

Biophysique

Code Epreuve : 0004
Nombre de QCM : 50
Durée de l'épreuve : 60 min

Barème de correction :

Réponse exacte : + 4 points
Réponse inexacte : - 1 point
Absence de réponse : 0 point

N'oubliez pas d'inscrire :

Votre Nom
Votre Numéro Etudiant
Le Code Epreuve

*Veuillez cocher correctement
les cases prévues à cet effet
dans chaque colonne.*

Ce qu'il faut faire...

- ✓ Utiliser un stylo bille ou feutre noir (éventuellement bleu foncé).
- ✓ Remplir la première ligne de réponse en priorité.
- ✓ En cas d'erreur, ne remplir que la totalité de la seconde ligne.
- ✓ Une seule réponse par ligne.

Ce qu'il ne faut pas faire...

- ✗ Ne pas utiliser un crayon gris, un stylo à encre effaçable, une couleur autre que noir ou bleu.
- ✗ Ne pas raturer une réponse.
- ✗ Ne pas inscrire de marque ou d'annotation sur la feuille QCM.
- ✗ Ne pas faire usage de correcteur blanc ou d'effaceur.

CONSTANTES :

Constante des gaz parfaits :	$R = 8,31 \text{ J.}^\circ\text{K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
Nombre d'Avogadro :	$\mathcal{N} = 6,02.10^{23}$
Constante de Boltzmann :	$k = 1,38.10^{-23} \text{ J.}^\circ\text{K}^{-1}$
Faraday :	$\mathcal{F} = 96\,500 \text{ C}$
Abaissement cryoscopique osmolal :	$K_{c(\text{H}_2\text{O})} = -1,86 \text{ }^\circ\text{C.kg.osm}^{-1}$
Charge élémentaire :	$e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$
Accélération de la pesanteur :	$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
Constante de Planck :	$h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$
Vitesse de la lumière :	$c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

MASSES :

Masse du proton = 1,00728 u. (u.m.a.)
Masse du neutron = 1,00866 u.
Masse de l'électron = 0,00055 u. = $9,1.10^{-31} \text{ kg}$
1 u. (u.m.a.) = $931,5 \text{ MeV}/c^2$
Masse atomique de l'hydrogène $\mathcal{M}(1,1) = 1,00783 \text{ g.mol}^{-1}$
Masse atomique de l'hélium $\mathcal{M}(4,2) = 4,0026 \text{ g.mol}^{-1}$

O	$M = 16 \text{ g.mol}^{-1}$	Na	$M = 23 \text{ g.mol}^{-1}$	K	$M = 39 \text{ g.mol}^{-1}$
H	$M = 1 \text{ g.mol}^{-1}$	Ca	$M = 40 \text{ g.mol}^{-1}$		
Glucose	$M = 180 \text{ g.mol}^{-1}$	Cl	$M = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$		

MASSE VOLUMIQUE :

Eau : $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

1- Le calcium naturel ($Z = 20$) a une masse atomique de 40,09 g.

- 1 Le nombre de masse du calcium est 40.
- 2 Le noyau du calcium est composé de 20 protons et 21 neutrons.
- 3 La masse d'un atome de calcium est 40,09 u.m.a.
- 4 La masse d'un atome de calcium est $3,3 \cdot 10^{-19}$ g.
- 5 Une mole d'atomes de calcium a une masse de 40,09 u.m.a.

A 2,4,5 B 1,3 C 1,2,3,4,5 D 3,4 E 5

Un tube de Coolidge est alimenté par une tension de 120 kV

2- I/ L'énergie exprimée en J du photon le plus énergétique du spectre émis par ce tube est:

A $1,92 \cdot 10^{-14}$ B 120 000 C $2 \cdot 10^{-17}$ D $2,4 \cdot 10^{-14}$ E Autre réponse

3- II/ La longueur d'onde minimale émise par le tube, exprimée en mètres est :

A 5,8 B 10^{-2} C 10^{-11} D 10^{-6} E 9,2

4- III/ A quel domaine du spectre électromagnétique appartient ce photon ?

