

Interrogation de Physique n° 2

1. Radioactivité (7 points)

L'iode 131 est un isotope très utilisé comme marqueur en biologie : $^{131}_{53}\text{I}$ est émetteur β^- .

1. Définir l'émission β^- .
2. Donner la composition du noyau d'iode 131.
3. Écrire l'équation nucléaire de désintégration de l'iode 131 en précisant les lois de conservation appliquées. On donne: $^{51}_{\text{Sb}}$; $^{52}_{\text{Te}}$; $^{53}_{\text{I}}$; $^{54}_{\text{Xe}}$; $^{55}_{\text{Cs}}$.
4. Pour déterminer expérimentalement la période de l'iode 131, on pratique de la manière suivante : un échantillon d'iodure de potassium contenant une fraction d'iode 131 est placé sous un compteur et on note le nombre de désintégrations par seconde A à différentes dates t exprimées en jours. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous que l'on recopiera et complètera :

t (jours)	3	7	10	16	20	26
A (désintégrations /seconde)	2080	1475	1130	680	480	286
ln A						

Déduire de ce tableau la constante radioactive λ de l'iode 131 et calculer sa période T.

5. On peut jeter légalement, avec les ordures courantes, une fiole contenant de l'iode 131 à condition que son activité soit inférieure à 1 Bq.
Au bout de combien de temps pourra-t-on jeter un récipient dont l'activité A_0 vaut 1 kBq à la date $t = 0$?

2. Diffraction de la lumière par un réseau (7 points)

Un réseau comportant 400 traits par mm reçoit un faisceau de lumière blanche (400 nm à 800 nm).

1. Quel est l'angle d'incidence i qu'il faut donner au faisceau pour que le faisceau d'ordre 1, émergent, de longueur d'onde 600 nm soit perpendiculaire au réseau ?
2. Calculer les angles d'émergence des limites du spectre d'ordre 1.
3. Peut-il y avoir recouvrement avec le spectre d'ordre 2 ?
4. On place une lentille de distance focale 2.00 m après le dispositif ci dessus, l'axe optique de la lentille est perpendiculaire au réseau.
 - a) On recueille l'image sur un écran dans le plan focal image de la lentille. Faire un schéma du dispositif.
 - b) Calculer la largeur du spectre d'ordre 1 obtenu.

3. Fission nucléaire (6 points)

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

1. Par capture d'un neutron lent le noyau $^{235}_{92}\text{U}$ subit la fission suivante :
$$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{139}_{54}\text{Xe} + ^{94}_{38}\text{Sr} + z^1_0\text{n}.$$
 - a) Calculez x et z pour équilibrer cette équation de réaction nucléaire.
 - b) Calculez l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235. Exprimez-la en joule et en MeV.
 - c) Quelle serait l'énergie fournie par la fission d'une mole de noyaux d'uranium 235. Exprimez-la en T.E.P. (tonne équivalent pétrole).

2. L'uranium 238 non fissile du réacteur se transforme par capture d'un neutron lent en un noyau radioactif.

a) Écrivez l'équation de cette réaction nucléaire. Quel est ce noyau ?

b) Ce noyau radioactif subit deux désintégrations β^- pour arriver à un noyau fissile.

Écrivez les équations représentant ces deux réactions nucléaires successives et identifiez les noyaux formés.

Données numériques : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $N = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$;
 $1 \text{ T.E.P.} = 42 \times 10^9 \text{ J}$; $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

Masse des noyaux participant à la réaction (en unité de masse atomique)

noyaux	$^{139}_{54}\text{Xe}$	$^{94}_{\text{x}}\text{Sr}$	$^{235}_{92}\text{U}$	^1_0n
masse (u)	138,888 2	93,894 6	235,013 4	1,008 7

Extrait de la classification périodique

Z	90	91	92	93	94	95	96	97
Symbole	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk