

UE11 - Biophysique

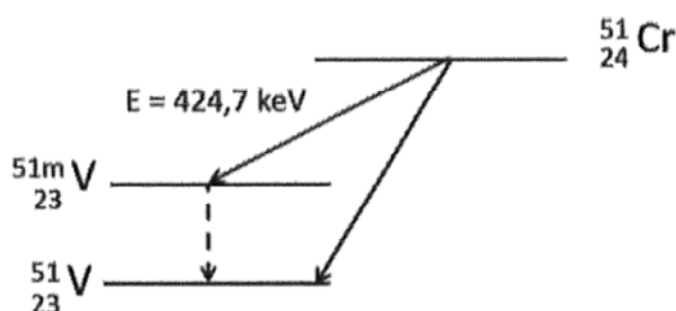
Annales Classées

**INTERACTION DES RAYONNEMENTS
IONISANTS AVEC LA MATIÈRE**

SUJET

Enoncé commun aux questions 1 à 5.

Le Chrome-51 est un radio-isotope utilisé pour mesurer la fonction rénale après intégration dans une molécule d'EDTA. Il a une demi-vie radioactive de 27,7 jours. Le schéma de désintégration radioactive du Chrome-51 est décrit ci-dessous.



On injecte 50 Méga-Becquerels (MBq) d'EDTA radiomarqué au Chrome-51 dans la veine d'un patient. Chez ce patient, l'EDTA a une demi-vie biologique de 60 minutes avec une élimination intégralement dans les urines. Au bout de deux heures, vous récupérez l'ensemble des urines du patient représentant un volume de 1 litre.

Question 5. Vous placez un flacon en verre contenant un millilitre d'urines dans un détecteur cylindrique à cristaux scintillants entourant le flacon à une distance de trois centimètres. Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons
- C. Des photons gamma
- D. Des photons X
- E. Des photons Compton

Énoncé commun aux questions 6 à 9.

Un générateur de radionucléides contient du chlorure de germanium (Germanium-68, période 271 jours) comme nucléide père, qui se désintègre en chlorure de gallium (Gallium-68, période 68 minutes), nucléide fils. A la livraison, le générateur contient une activité en Germanium-68 de 1,5 Giga-Becquerel (GBq). Ce générateur peut être utilisé jusqu'à une activité minimale du Germanium-68 de 0,6 GBq.

Question 8. La préparation permet d'obtenir une activité de 200 MBq d'un radiopharmaceutique marqué au Gallium-68. Après préparation, la seringue est placée dans une protection blindée. L'activité mesurée est alors de 100 kBq. A combien de CDA équivaut ($\pm 5\%$) l'épaisseur de la protection ? (Une seule proposition exacte)

- A. 2
- B. 5
- C. 11
- D. 16
- E. 20

Énoncé commun aux questions 10 et 11.

Un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,015 \text{ nm}$ interagit avec un électron de la couche K de l'atome de Tungstène par effet photoélectrique. On donne : Energie de la liaison de la couche K du Tungstène = 70 keV

Question 10. Quelle est l'énergie cinétique du photo-électron émis ? (Une seule proposition exacte)

- A. 12,7 keV
- B. 70 keV
- C. 82,7 keV
- D. 137,8 keV
- E. 158,3 keV

Question 11. Quel(s) phénomène(s) peut (peuvent) survenir consécutivement à l'émission du photoélectron ?

- A. Emission de photons de fluorescence
- B. Emission de photons d'annihilation
- C. Emission de positons
- D. Emission de particules alpha
- E. Emission d'électrons Auger

Question 12. L'interaction d'un photon dont l'énergie est de 2 MeV avec le champ électrostatique du noyau d'un atome peut donner lieu à :

- A. une réaction de conversion interne
- B. la matérialisation de deux particules
- C. l'émission d'un photon X
- D. l'émission d'un photon Compton
- E. l'émission d'un photo-électron

Question 13. On considère une source ponctuelle de photons gamma. Un compteur placé à 1 mètre de la source permet de calculer une fluence énergétique de 1 J/m^2 . Quelle sera la fluence énergétique si l'on rapproche le détecteur à 20 cm de la source ? (Une seule proposition exacte).

- A. 1 J/m^2
- B. 5 J/m^2
- C. 25 J/m^2
- D. 50 J/m^2
- E. 100 J/m^2

2022 Session 1

Le Strontium-82 se désintègre en Rubidium-82 avec une demi-vie radioactive de 25,5 jours (600 heures). Le Rubidium-82 se désintègre ensuite en Krypton-82 stable avec une demi-vie de 76 secondes (1,26 min). Vous recevez un générateur contenant 1200 MBq de Strontium-82.

