Physique du noyau – Exercices – Devoirs

QCM 1 corrigé disponible

A propos des interactions fondamentales :

- **A.** la force électromagnétique a une portée infinie
- **B.** la force nucléaire faible assure la cohésion du noyau
- **C.** la particule échangée lors de l'interaction nucléaire forte est un gluon
- **D.** le boson de l'interaction nucléaire faible peut être électriquement neutre ou chargé
- **E.** à l'échelle des noyaux, on peut considérer que l'intensité de la force gravitationnelle est négligeable

QCM 2 corrigé disponible

- **A.** les baryons sont des fermions
- **B.** les mésons sont des fermions
- **C.** les fermions transmettent les interactions fondamentales
- **D.** les leptons sont des bosons
- **E.** le proton est un baryon

QCM 3 corrigé disponible

Le strontium $^{89}_{38}Sr$ se désintègre par émission β^- vers l'Yttrium 89.

Le spectre comprend une raie γ de 910 keV et deux spectres β^- dont le plus énergétique a une énergie maximale de 1450 keV :

- **A.** il s'agit d'un processus d'interaction faible
- **B.** le noyau d'Yttrium comporte 50 neutrons
- **C.** la différence des masses atomiques est 2,36 MeV
- **D.** il existe aussi un spectre continu de neutrinos
- **E.** le deuxième spectre β^- a une énergie maximale de 540 keV

QCM 4 corrigé disponible

Un noyau radioactif se désintègre par transformation β^- ; la différence de masse entre le père et le fils est de 5.10^{-3} u. Le fils est obtenu à l'état fondamental.

Les particules β^- émises :

- **A.** ont une énergie maximale de 465,75 keV
- **B.** sont indirectement ionisantes
- **C.** ont une énergie maximale de 3,6355 MeV
- **D.** ont un spectre énergétique continu
- **E.** emportent la totalité de l'énergie disponible

QCM 5 corrigé disponible

Lors d'une réaction nucléaire et lors d'une transformation radioactive est conservé(e) :

- **A.** le nombre de protons.
- **B.** le nombre baryonique.
- **C.** le nombre total de nucléons.
- **D.** le nombre total de charges électriques.
- **E.** l'énergie de masse totale.

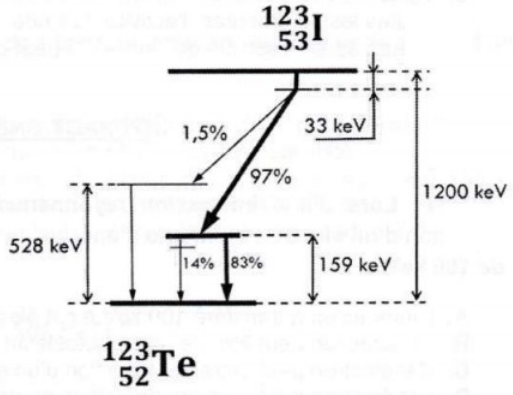
Enoncé commun aux QCM 6 à 9

L'iode-123 est utilisé en médecine nucléaire pour réaliser des scintigraphies.

Le schéma simplifié et légendé ci-contre décrit les principales transformations radioactives de l'Iode-123 vers le Tellure-123.

Seules les transformations figurant sur ce schéma seront considérées.

D'après ces éléments :



QCM 6 corrigé disponible

L'Iode-123 :

A. est un isotope du Tellure-123.
B. possède le même nombre d'électrons que le Tellure-123.
C. possède exactement 369 quarks.
D. possède exactement 176 quarks up.
E. du fait de son énergie de liaison, possède une masse supérieure à la somme des masses de ses constituants (électrons, protons et neutrons).

QCM 7 corrigé disponible

L'Iode-123 :

A. possède une énergie de liaison par nucléon inférieure à celle du Tellure-123.
B. est excédentaire en protons par rapport à la vallée de stabilité.
C. se transforme par émission bêta moins.
D. se transforme par émission bêta plus.
E. se transforme par capture électronique.