A RX, γ B Visible C UV D Infra Rouge E Radio

5- IV/ L'intensité du courant anodique est égale à 100mA et le rendement de l'émission X égal à 1%. Quelle est en watts, la puissance rayonnée ?

A 11880 B 1188 C 12000 D 860 E 120

6- V/ Sachant que la cible est composée de tungstène ($Z=74$), Calculer la constante caractéristique k de ce tube :

A 10^{-6} B 10^{-9} C 10^{-11} D 10^{-1} E 100

Un électron se déplace à la vitesse de $1,65 \cdot 10^8$ m/s.

7- I/ Quelle est, en nm, sa longueur d'onde?

A $4,41 \cdot 10^{-3}$ B $4 \cdot 10^{-12}$ C $3,68 \cdot 10^{-3}$ D $2,23 \cdot 10^{-2}$ E 0,037

8- II/ Quelle est, en keV, son énergie?

A 281 B 337 C 101,1 D 613 E $1 \cdot 10^6$

9- L'électron Auger

- 1 est produit à la cathode d'un tube à rayons X.
- 2 est capturé par le noyau lors d'une transformation isomérique.
- 3 peut-être émis lors du retour à l'état fondamental d'un atome excité.
- 4 a une énergie cinétique qui ne dépend que de l'énergie disponible.
- 5 a une énergie cinétique égale à l'énergie disponible diminuée de sa propre énergie de liaison.

A 1,3,5 B 3,5 C 2,4 D 3,4 E 2,5

10- Quel est la valeur la plus probable (en eV) de l'énergie de liaison des électrons de la couche K du carbone ($Z=6$) sachant qu'on ne connaît pas la constante d'écran.

A -874 B -522 C -495 D -289 E -13,6

Le tutorat est gratuit. Toutes reproduction ou vente sont interdites.

- 11- Soit l'atome de sodium Na ($Z = 11$). Les énergies de liaison de ses électrons sont en (eV) : $W_K = -1072$, $W_L = -39$ et $W_M = -0,7$.

On ionise cet atome sur sa couche K. Quelles sont (en eV), lors du retour à l'état fondamental, les énergies cinétiques des électrons Auger susceptibles d'être émis?

- 1 1071,3
- 2 994
- 3 1032,3
- 4 37,6
- 5 38,3

- A 1,2,3,4,5 B 1,5 C 2,3,4 D 1,2,4,5 E 1,2,5

- 12- La masse atomique de l'oxygène 16 ($Z = 8$) est de 15,9995 uma. Quelle est, en MeV/nucléon, l'énergie de liaison moyenne de ce nucléide?

- A 2,35 B 5,8 C 12,3 D 7,7 E Autre

- 13- Pour doubler le flux en rayons X du tube de Coolidge, il faut:

1. Doubler l'intensité du courant de chauffage
2. Remplacer l'anode en tungstène par une anode de cuivre
3. Quadrupler la haute tension
4. Doubler le miliampérage
5. Doubler la haute tension

- A 1,2,5 B 3,4 C 1,3,4 D 2,4 E 4

- 14- 1. Les nucléides pour lesquels dont le numéro atomique est supérieur à 83 sont tous instables.
2. L'électronvolt désigne la charge électrique élémentaire.
3. Les forces d'attraction entre les nucléons sont des forces électrostatiques.
4. On considère 2 isobares: le plus léger est le plus stable.
5. Les rayons X peuvent provenir de la désexcitation de certains noyaux.

- A 1,2,4,5 B 1,4 C 1 D 1,2,3,4,5 E 1,2,4

- 15- I/Quelle est le niveau d'énergie en eV le plus probable de la couche la plus externe d'un atome de Tungstène ($Z=74$) ?