QRS 6. La couche de demi-atténuation du plomb pour des photons de 500 keV est de 4 mm. Quelle épaisseur minimale de plomb devra entourer le générateur pour limiter à 0,1 % les émissions des rayonnements provenant du 82-Rubidium s'accumulant dans le générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 1 cm
- B. 1 - 3 cm
- C. 3 - 5 cm
- D. 5 - 7 cm
- E. > 7 cm

QCM 8. Durant l'injection de Rubidium-82 à un patient, une couronne de détecteurs composés de cristaux scintillants est placée à 30 cm autour du patient. Quel(s) rayonnement(s) ou particule(s) émis par le Rubidium-82 pourrez-vous détecter ?

- A. des électrons Auger
- B. des positons
- C. un rayonnement gamma à 511 keV
- D. un rayonnement gamma à 776 keV
- E. un rayonnement Compton

QCM 9. A propos de l'effet Compton, laquelle (ou lesquelles) des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche profonde
- B. l'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un électron Compton
- C. on peut déterminer la direction du photon diffusé par rapport au photon incident si on connaît l'énergie du photon incident et l'énergie du photon diffusé
- D. le spectre du photon diffusé et de l'électron Compton sont des spectres mono-énergétiques
- E. la désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger

QCM 10. A propos de l'effet photoélectrique, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exactes ?

- A. la totalité de l'énergie du photon incident est transmise à un électron atomique d'une couche profonde
- B. la probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque l'énergie du rayonnement électromagnétique incident augmente
- C. la probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque le numéro atomique Z du milieu augmente
- D. l'effet photoélectrique altère le contraste des images radiographiques
- E. l'effet photoélectrique peut aboutir à une réaction d'annihilation

QCM 11. Concernant l'interaction des photons avec la matière, laquelle (lesquelles) des propositions suivantes est (sont) exacte(s) ?

- A. les photons interagissent avec la matière selon des interactions coulombiennes.
- B. l'effet de création de paires correspond à l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau
- C. pour qu'un effet de création de paires puisse avoir lieu, l'énergie du photon incident doit être ≥ 511 keV
- D. le coefficient linéique d'atténuation μ est l'épaisseur de matériau nécessaire pour atténuer la moitié des photons incidents
- E. le coefficient linéique d'atténuation μ a pour unité l'inverse d'une longueur

QRS 12. Un faisceau monochromatique de rayons X traverse un nodule pulmonaire d'épaisseur 1 cm. Le coefficient linéique d'atténuation μ du nodule pulmonaire est de 2 cm^{-1} . Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténuée par le nodule pulmonaire ? (Une seule réponse exacte)

On donne $e^{-2} = 0,14$ et $\ln 2 = 0,70$

- A. 0,14
- B. 0,27
- C. 0,50
- D. 0,70
- E. 0,86

2021 Session 1

Question n°8

Une seringue est préparée puis placée dans un protège-seringue dont la CDA pour les rayonnements mesurés est de 3 mm. **Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction de rayonnement atténuée par les protège-seringue dont l'épaisseur est de 4,5 mm ? (une seule réponse exacte)**

On donne racine carrée de 2 = 1,4

- A. 0,10
- B. 0,25
- C. 0,36
- D. 0,64
- E. 0,75

Question n°9

Un compteur positionné à 10 cm du protège seringue indique 10 000 coups par seconde (cps).

Parmi les propositions suivantes, quel sera le nombre de coups si l'on déplace le compteur à 1 mètre de la source ? (une seule réponse exacte)

- A. 100 cps
- B. 123 cps
- C. 1000 cps
- D. 5000 cps
- E. 6000 cps

ANNEXE

FORMULAIRE FOURNI EN 2021

VALEURS NUMÉRIQUES ÉVENTUELLEMENT UTILES

Si cela vous apparaît nécessaire dans les calculs, vous pouvez utiliser les valeurs numériques et approximations suivantes :

Nombre d'Avogadro = 6.10^{23}

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Charge élémentaire de l'électron (en valeur absolue) : $1,6.10^{-19}$ Coulomb

1 électron-volt (eV) = $1,6.10^{-19}$ Joule

1 u.m.a. (unité de masse atomique) = $1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV} / c^2$

Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$

Masse d'un électron = $0,9.10^{-30} \text{ kg} = 0,511 \text{ MeV} / c^2$

Masse d'un proton isolé = 1,007 u.m.a.

Masse d'un neutron isolé = 1,009 u.m.a.