QCM 8 corrigé disponible

Les transformations de l'Iode-123 lui-même, sans considérer les désexcitations du noyau fils :

A. émettent des électrons selon un spectre continu.
B. émettent des neutrinos selon un spectre de raie.
C. émettent des électrons positifs.
D. émettent des photons gamma.
E. s'accompagnent d'émission de fluorescence X et/ou d'émission d'électron Auger.

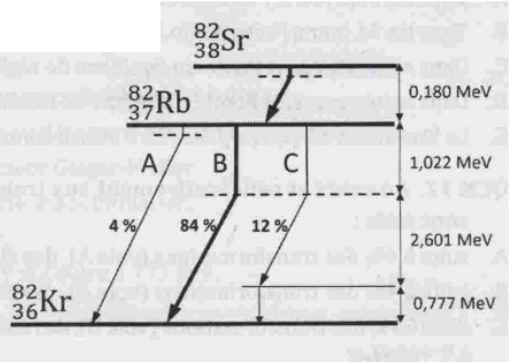
QCM 9 corrigé disponible

La période de l'Iode-123 est de 12,3 heures, celle du Tellure-123 est très longue ($T > 10^{13}$ ans). Un flacon contenant un radiopharmaceutique marqué à l'Iode-123 destiné à être administré à un patient pour une scintigraphie, est stocké depuis une dizaine d'heures. Dans ce flacon :

A. Il existe un équilibre de régime entre l'Iode-123 et le Tellure-123.
B. L'activité de l'Iode-123 est proche de celle du Tellure-123 à tout moment.
C. Toutes les 12,3 heures, l'activité de l'Iode-123 diminue de moitié.
D. Toutes les 36,9 heures, l'activité de l'Iode-123 est divisée par 8.
E. 6 jours après, l'activité de l'Iode-123 peut être considérée comme négligeable.

Enoncé commun aux QCM 10 à 16

Le chlorure de Rubidium-82, ^{82}RbCl, est utilisé comme radiopharmaceutique pour évaluer la perfusion myocardique.
Le schéma simplifié et légendé ci-contre, présenté également en bas des 2 pages suivantes, décrit les transformations radioactives du Strontium-82 $\left({}^{82}_{38}\mathrm{Sr},\ T_{1/2} = 25{,}5 \text{ jours}\right)$ puis du Rubidium-82 $\left({}^{82}_{37}\mathrm{Rb},\ T_{1/2} = 75 \text{ secondes}\right)$ en Krypton-82 $\left({}^{82}_{36}\mathrm{Kr},\ \text{stable}\right)$.



QCM 10 corrigé disponible

Pour disposer de Strontium-82, les réactions nucléaires suivantes respectent-elles les lois de conservation du nombre baryonique et de la charge électrique ?

A. $^{85}\mathrm{Rb}(\mathrm{p}, 3\mathrm{n})^{82}\mathrm{Sr}$.
B. $^{84}\mathrm{Kr}(\alpha, 4\mathrm{n})^{82}\mathrm{Sr}$.
C. $^{82}\mathrm{Kr}(\alpha, 4\mathrm{n})^{82}\mathrm{Sr}$.
D. $^{87}\mathrm{Rb}(\mathrm{p}, \alpha)^{82}\mathrm{Sr}$.
E. $^{235}_{92}\mathrm{U}(\mathrm{n}, 3\mathrm{n})\left[{}^{82}\mathrm{Sr} + {}^{151}_{64}\mathrm{Gd}\right]$.

QCM 11 corrigé disponible

Le Strontium-82 :

A. contient exactement 82 protons.
B. contient exactement 38 électrons.
C. contient exactement 246 quarks.
D. possède une masse supérieure à la somme des masses de ses constituants (électrons, protons et neutrons).
E. possède une énergie de masse supérieure à celle du Rubidium-82.

QCM 12 corrigé disponible

Le Strontium-82 :

A. possède un défaut de masse inférieur à celui du Rubidium-82.
B. possède plus de neutrons que de protons.
C. est excédentaire en proton par rapport à la ligne de stabilité sur le diagramme protons-neutrons.
D. possède un quark up de plus que le Rubidium-82.
E. possède un neutron de moins que le Rubidium-82.

