

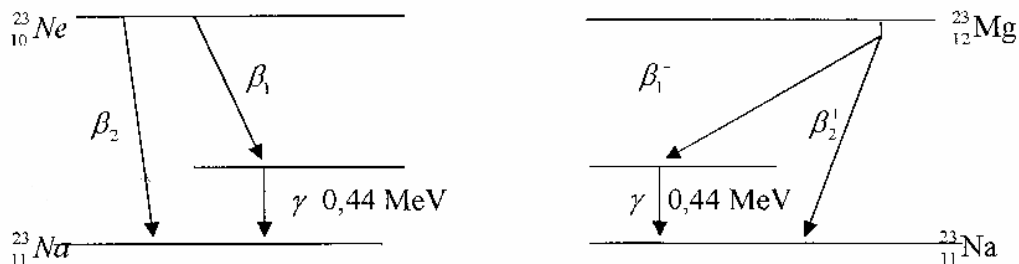
Enseignements dirigés
 Sixième semaine

I - Les réactions suivantes sont-elles possibles? Si oui donner les énergies maximales des particules émises.

- 1) ${}_{23}^{50}\text{V} \rightarrow {}_{22}^{50}\text{Ti} + e^+ + \nu$
- 2) ${}_{37}^{87}\text{Rb} \rightarrow {}_{38}^{87}\text{Sr} + e^- + \bar{\nu}$
- 3) ${}_{94}^{234}\text{Pu} + e^- \rightarrow {}_{93}^{234}\text{Np} + \nu$
- 4) ${}_{94}^{234}\text{Pu} \rightarrow {}_{93}^{234}\text{Np} + e^+ + \nu$

On donne les masses atomiques: V = 49,947164uma; Ti = 49,944789uma; Rb = 86,909180uma; Sr = 86,908890; Np = 234,042830uma; Pu = 234,043290

II - On considère les schémas de désintégration suivants:



Sachant que la masse atomique de ${}_{11}^{23}\text{Na}$ est égale à 23,001768 uma, que les énergies maximales des électrons β_2^- et β_1^+ sont respectivement 4,39MeV et 2,66MeV et que l'énergie du photon γ qui suit les désintégrations β_1^- et β_1^+ est de 440KeV

- a) quelle est l'énergie maximale de l'électron β_1^- et celle du positon β_2^+ ?
- b) quelles sont, en uma, les masses atomiques respectives de ${}_{10}^{23}\text{Ne}$ et ${}_{12}^{23}\text{Mg}$?
- c) comment appelle-t-on la réaction à l'origine de l'émission γ ? Est-elle toujours la seule possible ?

III-Le radioisotope ${}_{43}^{99}\text{Tc}$, largement utilisé en médecine nucléaire, se forme par désintégration β^- d'un élément père P. Ce radioisotope ${}_{43}^{99}\text{Tc}$ décroît lui-même par émission γ vers l'état fondamental ${}_{43}^{99}\text{Tc}$. Cet élément est aussi radioactif et donne naissance après désintégration β^- à un élément fils F qui est stable. F peut également être obtenu par désintégration β^+ (ou par capture électronique CE) à partir d'un élément X.

1) Ecrire chacune des réactions nucléaires et donner le nom, le numéro atomique et le nombre de masse des noyaux P, F et X.

2) Représenter sur un même graphique, selon les conventions usuelles, l'ensemble de ces filiations radioactives.

On donne les numéros atomiques suivantes:

Molybdène (Mo) : 42; Technétium (Tc) : 43 ; Ruthénium (Ru) : 44 ; Rhodium (Rh) : 45

IV - Le $^{18}_9\text{F}$ se désintègre par réaction isobarique en $^{18}_8\text{O}$, en émettant une particule chargée. Dans un matériau donné, cette particule chargée interagit pour produire 2 photons de 511 keV.

1. Ecrire la réaction isobarique $^{18}_9\text{F} \rightarrow ^{18}_8\text{O}$.
2. Sachant que l'énergie maximale de cette particule est 0,635 MeV, quel est en MeV l'équivalent énergétique de la différence des masses atomiques entre atomes initial et final de cette réaction isobarique ?
3. La désintégration selon cette réaction isobarique du $^{18}_9\text{F}$ dont l'activité est 1 MBq produit 1 920 000 photons de 511 keV par seconde. Existe-t-il un autre mode de désintégration possible pour la réaction $^{18}_9\text{F} \rightarrow ^{18}_8\text{O}$? Si oui, préciser laquelle et donner en % sa fréquence relative (rapport d'embranchement).