1 Ci = 37 GBq

Énoncé commun aux cinq questions suivantes: question 20 à 24 :

Un compteur gamma indique un taux de comptage de 1000 coups par seconde lorsqu'il est placé à 10 cm d'une source de Technétium-99m (exclusivement émetteur de photons gamma d'énergie 140 keV) considérée comme ponctuelle et dont l'activité est de 100 MBq. La source est placée dans un récipient en Tungstène.

Question n°22

Sachant que l'épaisseur de Tungstène correspond à 2 couches de demi-atténuation (CDA) pour les photons de 140 keV, que sera le taux de comptage si le détecteur est placé à 10 cm de la source?

Indiquer la proposition exacte

- A. 5000 coups par seconde.
- B. 1000 coups par seconde.
- C. 500 coups par seconde.
- D. 250 coups par seconde.
- E. 125 coups par seconde.

Question n°23

Si le Technétium-99m est remplacé par du Fluor-18 (émetteur de positons d'énergie 634 keV), quel(s) type(s) de rayonnement(s) est (ou sont) susceptible(s) d'être détecté(s) à l'extérieur du récipient ?

Cocher la (ou les) proposition(s) vraie(s) :

- A. Positons d'énergie 634 keV.
- B. Photons d'énergie 634 keV.
- C. Photons d'annihilation.
- D. Électrons.
- E. Aucun rayonnement ne peut être détecté à l'extérieur du récipient.

Question n°24

Cocher la (ou les) proposition(s) vraie(s) :

La fraction d'énergie absorbée par le récipient dépend :

- A. Du numéro atomique du matériau qui le constitue.
- B. De l'épaisseur de sa paroi.
- C. De l'activité de la source radioactive.
- D. De l'énergie du rayonnement émis par l'isotope.
- E. De la durée pendant laquelle il est utilisé.

Question n°20

Un photon de 140 keV interagit par effet photo-électrique avec un électron de la couche K du plomb ($Z=82$). On suppose que la constante d'écran b est nulle.

Indiquer **la** proposition exacte :

L'énergie cinétique du photoélectron est de l'ordre de :

- A. 140 keV
- B. 49 keV
- C. 28 keV
- D. 14 keV
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°22

Un faisceau de photons de 140 keV est projeté perpendiculairement à une lame de plomb. Si l'on considère que l'épaisseur de la lame de plomb correspond à 2 fois la couche de demi-atténuation (CDA), indiquer **la** proposition exacte :

- A. La totalité du faisceau aura été stoppée par la lame de plomb
- B. L'interaction prédominante sera l'effet Compton
- C. Une partie de l'énergie du faisceau incident sera diffusée sous forme d'un rayonnement électromagnétique
- D. Une partie des interactions aboutira à une création de paires
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Enoncé commun aux questions 22 à 25.

Un compteur de rayonnements est situé à 0,5 mètre d'une source scellée (flacon de verre) de Sodium 22, considérée comme ponctuelle et isotrope. Le Sodium 22 est un émetteur de positons dont la période est de 2,6 ans.

Question n°22

Quel type de rayonnement va pouvoir être détecté ?

(Indiquer la proposition exacte)

- A. Particules α (alpha).
- B. Positons.
- C. Electrons.
- D. Photons.
- E. Aucun de ces rayonnements.

Question n°24

On place la source dans un conteneur en plomb dont l'épaisseur est de 1 cm. Le coefficient linéique d'atténuation de ce rayonnement dans le plomb est de 2 cm^{-1} .

La fraction de photons absorbés étant de 0,5, en déduire le coefficient d'atténuation par diffusion.

(Indiquer la proposition la plus proche du résultat exact)

- A. $1,7 \text{ cm}^{-1}$
- B. $1,3 \text{ cm}^{-1}$
- C. $1,1 \text{ cm}^{-1}$
- D. $0,9 \text{ cm}^{-1}$
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Question n°25

Indiquer la ou les interactions élémentaires qui, dans le cas de la question précédente, ont été à l'origine de la diffusion :

(Indiquer **la ou les** propositions exactes)

- A. Effet photo-électrique.
- B. Effet Compton.
- C. Création de paires.
- D. Annihilation.
- E. Aucun des effets mentionnés ci-dessus.