QCM 13 corrigé disponible

Les transformations du Strontium-82 lui-même :

A. sont de type bêta -.
B. sont de type bêta +.
C. sont pures.
D. émettent des électrons selon un spectre continu.
E. émettent des neutrinos selon un spectre de raie.

QCM 14 corrigé disponible

Un service de médecine nucléaire dispose d'une source radioactive de Strontium-82.

A. Tous les 25,5 jours, l'activité du Strontium-82 diminue de 50 %.
B. Tous les 51 jours, l'activité du Strontium-82 diminue de 25 %.
C. Dans cette source, il existe un équilibre de régime entre le Strontium-82 et le Rubidium-82.
D. Dans cette source, le nombre d'atome de Rubidium-82 est proche de celui de Strontium-82.
E. Le Strontium-82 peut a priori être utilisé comme générateur de Rubidium-82.

QCM 15 corrigé disponible

Au cours et consécutivement aux transformations du Rubidium-82, peuvent être ou sont émis :

A. suite à 4% des transformations (voie A), des électrons Auger.
B. suite à 4% des transformations (voie A), des photons X de réarrangement.
C. dans 84% des transformations (voie B), des électrons positifs d'énergie cinétique maximale égale à 3,378 MeV.
D. dans 84% des transformations (voie B), des positons d'énergie cinétique moyenne proche de 1,35 MeV.
E. dans 96% des transformations (voies B et C), des photons gamma d'énergie égale à 1,022 MeV.

QCM 16 corrigé disponible

Un examen est réalisé par injection de 20 MBq/kg de ^{82}RbCl à un patient de 70 kg.

A. Après 12,5 minutes, l'activité du radiopharmaceutique est proche de 140 MBq.
B. Après 12,5 minutes, l'activité du radiopharmaceutique est proche de 1,4 MBq.
C. Après 25 minutes, l'activité du radiopharmaceutique est proche de 0,7 MBq.
D. Après 25 minutes, l'activité du radiopharmaceutique est proche de 1,4 kBq.
E. Après 25 minutes, l'activité du radiopharmaceutique est inférieure à l'activité naturelle présente dans le corps humain.

QCM 17 corrigé disponible

Soit un électron d'énergie totale 1,022 MeV :

A. Il possède une énergie cinétique égale à 511 keV.
B. Son facteur de Lorentz est égal à 2.
C. Sa vitesse est égale à 0,5 c.
D. Sa vitesse est égale à 0, 866 c.
E. Il s'agit d'un électron relativiste.

QCM 18 corrigé disponible

La structure de la matière, et en particulier celle de l'atome, est depuis l'antiquité une source de débats et de découvertes scientifiques.

A. C'est à Platon, philosophe grec 428-347 avant JC, que l'on doit l'intuition géniale de la notion d'atome : partie insécable de la matière.
B. Ce n'est qu'à la fin du XIX° et au début du XX° siècles que les preuves expérimentales de la structure de l'atome (noyau positif entouré d'un cortège électronique) ont été apportées.
C. Les quarks sont toujours associés en triplet dans les baryons (neutron, proton).
D. L'interaction forte, responsable de l'attraction entre quarks et de la cohésion du noyau, est assurée par des bosons : les gluons.
E. Les photons sont des bosons.

QCM 19 corrigé disponible

Les radioéléments artificiels (REA) sont très utilisés en médecine, pharmacie et biologie.

A. C'est à Marie et Pierre Curie que l'on doit la découverte de la radioactivité artificielle.
B. Les REA ne sont produits que dans des réacteurs nucléaires.
C. Les REA ne sont produits qu'avec des accélérateurs de particules.
D. Le ^{11}C, le ^{13}N, le ^{15}O et le ^{18}F sont produits par des accélérateurs circulaires.
E. La réaction nucléaire $^{130}_{52}Te(n,\gamma)^{131}_{53}I$ est possible.