- A -2359 B -456 C -2045 D -6 E -54

- 16- Un tube à rayons X fonctionne sous une tension de 100 kV. On lui associe une longueur d'onde de photons émis: $\lambda = 1,24 \cdot 10^{-2}$ nm. La cible est en tungstène, pour lequel on donne $E_K = -69$ keV

1. Cette longueur d'onde caractérise les photons continus d'énergie maximum.
2. λ correspond à la longueur d'onde moyenne des photons émis.
3. λ est proportionnelle à la haute tension.
4. Le spectre énergétique des photons X produits a une valeur nulle au-delà de $1,6 \cdot 10^{-14}$ J
5. Le spectre énergétique des photons X produits ne comporte pas de raies d'énergie.

Le tutorat est gratuit. Toutes reproduction ou vente sont interdites.

A 1,3,4 B 1,4,5 C 2,3 D 5 E 1,4

- 17-** 1 On peut différencier les rayons X et les rayons γ par leur énergie.
 2 Suite à une capture électronique, l'atome parent devient lacunaire.
 3 La capture électronique est une transformation isomérique.
 4 L'émission β^+ peut être spontanée.
 5 La conversion interne donne lieu à un spectre de raies.

A 5 B 1,2,5 C 2,5 D 1,2,3,5 E 3,4,5

- 18-** Des électrons accélérés atteignent une énergie cinétique de 20 MeV. Quelle est, en unités S.I, l'augmentation de masse relativiste de ces électrons?

A $3,6 \cdot 10^{-29}$ B $7 \cdot 10^{-31}$ C $9 \cdot 10^{-27}$ D $6 \cdot 10^{-19}$ E $1,6 \cdot 10^{-12}$

- 19-** Une cascade de transformations radioactives produit des particules α , β^+ et β^- d'énergie cinétique équivalente de l'ordre de 300 keV.

Quelle est la radiation qui a le plus long parcours dans les tissus mous ?

- A La particule α
 B La particule β^+ .
 C La particule β^- .
 D Les photons gamma d'annihilation du β^+ .
 E L'électron Auger.

- 20-** L'iode-123 se transforme en tellure-123 sans émission de particule α ni β .
 De quelle transformation s'agit-il ?

- A Une émission gamma.
 B Une émission Auger.
 C Une conversion interne.
 D Une capture électronique.
 E Une réaction de fission

- 21-** Dans un tube à rayons X

- 1 les rayons X sont produits par interaction photon-électron à l'anode.
 2 les rayons X sont produits par interaction électron-électron à l'anode.
 3 les rayons X sont produits par interaction électron-noyau à l'anode.
 4 on obtient un spectre continu de rayons X.
 5 on obtient un spectre de raie de rayons X.

A 1,2,3,4,5 B 1,3,4,5 C 2,3,4,5 D 1,5 E 3,5

- 22-** Les rayonnements β^- et γ diffèrent par

- 1 leur parcours dans la matière qui est plus grand pour les γ .
 2 leur parcours dans la matière qui est plus grand pour les β^- .
 3 leur spectre : continu pour les γ et de raie pour les β^- .
 4 leur spectre : continu pour les β^- et de raie pour les γ .
 5 leur origine : électronique pour les γ et nucléaire pour les β^- .

A 1,3,5 B 2,4,5 C 2,3 D 1,4 E 1

- 23-** La conversion interne

- 1 est une transformation isobarique.
 2 est une transformation isomérique.
 3 s'accompagne d'une émission de photons de fluorescence par réarrangement électronique.
 4 correspond à un transfert d'énergie du noyau à un électron.
 5 aboutit à l'émission de deux photons de 511 keV.

Le tutorat est gratuit. Toutes reproduction ou vente sont interdites.

A 2,3,4 B 1,4,5 C 1,5 D 1 E 5

24- Les rayons X :

- 1 sont produits lors de modifications énergétiques nucléaires,
- 2 sont produits par interaction de photons avec la matière,
- 3 sont émis selon un spectre mixte de raies et continu,
- 4 peuvent interagir avec la matière en produisant un rayonnement de freinage,
- 5 peuvent interagir avec la matière par effet photoélectrique.

A 1,4,5 B 2 C 3,4 D 4,5 E 3,5

25- Fission et fusion nucléaire.