TD N°6

I.

1) L'émission β^+ n'est possible que si $\Delta Mc^2 - 1,02 > 0$ soit $\Delta Mc^2 > 1,02$ MeV
Soit : $[M(V) - M(Ti)] c^2 > 1,02$ MeV

$$(49,947164 - 49,944789) \times 931,5 = 2,2 > 1,02 \text{ MeV}$$

Donc la réaction est possible : Elibérée = $2,2 - 1,02 = 1,18$ MeV = $E_{\beta^+\text{max}}$

2) L'émission β^- n'est possible que si $\Delta m = \Delta M > 0$ ce qui est le cas ici

$$\text{Elibérée} = [M(\text{Rb}) - M(\text{Sr})] c^2 = E_{\beta^-\text{max}} = 0,27 \text{ MeV}$$

3) La capture électronique n'est possible que si $\Delta mc^2 > E_{K \text{ ou } L}$ soit $[M(\text{Pu}) - M(\text{Np})] c^2 > E_{K \text{ ou } L}$

$$[M(\text{Pu}) - M(\text{Np})] c^2 = 0,43 \text{ et } E_{L} (\text{MeV}) = 13,6 \frac{94^2}{1^2} 10^{-6} = 0,119 \text{ MeV}$$

$0,43 > 0,119$ donc la réaction est possible

$$\text{Elibérée} = 0,43 - 0,119 - 0,331 \text{ MeV} = E_{\nu}$$

4) Ici, réaction β^+ :

$0,429 < 1,02$ donc la réaction est impossible

II.

$$\text{a) } E_{\beta^-\text{2max}} = E_{\beta^-\text{1max}} + E_{\gamma}$$

$$\text{Donc } E_{\beta^-\text{1max}} = E_{\beta^-\text{2max}} - E_{\gamma} = 4,39 - 0,44 = 3,95 \text{ MeV}$$

$$E_{\beta^+\text{2max}} = 2,66 + 0,44 = 3,10 \text{ MeV}$$

$$\text{b) } \beta_2 : [M(\text{Ne}) - M(\text{Na})] c^2 = E_{\beta^-\text{2max}}$$

$$M(\text{Ne}) = M(\text{Na}) + \frac{E_{\beta_2 \text{ max}}}{c^2} = 23,001768 + \frac{439 \text{ MeV}}{931,48 \text{ MeV/uma}} = 23,006480 \text{ uma}$$

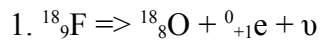
$$[M(\text{Mg}) - M(\text{Na})] c^2 - 1,02 = E_{\beta^+\text{max}}$$

$$M(\text{Mg}) = M(\text{Na}) + \frac{E_{\beta_2 \text{ max}} + 1,02}{c^2} = 23,001768 + \frac{3,10 + 1,02}{931,48} = 23,00619 \text{ uma}$$

c) Il s'agit d'une transformation isomérique. Une conversion interne est aussi possible.

III.

IV.



2. $[M(\text{F}) - M(\text{O})] c^2 - 1,02 = E_{\beta^+} = 0,635 \text{ MeV}$

$[M(\text{F}) - M(\text{O})] c^2 = 0,635 + 1,02 = 1,655 \text{ MeV}$

3. Activité = 1 MBq = 10^6 Bq (c'est le nombre de désintégrations par seconde)

$$N_{\beta^+} / \text{s} = \frac{1,92 \cdot 10^6}{2} = 0,96 \cdot 10^6 \text{ particules } \beta^+ \text{ émises par seconde}$$

$$N_{\text{CE}} / \text{s} = 10^6 - 0,96 \cdot 10^6 = 0,04 \cdot 10^6$$

$$(\%)_{\text{CE}} = \frac{0,04 \cdot 10^6}{10^6} = 0,04 = 4\%$$

Ce document, ainsi que l'intégralité des cours de P1, sont disponibles gratuitement à l'adresse suivante : <http://coursplbichat-larib.weebly.com>