Question n°26

Dans le vide, l'atténuation d'un faisceau de photons par un écran varie en fonction :

(Indiquer **la ou les** propositions exactes)

- A. Du numéro atomique (Z) de l'écran.
- B. De l'épaisseur de l'écran.
- C. De l'énergie des photons incidents.
- D. De la distance entre la source et l'écran.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2016

Question n° 19

Indiquer **la** proposition exacte concernant l'effet photoélectrique

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron libre
- B. Pour que l'effet photoélectrique se produise, il faut que l'énergie du photon incident soit supérieure à l'énergie de liaison de l'électron
- C. Il s'accompagne de l'émission d'un photon diffusé
- D. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente lorsque le numéro atomique du milieu diminue
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 20

Indiquer **la** proposition exacte concernant l'effet Compton

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron atomique d'une couche profonde
- B. Le transfert d'énergie entre le photon incident et l'électron est total
- C. Plus l'énergie du photon incident augmente, plus le photon diffusé sera dirigé vers l'avant
- D. La probabilité d'interaction par effet Compton diminue lorsque l'énergie du photon incident diminue
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 21

Indiquer **la** proposition exacte concernant la création de paires

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau
- B. Il est en compétition avec l'effet photoélectrique pour des photons dont l'énergie est inférieure à 500 keV
- C. Après interaction par création de paires, la totalité de l'énergie est absorbée par le milieu
- D. La probabilité d'interaction par création de paires diminue lorsque le numéro atomique du milieu augmente
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 22

Après avoir traversé une épaisseur de plomb de 1 mm, un faisceau de photons de 1 MeV est atténué d'un facteur 2 :

Indiquer **la ou les** propositions exactes

- A. La couche de demi-atténuation du plomb pour ce faisceau est de 2 mm
- B. Le spectre énergétique à la sortie comporte des raies de 1 MeV
- C. Le spectre énergétique à la sortie comporte des raies de 511 keV
- D. Le spectre énergétique à la sortie comporte une composante continue
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 23

Indiquer **la ou les** propositions exactes

Lors de l'interaction d'un faisceau de photons avec la matière, la fraction d'énergie absorbée par le milieu :

- A. Dépend du numéro atomique du milieu traversé
- B. Dépend de la probabilité d'interaction par effet photoélectrique
- C. Augmente linéairement avec l'épaisseur du milieu traversé
- D. Est la seule responsable d'une atténuation du faisceau
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

2015

Question 19

Indiquer la réponse exacte concernant l'effet photoélectrique

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron libre
- B. Une partie de l'énergie du photon incident est transférée au photoélectron
- C. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique augmente avec le numéro atomique du milieu
- D. La contribution de l'effet photoélectrique est marginale en imagerie radiographique
- E. Toutes les propositions précédentes sont fausses

Question 20

Indiquer la réponse exacte concernant l'effet Compton

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron atomique d'une couche profonde
- B. Le transfert d'énergie entre le photon incident et l'électron est minimal si le choc est frontal
- C. Plus l'énergie du photon incident augmente, plus le photon diffusé sera dirigé vers l'arrière
- D. L'effet Compton contribue à la dégradation de la qualité des images radiologiques (flou)
- E. Toutes les propositions précédentes sont fausses

Question 21

Indiquer la ou les réponses exactes concernant la création de paires

- A. Elle survient lors de l'interaction d'un photon avec le champ électrostatique d'un noyau
- B. L'énergie du photon incident doit être inférieure à 1,022 MeV
- C. Elle aboutit à la création de 2 positons
- D. L'un des phénomènes secondaires est l'émission de 2 photons d'annihilation
- E. Toutes les propositions précédentes sont fausses

Question 22

Indiquer la ou les réponses exactes concernant le coefficient linéique d'atténuation

- A. Il exprime la probabilité d'interaction d'un photon incident par unité de longueur du milieu atténuant
- B. Il dépend de l'énergie du rayonnement électromagnétique incident
- C. Il est indépendant de la masse volumique du milieu
- D. Il rend compte de l'atténuation d'un faisceau de photons par effet photoélectrique, diffusion Compton, et création de paires
- E. Toutes les propositions précédentes sont fausses

Question 23

Indiquer la ou les réponses exactes concernant la couche de demi-atténuation

- A. Elle correspond à l'épaisseur de matériau nécessaire pour diminuer de moitié l'intensité d'un faisceau d'électron
- B. Elle dépend du numéro atomique du milieu atténuant
- C. Elle diminue quand l'énergie du rayonnement incident augmente
- D. Elle s'exprime par des unités de distance (mètre ou centimètre)
- E. Toutes les propositions précédentes sont fausses

18.

UNE SEULE proposition est FAUSSE, laquelle?

Le coefficient d'atténuation par effet Compton :

- A-** correspond à la probabilité d'interaction des photons diffusés avec la matière.
- B-** décroît avec l'énergie du photon incident.
- C-** est supérieur au coefficient d'absorption des photons par effet Compton.
- D-** est dépendant de la nature du milieu traversé.
- E-** est inférieur au coefficient d'atténuation par effet photoélectrique pour les photons d'énergie inférieure à 50keV dans l'eau.