- 1 La fission est une transformation au cours de laquelle deux noyaux lourds sont réunis avec une énergie de liaison plus élevée.
- 2 La fusion est une transformation au cours de laquelle un noyau léger est dissocié en nucléons et l'énergie de liaison libérée.
- 3 L'énergie libérée par les deux réactions est d'autant plus grande que l'énergie de liaison moyenne des nucléons diminue au cours de la réaction.
- 4 A masse de noyaux d'origine égale, la fusion dégage plus d'énergie que la fission.
- 5 La fission et la fusion nucléaire sont des transformations radioactives naturelles.

A 3,4 B 1,5 C 2,3 D 1,2 E 4

26- Un atome de calcium ($Z = 20$) dans le modèle de Bohr est ionisé sur sa couche L.

Lors du retour à son état fondamental, on peut observer :

- 1 Un photon de fluorescence lié au déplacement d'un électron de la couche N vers la couche L.
- 2 Un photon de fluorescence lié au déplacement d'un électron de la couche M vers la couche L.
- 3 Un photon de fluorescence lié au déplacement d'un électron de la couche K vers la couche L.
- 4 Un électron Auger issu de la couche M.
- 5 Un électron Auger issu de la couche K.

A 1,5 B 2,4 C 1,2,4 D 2,3,5 E 1,2,3,4,5

27- Le noyau de tellure-123 excité ($^{123}_{52}\text{Te}^*$) se transforme en tellure-123 ($^{123}_{52}\text{Te}$) stable.

Les masses d'un atome de tellure excité et stable sont respectivement 122,90470 u.m.a. et 122,90453 u.m.a.
Les énergies de liaison des électrons K et L du tellure sont respectivement égales à
WK = - 32 keV et WL = - 4 keV.

On peut observer :

- 1 Un photon gamma de 511 keV.
- 2 Un photon gamma de 158 keV.
- 3 Un électron de conversion interne de 126 keV.
- 4 Un électron de conversion interne de 154 keV.
- 5 Un photon de fluorescence de 28 keV.

A 1,2,3,4,5 B 2,3,4,5 C 1,2,5 D 3,5 E 2,4

28- Le bismuth-213 ($^{213}_{83}\text{Bi}$) se transforme en thallium-209 ($^{209}_{81}\text{Tl}$) .

On donne $(213,83) = 212,9943$ u.m.a. et $(209,81) = 208,9853$ u.m.a. .

- 1 Il s'agit d'une transformation β^+ .
- 2 Il s'agit d'une transformation α .
- 3 La particule formée a un spectre énergétique continu.
- 4 La particule formée a un spectre énergétique de raie.
- 5 Son énergie est égale à 5,96 MeV.

A 1,3 B 2,3 C 2,4 D 1,4 E 2,4,5

29- Le phosphore-32 ($^{32}_{15}\text{P}$) se transforme en soufre-32 ($^{32}_{16}\text{S}$) par émission β^-

Connaissant $(32,15) = 31,9739$ u.m.a. et $(32,16) = 31,9720$ u.m.a.,
le bilan énergétique de cette transformation est en MeV:

A 0,7 B 1,7 C 2 D 2,3 E 2,7

Le tutorat est gratuit. Toutes reproduction ou vente sont interdites.

- 30-** L'iode-125 ($^{125}_{53}\text{I}$) se transforme en tellure-125 ($^{125}_{52}\text{Te}$).
 Leurs masses sont respectivement $(125,53) = 124,9046$ u.m.a. et $(125,52) = 124,9044$ u.m.a..
 Il peut s'agir d'une transformation :
 1 α
 2 β^+
 3 β^-
 4 par capture électronique
 5 par conversion interne.

A 3 B 4,5 C 2,4 D 4 E 5

- 31-** Le carbone 15 ($M=15,0106$ uma) se désintègre en azote 15 ($M=15,0001$ uma) avec une émission β^- .
 Quelle est l'énergie maximale, en MeV, de la particule β^- émise ?