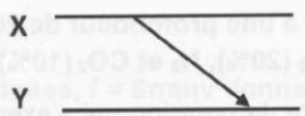
QCM 20 corrigé disponible

Un noyau se désintègre 8 fois sur 10 par désintégration β^- (suivie de l'émission d'un γ de 0,4 MeV) et 2 fois sur 10 par désintégration β^+ :

A. Dans les 2 cas on obtient le même atome fils.
B. La valeur de la perte de masse, entre les atomes pères et fils, est indépendante du type de désintégration.
C. Pour 10 désintégrations, 4 photons de 0, 511 MeV sont produits.
D. Pour 10 désintégrations, 12 photons sont en théorie produits.
E. Le phénomène de conversion interne pourrait expliquer que l'on détecte moins de photons que théoriquement prévus.

QCM 21 corrigé disponible

Soit le schéma de désintégration suivant (1 uma = 931,5 MeV/c²) :



m_X = 3,016050 uma

m_Y = 3,016030 uma

A. Il s'agit d'une transformation β^- pure.
B. L'équivalent énergétique du défaut de masse ($\Delta m.c^2$) est égal à 18,6 keV.
C. L'énergie moyenne des électrons émis est de 18,6 keV.
D. Un neutrino est émis par le noyau père (X) en même temps qu'un électron.
E. Le noyau père (X) est excédentaire en protons.

QCM 22 corrigé disponible

Soit à un instant T0, 1 MBq de Molybdène 99 (période 66h) en équilibre de régime avec son descendant le Technétium 99m (période 6h). A cet instant T0, on sépare par élution le ^{99}Mo et le ^{99m}Tc :

A. À T0 (sans prendre en compte le rapport d'embranchement), l'activité du ^{99m}Tc est de l'ordre de 1 MBq.
B. À T0, le nombre d'atomes de ^{99m}Tc est sensiblement égal à celui du ^{99}Mo.
C. À T0 + 12h, l'activité du ^{99}Mo est de 0,250 MBq.
D. À T0 + 12h, l'activité du ^{99m}Tc isolé après élution est de 0,250 MBq.
E. À T0 + 60h, l'activité en ^{99}Mo est considérée comme négligeable.

QCM 23 corrigé disponible

A propos de l'atome et de son noyau :

A. L'énergie de liaison des électrons d'un atome correspond à son défaut de masse total.
B. L'émission d'un photon γ correspond toujours à une perte de masse du noyau émetteur.
C. L'énergie de liaison des nucléons est responsable de la cohésion du noyau.
D. Le nombre de protons définit à lui seul l'identité de l'élément chimique correspondant.
E. Seuls des éléments artificiels peuvent être radioactifs.

QCM 24 corrigé disponible

A propos de l'énergie de liaison des électrons :

A. Sa valeur varie avec la couche à laquelle appartient un électron.
B. Sa valeur pour la couche K est indépendante du nombre total d'électrons d'un atome.
C. Elle est conservée par un électron arraché à son orbite au cours d'une ionisation.
D. Elle constitue un seuil pour le processus de capture électronique.
E. Elle conditionne les énergies des photons X de freinage.

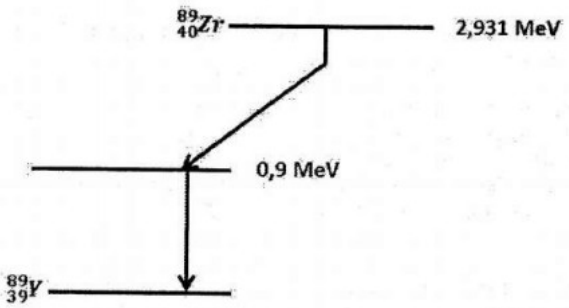
QCM 25 corrigé disponible

Soient 2 éléments isobares A et B, le noyau de A comprenant 1 proton de plus que celui de B. L'atome A présente une masse supérieure à celle de l'atome B de 0,001 uma. Rappel : 1 uma ~ 931,5 MeV

A. L'élément A peut se désintégrer et fournir l'élément B par désintégration β^+.
B. L'élément A peut se désintégrer et fournir l'élément B par capture électronique.
C. L'élément B peut se désintégrer et fournir l'élément A par désintégration β^-.
D. L'énergie de liaison par nucléon de l'élément B est supérieure à celle de l'élément A.
E. Suite à la transformation de A en B, il est possible d'observer des X de réarrangements et des électrons Auger.