20.

Un écran équivalent à 2 CDA est placé à 30 cm d'une source isotrope de rayonnements qui se propagent dans le vide. La fluence énergétique à 1 mètre de la source derrière l'écran est mesurée à 1 J/cm².

UNE SEULE proposition est VRAIE, laquelle ?

- A-** la fluence énergétique à 2m de la source est 0,5 J/cm²
- B-** la fluence énergétique à 50 cm de la source est 2 J/cm²
- C-** la fluence énergétique à 25 cm de la source est 16 J/cm²
- D-** la fluence énergétique à 25 cm de la source est 64 J/cm²
- E-** Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2012

22. Question - Cochez **la** proposition exacte : la probabilité d'interaction globale μ d'un photon avec la matière

- A- permet de calculer l'épaisseur de la couche de demi-atténuation.
- B- correspond à la probabilité d'absorption du photon par la matière.
- C- est indépendante de la nature du milieu traversé.
- D- augmente avec l'énergie du photon.
- E- Aucune des propositions n'est exacte.

23. Question - Cochez **la** proposition exacte : Lors d'une interaction Compton d'un photon d'énergie 1 MeV avec la matière, l'énergie du photon rétrodiffusé est

- A- 1 MeV
- B- environ 0,8 MeV
- C- 0,511 MeV
- D- environ 0,2 MeV
- E- Aucune de ces propositions n'est exacte.

24. Question - Soit une source ponctuelle de rayon gamma, constituée de Tc-99m dont la période radioactive est de 6 heures.

A 9 h du matin, en interposant sur le trajet du faisceau un écran de Plomb de 1 mm d'épaisseur (égale à 2 CDA pour ce rayonnement) cette source donnait, à une distance de 1 m, un débit énergétique de 100 mJ/min.

Quelle épaisseur d'écran, en millimètres, faudra-t-il interposer le même jour à 15h sur le trajet du faisceau, pour garder le même débit énergétique à la même distance ?

Cochez **la** proposition exacte :

- A- 0
- B- 0,5 mm
- C- 1 mm
- D- 5 mm
- E- Aucune de ces réponses n'est exacte

23. Question

Les $\frac{3}{4}$ d'un faisceau mono-énergétique de photons sont atténués par une épaisseur a de matériau. Quelle épaisseur réduira le faisceau à la fraction $1/16$? Indiquer **la** réponse exacte :

- A. $a/2$
- B. $a/4$
- C. $2a$
- D. $3a / 2$
- E. aucune des réponses n'est exacte

25. Question

Indiquer **la** proposition exacte :

- A. Les électrons peuvent interagir avec la matière par effet Compton.
- B. L'interaction de photons de 511 keV avec la matière peut donner lieu à un phénomène de matérialisation.
- C. La CDA (Couche de Demi Atténuation) est l'épaisseur de matériau qui atténue la moitié de l'énergie de chaque photon du faisceau.
- D. L'interaction de photons gamma avec la matière peut induire la production de rayons X de freinage.
- E. Aucune des propositions n'est exacte.

2010

23. Question

On interpose sur le trajet d'un faisceau de photons gamma de 1 MeV une épaisseur de plomb. Le faisceau émergent après la traversée de l'écran plombé est composé de :

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A. Photons gamma de 1 MeV
- B. Photons d'énergie supérieure à 1 MeV
- C. Photons d'énergie inférieure à 1 MeV
- D. Photons X de fluorescence
- E. Aucune réponse n'est exacte

2009

20. Question

On mesure une source ponctuelle de rayons gamma d'un isotope de période 2 ans. On place le détecteur à 2 mètres de cette source et on interpose un écran de plomb représentant 2CDA. **De combien sera multiplié le débit énergétique par rapport à cette première mesure, si l'on mesure cette source 4 ans après à 1 mètre sans écran ?**

Cochez la proposition exacte :

- A. aucune de ces valeurs.
- B. 2
- C. 4
- D. 8
- E. 16

2008

18. Question

Indiquer la proposition exacte :

- A. au cours d'un effet Compton, l'énergie du photon diffusé peut être nulle.
- B. au cours d'un effet Compton, l'électron peut emporter toute l'énergie du photon incident.
- C. pour des photons incidents de basse énergie, le coefficient d'atténuation linéaire d'un matériau est plus grand pour les photons diffusés que pour les photons incidents.
- D. la longueur d'onde du photon incident est plus grande que celle du photon diffusé.
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

19. Question

Indiquer la proposition exacte :

- A. deux photons de 511 keV chacun, peuvent donner lieu à un phénomène de matérialisation.
- B. une particule β^- peut interagir avec la matière par effet Compton.
- C. la CDA (Couche de Demi Atténuation) est l'épaisseur de matériau qui atténue de moitié l'énergie de chaque photon d'un faisceau.
- D. les photons diffusés Compton sont représentés par un spectre de raies.
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

23. Question

Les $\frac{3}{4}$ d'un faisceau mono-énergétique de photons sont atténués par une épaisseur a de matériau. Quelle épaisseur réduira le faisceau à la fraction $\frac{1}{8}$?

