

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 $^{89}_{38}\text{Sr}$ 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.

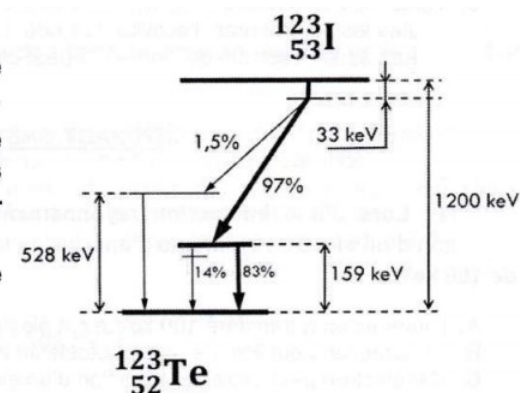
Enoncé commun aux QCM 6 à 9

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

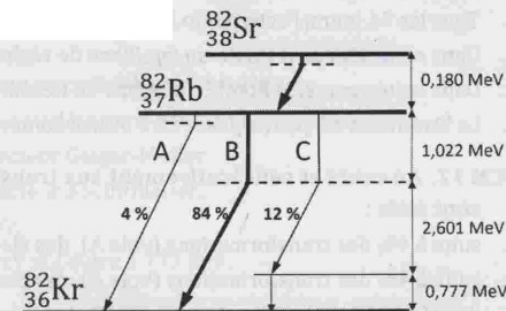
La période de l'Iode-123 est de 12,3 heures, celle du Tellure-123 est très longue ($T > 10^{13}$ ans). Un flacon contenant un radiopharmaceutique marqué à l'Iode-123 destiné à être administré à un patient pour une scintigraphie, est stocké depuis une dizaine d'heures. Dans ce flacon :

- 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, $^{82}\text{RbCl}$, 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 (^{82}Sr , $T_{1/2} = 25,5$ jours) puis du Rubidium-82 (^{82}Rb , $T_{1/2} = 75$ secondes) en Krypton-82 (^{82}Kr , stable).



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

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 $^{82}\text{RbCl}$ 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^e et au début du XX^e 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 $^{130}_{52}\text{Te}(n, \gamma)^{131}_{53}\text{I}$ est possible.

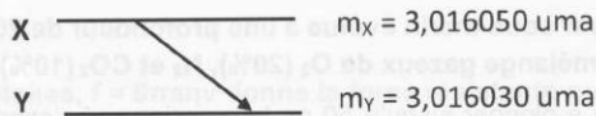
QCM 20 corrigé disponible

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 ($1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$) :



- A. Il s'agit d'une transformation β^- pure.
- B. L'équivalent énergétique du défaut de masse ($\Delta m \cdot c^2$) 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 T_0 , 1 MBq de Molybdène 99 (période 66h) en équilibre de régime avec son descendant le Technétium 99m (période 6h). A cet instant T_0 , on sépare par élution le ^{99}Mo et le $^{99\text{m}}\text{Tc}$:

- A. À T_0 (sans prendre en compte le rapport d'embranchement), l'activité du $^{99\text{m}}\text{Tc}$ est de l'ordre de 1 MBq.
- B. À T_0 , le nombre d'atomes de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ est sensiblement égal à celui du ^{99}Mo .
- C. À $T_0 + 12\text{h}$, l'activité du ^{99}Mo est de 0,250 MBq.
- D. À $T_0 + 12\text{h}$, l'activité du $^{99\text{m}}\text{Tc}$ isolé après élution est de 0,250 MBq.
- E. À $T_0 + 60\text{h}$, 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.

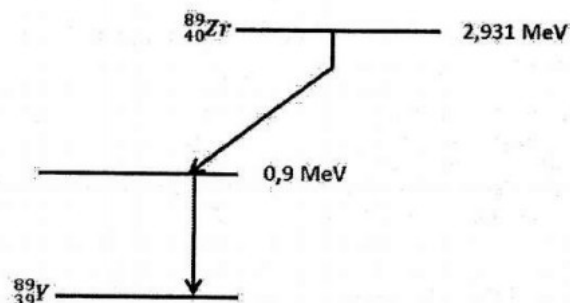
QCM 25 corrigé disponible

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 : $1 \text{ uma} \sim 931,5 \text{ MeV}$

- 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 $^{89}_{39}\text{Y}(p,n)^{89}_{40}\text{Zr}$.
- 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. $^{98}_{43}\text{Tc}$ et $^{97}_{43}\text{Tc}$ sont isotopes
- B. $^{14}_7\text{N}$ et $^{14}_6\text{C}$ sont isotopes
- C. $^{15}_8\text{O}$ et $^{15}_7\text{N}$ sont isobares
- D. $^{15}_8\text{O}$ et $^{15}_7\text{N}$ sont isotones
- E. $^{14}_7\text{N}$ et $^{13}_6\text{C}$ 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 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 12 heures après sa production :

On donne :

$\ln 2 = 0,7$; $N_A = 6.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ et $T(^{99\text{m}}\text{Tc}) = 6 \text{ heures}$

- 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 ($^{226}_{88}\text{Ra}$) 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 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 $Q = M(A, Z)c^2 - M(A-4, Z-2)c^2 - M(\text{He})c^2$
- E. l'énergie disponible est $Q = M(A, Z)c^2 - M(A-4, Z-2)c^2 - M(\text{He})c^2$

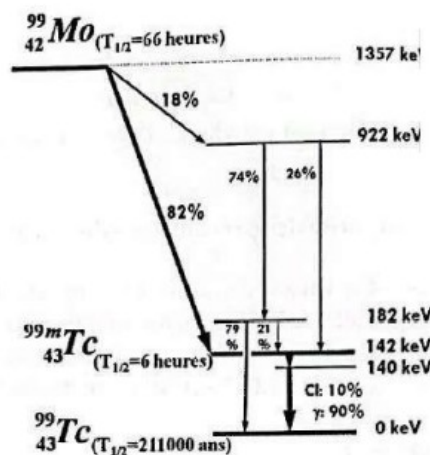
Enoncé commun aux QCM 33 et 34

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 décroît d'un facteur 4 tous les 5,5 jours.
- E. produit du Technétium-99m dont l'activité à l'équilibre de régime décroît d'un facteur 4 tous les 11 jours.

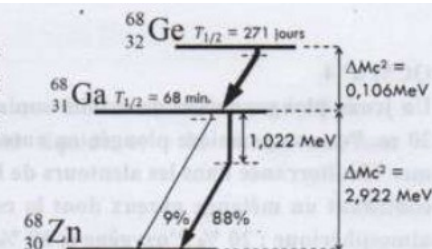
QCM 34 corrigé disponible

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.