QCM 26 corrigé disponible

Soit le schéma de désintégration suivant du Zirconium 89 en Yttrium 89 stable:



A. L'énergie maximale des β^+ est proche de 1 MeV.
B. L'énergie moyenne des neutrinos est proche de 0,6 MeV.
C. Le zirconium 89 peut être obtenu par la réaction suivante $^{89}_{39}Y(p,n)^{89}_{40}Zr$.
D. L'Yttrium 89 peut émettre un gamma de 900 keV.
E. Le Zirconium 89 peut en théorie se transformer en Yttrium 89 par capture électronique et émission β^+.

QCM 27 corrigé disponible

conditionne une seringue de [^{18}F]FDG à 8h10 du matin. Elle est injectée au patient à 10h du matin. L'activité injectée est de 296 MBq. La période du Fluor 18 est de 110 minutes.

A. A 8h10, l'activité dans la seringue était proche de 148 MBq.
B. A 8h10, l'activité dans la seringue était proche de 592 MBq.
C. Si la seringue n'avait pas été injectée, l'activité le lendemain à 4h30 du matin serait proche de 2,96 MBq.
D. Si la seringue n'avait pas été injectée, l'activité le lendemain à 4h30 du matin serait proche de 296 kBq.
E. Le [^{18}F]FDG peut être utilisé en thérapie.

QCM 28 corrigé disponible

A. $^{99}_{43}Tc$ et $^{97}_{43}Tc$ sont isotopes
B. $^{14}_{7}N$ et $^{14}_{6}C$ sont isotopes
C. $^{15}_{8}O$ et $^{15}_{7}N$ sont isobares
D. $^{15}_{8}O$ et $^{15}_{7}N$ sont isotones
E. $^{14}_{7}N$ et $^{13}_{6}C$ sont isotones

QCM 29 corrigé disponible

A. les leptons sont des fermions
B. les leptons sont des particules légères électriquement chargées ou neutres
C. les mésons sont des bosons
D. les mésons sont l'assemblage d'une paire neutrino-anti neutrino muonique
E. le muon est un lepton neutre

QCM 30 corrigé disponible

Quelle est l'activité de 36 ng de ^{99m}Tc 12 heures après sa production :
On donne :
$\ln 2 = 0,7$; $N_A = 6.10^{23}$ mol^{-1} et $T(^{99m}Tc) = 6$ heures

A. environ 7000 MBq
B. environ 1750 MBq
C. environ 47 mCi
D. on ne peut même pas l'estimer car il manque des données pour le calcul
E. quasiment nulle car la masse et la période sont telles qu'il ne reste plus rien 12 heures après

Enoncé commun aux QCM 31 et 32

Le Radium 226 ($^{226}_{88}Ra$) de période 1600 ans se désintègre en Radon (Rn) de période 3,8 jours en émettant une particule α. On note M la masse du noyau et $\mathcal{M}$ la masse de l'atome ; on négligera l'énergie de liaison des électrons.

QCM 31 corrigé disponible

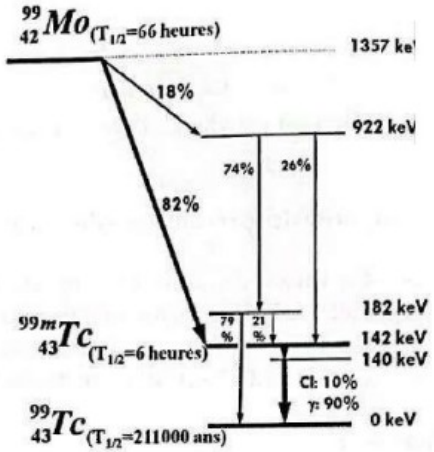
A. au bout d'un temps environ égal à 4 jours, l'activité du Radium devient quasiment constante : c'est l'équilibre de régime
B. comme la constante de décroissance radioactive du Radium est très petite devant la constante de décroissance du Radon, un équilibre séculaire pourra être atteint au bout de 4 jours environ
C. comme la constante de décroissance radioactive du Radium est très petite devant la constante de décroissance du Radon, un équilibre séculaire pourra être atteint au bout de 40 jours environ
D. comme la période du Radium est très grande devant celle du Radon, un équilibre séculaire pourra être atteint au bout de 4 jours environ
E. le spectre énergétique du Radium est un spectre de raies