Indiquer la réponse exacte :

- A. $a/2$
- B. $a/4$
- C. $3a$
- D. $3a/4$
- E. aucune de ces réponses n'est exacte.

21. Question

La Couche de Demi Atténuation ou CDA est une épaisseur de matière :

Cocher la proposition vraie :

- A. qui réduit de moitié l'énergie de chaque photon d'un faisceau.
- B. qui réduit de moitié l'énergie de chaque particule β d'un faisceau.
- C. qui réduit de moitié l'énergie portée par un faisceau de particules β
- D. qui est d'autant plus grande que l'énergie des photons d'un faisceau est faible.
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

23. Question

Un faisceau de photons d'énergie $E_1 = h\nu_1 = 50 \text{ keV}$ traverse une lame d'épaisseur x telle que la fraction transmise du faisceau soit égale à $1/2$.

Un faisceau de photons d'énergie $E_2 = h\nu_2 = 100 \text{ keV}$ arrive sur la même lame.

En admettant que les interactions produites dans ces 2 cas soient uniquement de l'effet photoélectrique, quelle est la fraction du faisceau dans le 2^e cas ?

Cocher la proposition vraie :

- A. $1/4$
- B. $1/8$
- C. $1/16$
- D. $1/32$
- E. autre réponse.

2006

20. Question

Au cours d'un effet Compton un photon de 0,5 MeV rencontre un électron libre de la matière et lui communique une énergie cinétique de 200 keV. Le photon diffusé au cours de cet effet éjecte, par effet photoélectrique, un électron de la couche K de l'atome d'étain Sn ($Z=50$).

On ne tiendra pas compte de la constante d'écran.

L'énergie cinétique de l'électron éjecté est :

Cocher la proposition vraie :

- A. 166 keV
- B. 234 keV
- C. 266 keV
- D. 334 keV
- E. autre réponse.

21. Question

Un faisceau comprend un nombre égal de photons d'énergie E_1 et E_2 . Il aborde une lame métallique de 1 mm d'épaisseur correspondant respectivement à 1 CDA (CDA_1) pour les photons d'énergie E_1 et à 2 CDA (CDA_2) pour les photons d'énergie E_2 .

L'épaisseur d'une lame que l'on doit placer après la première pour que le rapport des nombres de photons transmis de chaque énergie soit égal à 8 est :

Cocher la proposition vraie :

- A. 0,5 mm
- B. 1 mm
- C. 1,5 mm
- D. 2 mm
- E. autre réponse.

22. Question

Soit une source radioactive ayant une activité de 3,14 MégaBéquerels. 16% des transformations données par cette source sont des transformations émettant des photons gamma de 1 MeV. Calculer le débit de fluence énergétique du faisceau constitué seulement de ces photons à 2 mètres de la source supposée ponctuelle :

Cocher la proposition vraie :

- A. 10^4 Joule . m^{-2} . s^{-1}
- B. $1,6 \cdot 10^4$ Joule . m^{-2} . s^{-1}
- C. $1,6 \cdot 10^{-9}$ Joule . m^{-2} . s^{-1}
- D. $1,6 \cdot 10^{-19}$ Joule . m^{-2} . s^{-1}
- E. Autre réponse

ANNEXE

VALEURS NUMÉRIQUES ÉVENTUELLEMENT UTILES

Si cela vous apparaît nécessaire dans les calculs, vous pouvez utiliser les valeurs numériques et approximations suivantes :

Nombre d'Avogadro = 6.10^{23}

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Charge élémentaire de l'électron (en valeur absolue) : $1,6.10^{-19} \text{ Coulomb}$

1 électron-volt (eV) = $1,6.10^{-19} \text{ Joule}$

1 u.m.a. (unité de masse atomique) = $1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV} / c^2$

Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$

Masse d'un électron = $0,9.10^{-30} \text{ kg} = 0,511 \text{ MeV} / c^2$

Masse d'un proton isolé = 1,007 u.m.a.

Masse d'un neutron isolé = 1,009 u.m.a.

