

L3P MCN
Physique nucléaire (X31MC23)
T.D. des chapitres 1, 2 et 3

On rappelle que :

$$c = 3.10^8 \text{ m/s} = 30 \text{ cm/ns}$$

$$\text{Masse de l'électron : } m_e c^2 = 0.511 \text{ MeV}$$

$$\text{Masse du proton : } m_p c^2 = 938.28 \text{ MeV}$$

$$\text{Masse du neutron : } m_n c^2 = 939.57 \text{ MeV}$$

$$\text{Masse du nucléon lié : } m_{\text{nucléon}} c^2 = 931.494 \text{ MeV}$$

Exercice 1 : Radioactivité - décroissance radioactive simple

Chaque mercredi matin, un centre d'examen médical reçoit une source **identique** de ^{123}I . Une fois la source reçue, on injecte un patient toutes les demi-heures à partir de 8h00, en vue d'une scintigraphie thyroïdienne. Chaque patient reçoit 7 MBq d'iode-123. On demande de calculer le nombre de patients qui pourront bénéficier de l'examen.

Informations supplémentaires :

L'activité de cette source a été calibrée **une fois pour toute** un mercredi à 17h00 : on a trouvé 37 MBq. On donne la période de l'iode-123 : $T = 13 \text{ h}$.

On pourra dresser un tableau du type (heure, n° patient, activité avant injection, activité après injection).

Exercice 2 : Radioactivité - Datation

Un papyrus découvert lors de fouilles archéologiques en Egypte donne 5 coups/minute au compteur Geiger. Avec un papyrus identique fabriqué à partir de roseaux du Nil, cueillis en 2003, on obtient 8 coups/minute. Quel est l'âge du papyrus ? On donne la période du carbone 14 : $T = 5700 \text{ ans}$

Exercice 3 : Âge de la terre

En admettant que lors de sa formation, la terre renfermait autant de noyaux $^{235}_{92}\text{U}$ que de noyaux ^{238}U , calculer approximativement son âge à l'aide des données suivantes :

Composition isotopique de l'uranium naturel :

^{234}U :	0.0057%
^{235}U :	0.72%
^{238}U :	99.27%

Périodes radioactives : $T_{U5} = 2.25 \cdot 10^{16} \text{ s}$ - $T_{U8} = 1.42 \cdot 10^{17} \text{ s}$

Exercice 4 : Schéma de niveaux

Quelles informations pouvez-vous tirer du schéma de niveaux ci-dessous ?

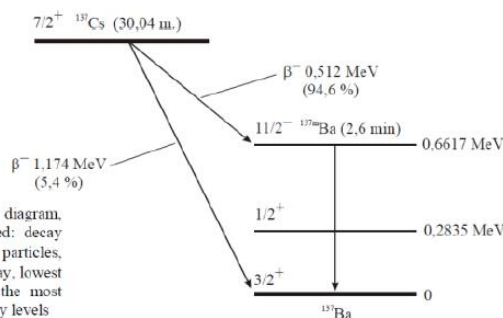
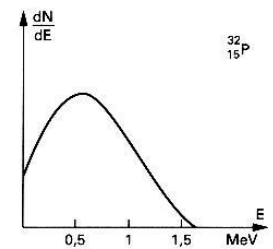


Fig. 8. Decay diagram of ^{137}Cs . In this diagram, the following information is presented: decay half-lives, the largest energies of β particles, probabilities of various modes of β decay, lowest energy levels of ^{137}Ba nucleus and the most probable transition between ^{137}Ba energy levels

Exercice 5 : Désintégration β

Lors de la désintégration β du $^{32}_{15}\text{P}$, on a mesuré le spectre en énergie des β donné ci-dessous. Quelles informations pouvez-vous déduire de ce spectre ?



Exercice 6 : Application directe du calcul de Q

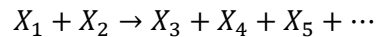
Le fluor 18 se désintègre en émettant un positon. La transition se fait entre les niveaux fondamentaux du père et du fils. On donne les excès de masse suivants :

$$M(^{18}_9\text{F})c^2 = 16767,77 \text{ MeV} \quad M(^{18}_8\text{O})c^2 = 16766,11 \text{ MeV}$$

- 1 – Vérifier que cette émission est bien énergétiquement possible.
- 2 – Que vaut l'énergie maximum du positon ?

Exercice 7 : Courbe d'Aston – Fusion de deux noyaux légers

Nous avons défini en cours la chaleur de réaction Q pour les désintégrations radioactives. Cette grandeur est plus générale et pour toute réaction nucléaire du type :



ou pour toute désintégration nucléaire : $X_1 \rightarrow X_3 + X_4 + X_5 + \dots$,
on montre qu'elle s'écrit : $Q = \sum_i M_i c^2 - \sum_f M_f c^2$

- 1°) Montrer à partir des éléments du cours que pour une réaction de fusion du genre $^A_Z\text{X} + ^A_Z\text{X} \rightarrow ^{2A}_{2Z}\text{Y}$, Q peut s'exprimer en fonction des énergies de liaison nucléaire B.
- 2°) Ecrire la réaction de fusion de deux deutériums. Calculer l'énergie libérée lors de cette fusion en utilisant la courbe d'Aston ci-contre ?
En déduire l'énergie libérée en joule par gramme de deutérium. On comparera au pouvoir calorifique du pétrole qui est de 42 MJ/kg.
- 3°) Même question pour la fission symétrique de l'U-236.