QCM 32 corrigé disponible

A. la radioactivité α est produite par interaction forte
B. le Radon est tel que son nombre de masse vaut 230 et son numéro atomique 88
C. l'énergie disponible de cette désintégration, notée Q, est répartie entre l'énergie de recul du noyau père et l'énergie cinétique emportée par la particule α
D. l'énergie disponible est $Q = M(A,Z)c^2 - M(A-4, Z-2)c^2 - M(He)c^2$
E. l'énergie disponible est $Q = \mathcal{M}(A,Z)c^2 - \mathcal{M}(A-4, Z-2)c^2 - \mathcal{M}(He)c^2$

Enoncé commun aux QCM 33 et 34

Le Technétium-99m (plus de 800 000 scintigraphies par an en France) est obtenu à partir du Molybdène-99.
Le schéma ci-contre décrit la transformation radioactive du Molybdène-99, avec indication des périodes radioactives.
Les niveaux d'énergie figurant sur ce schéma sont exprimés par rapport à celui de l'état fondamental du Technétium-99.
D'après l'ensemble des éléments présentés sur ce schéma :



QCM 33 corrigé disponible

Une source radioactive de Molybdène-99 :

A. émet des photons d'énergie égale à 1,215 MeV.
B. émet des électrons d'énergie cinétique initiale maximale égale à 1,215 MeV.
C. émet des positons qui peuvent être utilisés pour l'imagerie TEP.
D. a une activité qui décroit d'un facteur 4 tous les 5,5 jours.
E. produit du Technétium-99m dont l'activité à l'équilibre de régime décroit d'un facteur 4 tous les 11 jours.

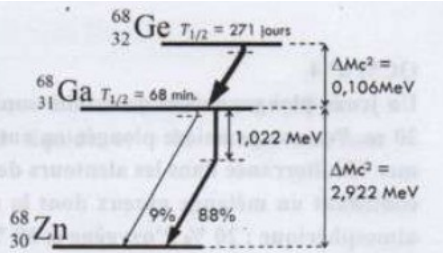
QCM 34 corrigé disponible

Le Technétium-99m :

A. est produit par transformation bêta moins du Molybdène-99.
B. correspond à un état excité métastable du Technétium-99.
C. produit l'émission de 2 photons gamma de 511 keV permettant l'imagerie TEP.
D. émet des photons gamma d'énergie égale à 140 keV.
E. des électrons de conversion externe et des électrons Auger.

Enoncé commun aux QCM 35 et 36

Le schéma ci-contre décrit les principales transformations du germanium-68 en gallium-68 et celles du gallium-68 en zinc-68. D'après les éléments présentés sur ce schéma :



QCM 35 corrigé disponible

Le germanium-68 :

A. possède plus de neutrons que de protons.
B. est excédentaire en neutrons par rapport à la vallée de stabilité.
C. possède un défaut de masse supérieur au gallium-68.
D. est émetteur bêta +.
E. se transforme par une transformation dite pure.

QCM 36 corrigé disponible

Une source de germanium-68, conservée depuis plusieurs années, émet :

A. des électrons provenant du gallium-68 d'énergie maximale égale à 2,922 MeV.
B. des électrons provenant du gallium-68 d'énergie moyenne proche de 0,76 MeV.
C. des photons gamma de 1,022 MeV.
D. des électrons Auger et des photons X de réarrangement.
E. une activité provenant du gallium-68 qui diminue d'un facteur 2 toutes les 68 minutes du fait de l'équilibre de régime avec le germanium-68.