1 Ci = 37 GBq

Valeurs approchées de logarithmes décimaux $\log N$, de logarithmes népériens $\ln N$, de racines carrées $\sqrt{N}$ et d'exponentielles e^N pouvant éventuellement être utiles :

N	$\log N$	$\ln N$	$\sqrt{N}$
1	0	0	1
2	0,3	0,7	1,4
3	0,5	1,1	1,7
4	0,6	1,4	2
5	0,7	1,6	2,2
6	0,8	1,8	2,4
7	0,85	1,9	2,6
8	0,9	2,1	2,8
9	0,95	2,2	3
10	1,0	2,3	3,2
11	1,04	2,4	3,3
12	1,08	2,5	3,5
13	1,11	2,6	3,6
14	1,15	2,64	3,7
15	1,18	2,7	3,9
16	1,20	2,8	4
17	1,23	2,83	4,1
18	1,26	2,9	4,2
19	1,28	2,94	4,4
20	1,30	3	4,5

N	e^N
- 5	0,007
- 4	0,02
- 3	0,05
- 2	0,14
- 1	0,37
0	1
1	2,7
2	7,4
3	20,1
4	54,6
5	148,4

PARIS 5

2007

Exercice 25 – On considère une source radioactive β^+ supposée ponctuelle, d'activité A_0 à $t = 0$, émettant des photons de désexcitation d'énergie E , ayant une période $T = 5$ ans, et placée dans un container dont la paroi est constituée d'un matériau dont la couche de demi-atténuation vaut 4 mm pour l'énergie considérée E .

Parmi les propositions suivantes, la (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) :

- A – l'activité vaut environ $A_0 / 500$, 50 ans plus tard,
- B – l'énergie des photons transmis a été divisée par 4 si la source est placée dans un container d'épaisseur 8 mm,
- C – le flux des photons transmis a été divisé par 4 si la source est comptée 5 ans plus tard alors qu'elle est placée dans un container d'épaisseur 4 mm,
- D – à $t = 0$, un container d'épaisseur 40 mm atténue 100 % des photons de la source,
- E – aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Tableau de constantes

vitesse de la lumière dans le vide	c	3.10^8 m.s^{-1}
constante de Planck	h	$6,62.10^{-34} \text{ J.s}$
charge élémentaire	e	$1,6.10^{-19} \text{ C}$
masse de l'électron	m_e	$9,1.10^{-31} \text{ kg}$
masse du proton	m_p	$1,67.10^{-27} \text{ kg}$
constante d'Avogadro	N_A	$6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
équivalent énergétique de l'unité de masse atomique (u)		931,5 MeV
log népérien de 2	ln (2)	0,693
log népérien de 10	ln (10)	2,3
1 Faraday	F	96500 C
constante des gaz parfaits :	R	$8,32 \text{ J.mole}^{-1}.\text{K}^{-1}$
On rappelle : $\ln(ab) = \ln(a) + \ln(b)$ $\ln(a/b) = \ln(a) - \ln(b)$ $(e^a)^b = (e)^{ab}$ $2^{10} = 1024$ mais l'on admettra $2^{10} = 10^3$ $1/e = 0,37$ et $1/\sqrt{e} = 0,6$		

Annales Classées Supplémentaires

UPC

2023 Session 2

Question 4. Vous placez un détecteur cylindrique à cristaux scintillants à trois centimètres d'un flacon contenant du cuivre ($64 ; 29$). Quel(s) rayonnement(s) et / ou particule(s) pourrez-vous détecter ?

- A. Des électrons Auger
- B. Des positons
- C. Des photons gamma
- D. Des photons X
- E. Des particules alpha

Question 7. A propos de l'effet Compton, indiquer la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A. Il correspond à l'interaction d'un photon incident avec un électron atomique d'une couche périphérique.
- B. L'énergie du photon incident se partage entre un photon diffusé et un positon.
- C. Il est à l'origine de photons d'annihilation
- D. Le spectre du photon diffusé est mono-énergétique
- E. La désexcitation du milieu peut se faire par émission d'un rayonnement de fluorescence ou d'électron Auger.

Question 8. Une seringue contenant un émetteur de photons de 140 keV (considérée comme une source ponctuelle) est placée dans une enceinte plombée dont l'épaisseur est de 12 mm. La couche de demi-atténuation du Plomb pour ce rayonnement est de 1,5 mm. Parmi les propositions suivantes, quelle est la fraction du rayonnement atténuée par l'enceinte plombée ? (Une seule réponse exacte)

- A. $< 0,10$
- B. $0,10 - 0,30$
- C. $0,31 - 0,60$
- D. $0,61 - 0,90$
- E. $> 0,90$

Question 9. On considère une source ponctuelle de photons gamma. Un compteur placé à 1 mètre de la source permet de calculer une fluence énergétique de 10 J/m². Quelle sera la fluence énergétique si l'on place le détecteur à 2 mètres de la source ? (Une seule proposition exacte).

