

(9 pts)

Un réacteur d'une centrale nucléaire fonctionne à l'uranium enrichi, constitué de 3% d'uranium 235, fissile, et de 97 % d'uranium 238, non fissile.

Par choc avec un neutron, le noyau ${}_{92}^{235}\text{U}$ subit la fission suivante : ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{54}^{139}\text{Xe} + {}_x^{94}\text{Sr} + y {}_0^1n$

Partie 1 : type de réaction.

- 1) La réaction nucléaire de fission est-elle une réaction spontanée ou provoquée ? Justifier la réponse.
- 2) a) Qui est à l'origine de la découverte de la radioactivité naturelle ? Citer 3 types de radioactivité naturelle.
b) Le nom de ces 3 types de radioactivité naturelle est associé à l'une des particules émises lors de ces désintégrations : quelles sont précisément ces particules ?

Partie 2 : étude de la réaction de fission nucléaire.

- 1) Déterminer x et y pour compléter cette réaction.
- 2) Calculer la différence de masse Δm de cette réaction en unité de masse atomique « u », puis en kilogramme. Montrer qu'il s'agit d'une perte de masse.
- 3) En déduire l'énergie E, exprimée en Joule, libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.
- 4) En déduire l'énergie libérée E', exprimée en Joule, par la fission d'une mole de noyaux.
- 5) On appelle tonne équivalent pétrole (tep), l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole. Exprimer E' en tep. Conclure.

Données :

$$1 u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}, 1 \text{ tep} = 41,9 \times 10^9 \text{ J}, c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1},$$

Masse de quelques entités (en unité de masse atomique : u)

Entités	${}_0^1n$	${}_x^{94}\text{Sr}$	${}_{54}^{139}\text{Xe}$	${}_{92}^{235}\text{U}$
Masse (u)	1,0087	93,8946	138,8882	235,0134

CORRECTION

Exercice 1 (9 pts)

Partie 1 : type de réaction. / 3

- 1) La réaction nucléaire de fission est une réaction provoquée : choc initié d'un neutron sur le noyau lourd d'uranium. **1 point.**
- 2) a) Becquerel est à l'origine de la découverte de la radioactivité naturelle. **0,5 point.**
3 types de radioactivité naturelle : alpha, bêta- et bêta +. **0,75 point.**
- b) Le nom de ces 3 types de radioactivité naturelle est associé à l'une des particules émises lors de ces désintégrations :
alpha est le noyau d'hélium, bêta - : l'électron, bêta + : le positon (ou positron) **0,75 point.**

Partie 2 : étude de la réaction de fission nucléaire. / 6

1) Il y a conservation :

- du nombre de nucléons A, d'où l'égalité : $1 + 235 = 139 + 94 + y$ soit
y = 3 0,5 point.
- du nombre de charges Z, d'où l'égalité : $0 + 92 = 54 + x$ soit
x = 38 (cela correspond bien à l'élément Strontium Sr) **0,5 point.**

2) $\Delta m = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs})$

$$\Delta m = (138,8882 + 93,8946 + 3 \times 1,0087) - (235,0134 + 1,0087)$$

$$\Delta m = - 0,21320 \text{ u} ; \text{0,5 point.}$$

Expression en kilogramme :

$$\Delta m = - 0,21320 \times 1,66 \times 10^{-27} = - 3,539 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\Delta m = - 3,54 \times 10^{-28} \text{ kg. 0,5 point.}$$

$\Delta m < 0$, il s'agit bien d'une perte de masse. **0,5 point.**

3) En Joule : $E = |\Delta m| \times c^2$, soit $E = 3,54 \times 10^{-28} \times (3,00 \times 10^8)^2 = 3,18 \times 10^{-11}$; **E = 3,19 x 10⁻¹¹ J. 1 point.**

4) Pour N_A noyaux l'énergie libérée est multipliée par N_A , soit

$$E' = 3,18 \times 10^{-11} \times 6,02 \times 10^{23} ; \text{E}' = 1,92 \times 10^{13} \text{ J } \text{1 point.}$$

5) (On utilise la règle de proportionnalité) En tep : $E' = 1,92 \times 10^{13} / 41,9 \times 10^9$; **E'= 458 tep 1 point.**

La fission d'une mole de noyaux d'uranium 235, soit 235 g, libère autant d'énergie que la combustion de 458 tonnes de pétrole ! 0,5 point.