

CHIMIE INDUSTRIELLE

EXERCICE 1 : l'uranium, de la mine à la centrale

• Données :

* Conversions d'unités d'énergie : $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ $1 \text{ t.e.p.} = 42 \times 10^9 \text{ J}$

* Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$

* Nom, symbole et masse de certaines particules :

Nom	Neutron	Uranium 235	Strontium 95	Xénon 139
Particule	${}_0^1 \text{n}$	${}_{92}^{235} \text{U}$	${}_{38}^{95} \text{Sr}$	${}_{54}^{139} \text{Xe}$
Masse (u)	1,009	235,120	94,945	138,955

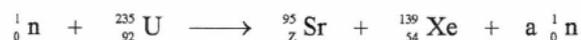
L'uranium est un élément présent naturellement dans l'écorce terrestre. Les principales mines se trouvent en Australie, au Canada et en Russie.

Après purification et transformation du minerai on obtient un solide jaune, le yellow - cake, contenant environ 75 % d'uranium.

Le yellow cake contient deux isotopes de l'uranium : l'uranium 235 fissile ⁽¹⁾ (0,7 %) et l'uranium 238 fertile ⁽²⁾ (99,3 %).

Dans les centrales nucléaires de type REP (Réacteur à Eau sous Pression) on utilise comme combustible de l'uranium faiblement enrichi ⁽³⁾ en uranium 235 (à hauteur d'environ 3 %).

De nombreuses fissions de l'uranium 235 sont susceptibles de se produire dans le cœur de la centrale ; une des réactions possibles conduit à du strontium 95 et du xénon 139 comme l'indique l'équation ci-dessous :



L'uranium 238 fertile ⁽²⁾ participe à sa manière à la production d'énergie. Dans certains cas, il peut en effet capturer un neutron, puis après deux désintégrations β^- successives, conduire à un noyau fissile ⁽¹⁾.

(1) : un noyau fissile est un noyau susceptible de subir une fission nucléaire

(2) : un noyau fertile est un noyau susceptible de produire, dans certaines conditions, un noyau fissile

(3) : en France, l'enrichissement s'effectue par diffusion gazeuse sur le site de Tricastin

• **Questions :**

1. Donner la composition des noyaux des deux isotopes de l'uranium cités dans le texte.
2. Après avoir rappelé les lois de conservation utilisées, déterminer le nombre a de neutrons émis par la fission d'un noyau d'uranium 235 ainsi que le numéro atomique Z du strontium.
3. À l'aide d'un bilan de masse, calculer l'énergie Q libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235. On donnera le résultat en MeV.
4. Compte tenu de toutes les réactions possibles, la fission d'un noyau d'uranium 235 libère en moyenne une énergie Q de l'ordre de 200 MeV.
Calculer l'énergie Q' libérée par la fission d'une masse $m = 1,0$ g d'uranium 235. On donnera le résultat en joules puis en t.e.p.
5. Préciser la nature de la particule β^- .

EXERCICE 2 : réactions mettant en jeu l'iodure d'hydrogène

• **Données :**

- * Conversion d'unités de pression : $1 \text{ bar} = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$
- * Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- * Équation d'état des gaz parfaits : $pV = nRT$
- * Enthalpie standard de formation $\Delta_f H^\circ$ à 298 K de quelques espèces chimiques :

Espèce	HI	H ₂ O	I ₂	O ₂
État physique	gazeux	gazeux	gazeux	gazeux
$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol ⁻¹)	26,40	- 241,8	62,40	0

• **Questions :**

1. Dans certaines conditions, l'iodure d'hydrogène HI est susceptible de se dissocier pour former du dihydrogène H₂ et du diiode I₂. L'équation chimique de l'équilibre atteint est donnée ci-dessous.



On place dans un réacteur clos de volume constant $V = 50,0 \text{ L}$ une quantité $n_i = 10,0 \text{ mol}$ d'iodure d'hydrogène HI. La température à l'intérieur du réacteur est maintenue constante et égale à $T = 500 \text{ K}$. Toutes les espèces sont à l'état gazeux ; les gaz se comportent comme des gaz parfaits.

- 1.1. Calculer la valeur de la pression totale initiale p_i à l'intérieur du réacteur.
- 1.2. Justifier que la pression totale du mélange gazeux reste constante et égale à p_i au cours de la transformation.
- 1.3. On note p_{HI} , p_{H_2} et p_{I_2} les pressions partielles des espèces à l'équilibre. Donner l'expression de la constante d'équilibre K en fonction des pressions partielles à l'équilibre.

- 1.4. Montrer que la constante d'équilibre K peut se mettre sous la forme :

$$K = \frac{p_{\text{H}_2}^2}{(p_i - 2 p_{\text{H}_2})^2}$$

- 1.5. Par une méthode non décrite ici on mesure la pression partielle en dihydrogène à l'équilibre : $p_{\text{H}_2} = 0,68 \text{ bar}$.
Calculer la valeur de la constante d'équilibre K à la température considérée.

Dans d'autres conditions, l'iodure d'hydrogène HI est susceptible de subir une combustion complète en présence de dioxygène O_2 ; il se forme de l'eau H_2O et du diiode I_2 . Toutes les espèces sont à l'état gazeux ; les gaz se comportent comme des gaz parfaits.

- 2.1. Écrire l'équation chimique de la réaction de combustion complète (combustion neutre) considérée pour une mole de O_2 .
- 2.2. Déterminer la valeur de l'enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$ à 298 K associée à cette combustion.
- 2.3. La réaction est-elle exothermique, endothermique ou athermique ? Justifier la réponse à partir de la valeur de l'enthalpie standard calculée à la question précédente.