- A. 1,0 j/m²
- B. 2,5 J/m²
- C. 5,0 j/m²
- D. 7,5 j/m²
- E. 10 j/m²

2022 Session 2

Énoncé commun aux questions 7 et 8.

Un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,15$ Angström interagit avec un électron de la couche K du Tungstène par effet photo-électrique.

On donne : Niveau énergétique de la couche K du Tungstène : - 70 keV

QCS 7. Quelle est l'énergie du photoélectron émis ?

- A. 12,7 keV
- B. 15,7 keV
- C. 82,7 keV
- D. 127 keV
- E. 152,7 keV

QCS 8. Indiquez l'énergie du photon de fluorescence émis après comblement de la vacance électronique de la couche K par un électron de la couche M.

- A. 9,7 keV
- B. 34,6 keV
- C. 52,5 keV
- D. 62,2 keV
- E. 128,5 keV

QCM 9. Le comptage à un mètre d'une source radioactive ponctuelle mesure 1024 impulsions par seconde (ips). Dans d'autres conditions, on obtient 256 ips. Dans quelle(s) condition(s) peut-on se trouver alors ?

- A. Le détecteur est situé à 0,5 mètre de la source
- B. Le détecteur est situé à 2 mètres de la source
- C. On a interposé, sans changer la distance à la source (1 m), un filtre d'épaisseur égale à une CDA pour le rayonnement émis
- D. On a interposé sans changer la distance à la source (1 m), un filtre d'épaisseur égale à 2 CDA
- E. Le détecteur se trouve à 0,5m de la source et on a interposé 2 CDA

QCS 10. Calculer le seuil de fréquence qui sépare les rayonnements électromagnétiques non ionisants des rayonnements électromagnétiques ionisants pour les tissus biologiques, sachant que ces derniers sont principalement constitués d'eau et que l'énergie de liaison des électrons de la couche externe des atomes d'oxygène et d'hydrogène est d'environ 13,6 eV.

On donne : Charge de l'électron = $1,602 \times 10^{-19}$ C ; Constante de Planck (h) = $6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

- A. $1,2 \cdot 10^8$ Hz
- B. $3,3 \cdot 10^{15}$ Hz
- C. $4,5 \cdot 10^{12}$ Hz
- D. $2,8 \cdot 10^{24}$ Hz
- E. $2,1 \cdot 10^{34}$ Hz

QCS 11. A propos de l'effet Compton, laquelle des propositions suivantes est exacte ?

- A. Il survient lors de l'interaction d'un photon avec un électron atomique d'une couche périphérique
- B. Il aboutit à la création d'un neutron
- C. La probabilité d'interaction par effet Compton augmente lorsque l'énergie du rayonnement augmente
- D. Le transfert d'énergie entre le photon incident et l'électron est maximal si le choc est tangentiel
- E. Plus l'énergie du photon incident augmente, plus le photon diffusé sera dirigé vers l'arrière

QCM 12. A propos de la couche de demi-atténuation (CDA), laquelle(lesquelles) des propositions suivantes est(sont) exacte(s) ?

- A. Elle correspond à l'épaisseur de matériau nécessaire pour diminuer de moitié l'intensité d'un faisceau d'électrons
- B. Elle diminue lorsque l'énergie du rayonnement électronique incident diminue
- C. Elle est proportionnelle au pouvoir d'arrêt linéique par collision
- D. Elle dépend du numéro atomique du milieu atténuant
- E. Elle s'exprime par des unités de temps (seconde ou heure)

2021 Session 2

Question 9

Concernant une source considérée comme ponctuelle de rayonnements électromagnétiques, **laquelle (ou lesquelles)** des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. les rayonnements ionisants sont définis par une énergie $>13,6$ électron-volts (eV)
- B. les photons gamma sont indirectement ionisants
- C. la fluence énergétique est inversement proportionnelle à la distance par rapport à la source
- D. la création de paires provient de l'interaction des photons avec électron de la matière
- E. le rayonnement de freinage provient de l'interaction des photons avec un noyau

Question 10

Concernant le coefficient massique d'atténuation des rayonnements électromagnétiques, **laquelle (ou lesquelles)** des propositions suivantes est (ou sont) exacte(s) ?

- A. il a pour unité l'inverse d'une longueur
- B. il dépend du numéro atomique du milieu absorbant
- C. il dépend de l'énergie du rayonnement électromagnétique
- D. il dépend de l'état du milieu absorbant
- E. il dépend de la masse des particules incidentes