00\ \text{g.mol}^{-1}$

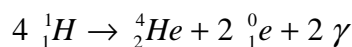
**Exercice n°1 φ : Réaction stellaire :** *5pts*

Les étoiles jeunes, comme le Soleil, sont essentiellement constituées d'hydrogène.

Lorsque le coeur de l'étoile est à une température de l'ordre de  $1,5 \cdot 10^7\ \text{K}$  les protons subissent des réactions de fusion conduisant à la formation de noyaux d'hélium selon le processus en chaîne suivant :



- 1) À partir d'une combinaison des équations (1), (2) et (3) retrouver le fait que le bilan de la réaction de formation des noyaux d'hélium à partir de noyaux d'hydrogène est donné par l'équation suivante :

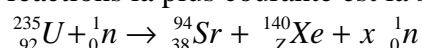


*Rq : Une combinaison est de la forme  $a \times (1) + b \times (2) + c \times (3)$  avec  $a, b$  et  $c$  des nombres entiers positifs ou négatifs. 0.5pt*

- 2) Calculer, en joules, l'énergie obtenue lors de la formation d'un noyau d'hélium, puis de 1.0 g d'hélium. *2pts*
- 3) La puissance rayonnée par le Soleil est  $3.9 \cdot 10^{26}\ \text{W}$ . On suppose que toute l'énergie libérée par les réactions de fusion est transférée par rayonnement.
- Calculer la masse d'hélium formée chaque seconde. *0.5pt*
  - A l'aide de la relation d'équivalence masse énergie, calculer la perte de masse subie par le Soleil chaque seconde. *0.5pt*
  - On évalue son âge à  $4.6 \cdot 10^9$  années. Sa masse actuelle est de l'ordre de  $2 \cdot 10^{30}\ \text{kg}$ .  
Quelle masse a-t-il perdue depuis qu'il rayonne ? Quelle fraction de la masse actuelle cela représente-t-il ? *1.5pt*

**Exercice n°2 φ : Energie dans une centrale nucléaire :** *5pts*

Dans une « pile atomique », une des réactions la plus courante est la suivante :



- Déterminer, en les justifiant, les valeurs de  $Z$  et  $x$ .
- Calculer la perte de masse en unité de masse atomique. *1pt*
  - Calculer, en joule, puis en MeV, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235. *1pt*



3) Un réacteur utilise par jour en moyenne 3.0 kg d'uranium 235.

- Calculer l'ordre de grandeur de l'énergie libérée par la fission de 3.0 kg d'uranium 235, en joules. *1pt*
- Le taux de conversion énergie nucléaire / énergie électrique est de 33 %.

Calculer la puissance du réacteur nucléaire. *1pt*

**Exercice n°3 γ : L'acide formique :** *10pts*

L'acide formique est un acide dont le nom scientifique est acide méthanoïque. Son  $pK_A$  est de 3.8 à 25°C.

- 1) a. Quelle est la formule moléculaire de l'acide méthanoïque parmi celles proposées ? *0.5pt*



- Donner le couple acide-base de l'acide méthanoïque dont l'ion est le méthanoate (ou formiate). *0.5pt*
  - Exprimer la constante d'acidité  $K_A$  de ce couple. *0.5pt*
  - Dans un milieu de pH 5, quelle espèce du couple prédomine ? Justifier la réponse. *1pt*
- 2) On prépare une solution en dissolvant  $6.0 \cdot 10^{-3}$  mol de formiate de sodium dans un volume  $V = 100$  mL d'eau.
- Quelle est la valeur de la concentration  $c$  de la solution de formiate de sodium ainsi préparée ? *0.5pt*
  - Ecrire l'équation de la réaction du formiate de sodium avec l'eau lors de la dissolution. *0.5pt*
  - Quel est le couple acide-base de l'eau qui intervient dans cette réaction ? Quel est le rôle de l'eau dans ce couple ? *0.5pt*
  - Donner l'expression de définition de la constante  $K_1$  de la réaction précédente.  
L'exprimer en fonction de  $K_A$  et du produit ionique de l'eau  $K_e$ . Calculer sa valeur dans la réaction étudiée. *1pt*
  - Expliquer pourquoi la solution de formiate présente un caractère basique. *1pt*
- 3) On ajoute au volume  $V = 100$  mL de la solution de formiate de sodium précédente, un volume  $V'$  de solution d'acide chlorhydrique de concentration  $c' = 1.0 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. On obtient une solution S.
- Écrire l'équation chimique de la réaction. *0.5pt*
  - Calculer la constante  $K_2$  de cette réaction. Cette réaction est-elle quasiment totale ? *1pt*
  - Calculer le volume  $V'$  de solution d'acide chlorhydrique à ajouter pour que la concentration molaire finale en acide formique soit égale à la concentration molaire finale en ions formiate dans la solution S (on négligera la réaction de l'acide formique avec l'eau). *2pts*
  - Calculer le pH de la solution ainsi obtenue. *0.5pt*