A 9,78 B $1,05 \cdot 10^{-2}$ C $1,05 \cdot 10^4$ D $9,4 \cdot 10^{-4}$ E 8,76

- 32-** L'effet de diffusion Compton
 1 correspond a un transfert total de l'énergie d'un photon incident à un électron du milieu.
 2 produit un photon diffusé toujours dans l'axe du photon incident.
 3 implique un coefficient d'atténuation σ/φ qui dépend fortement de la nature de la cible.
 4 produit un photon X lorsqu'il a lieu à proximité d'un noyau.
 5 produit une paire d'électrons lorsqu'il a lieu à proximité du noyau.

A 1,2,3,4 B 1,2 C 2,5 D 3 E aucune réponse juste

- 33-** Un photon peut interagir avec la matière par :
 1 freinage générateur de rayons X.
 2 capture électronique.
 3 effet photoélectrique.
 4 effet Compton.
 5 création de paires.

A 1 B 2 C 1,3 D 3,4,5 E 1,2,3,4,5

- 34-** Pour un faisceau de photons mono énergétiques donné, la CDA (Couche de Demi Atténuation) du cuivre est 1 cm.
 Quelle épaisseur de cuivre (exprimée en cm) atténuera 87,5 % de ce faisceau ?

A 0,19 B 1,8 C 3 D 5 E 10

Le technétium 99m ($T=6\text{h}$) couramment utilisé en médecine est obtenu par la désintégration du molybdène 99 ($T=67\text{h}$)

- 35-** I/ On dispose initialement d'une source de molybdène 99 d'activité 250 mCi. Au bout de combien de temps, l'activité du molybdène 99 sera-t-elle égale à celle du technétium 99m ?

A 22,9h B 2 jours C 2,3 s D 17,6h E 6,5h

- 36-** II/ Quelle est l'activité du molybdène 99 au bout de ce temps, exprimée en mCi ?

A 247 B 125 C 83 D 197 E 278

- 37-** III/ Quelle est l'activité du technétium 99m (en MBq) au bout de ce temps ?

A 197 B 125 C 7289 D 4625 E $2,4 \cdot 10^6$

- 38-** IV/ Quelle est l'activité du technétium 99m (en mCi) dans le mélange après 10 jours à partir de la source initiale de molybdène 99 ?

A 608 B 21 C 16 D 23 E 40

La masse volumique du plomb est de $11,3 \text{ g.cm}^{-3}$. Pour un rayonnement γ d'énergie 720 keV, le coefficient linéique d'atténuation est égal à $0,79 \text{ cm}^{-1}$.

- 39-** I/ Quelle est la couche de demi-atténuation du plomb pour ces photons γ , exprimée en mm ?

A 2,3 B 8,8 C 0,23 D 0,79 E 0,88

Le tutorat est gratuit. Toutes reproduction ou vente sont interdites.

40- II/ Quel est le pourcentage de photons absorbés par une plaque de plomb d'épaisseur massique $25,5 \text{ g.cm}^{-2}$?

- A 100% B 65% C 17% D 5% E 83%

41- Le carbone -11 est utilisé pour des examens de tomographie par émission de positons (TEP).

Il est alors injecté au patient.

1 Le noyau de carbone -11 est instable par excès de protons.

2 Le positon est émis selon un spectre énergétique continu.

3 Le positon est détecté à l'extérieur du patient grâce à son parcours dans les tissus de plusieurs mètres

4 Le positon disparaît par annihilation.

5 On détecte des photons gamma de 511 keV.

- A 1,2,4,5 B 1,2,3 C 3,4,5 D 2 E 3

L'iode- 131 ($Z=53$) est un radionucléide de période $T=8$ jours et de masse $M=130,906114 \text{ u}$

42- Quelle est en GBq, l'activité de 10^{-5} g d'iode- 131 ?

- A 8,2 B $4,0 \cdot 10^6$ C 46,1 D $1,2 \cdot 10^{-2}$ E On ne peut pas savoir

43- Pour un examen radiologique de la thyroïde, un patient doit recevoir une dose de 800 MBq d'iode 131. Quelle masse (en g), d'iode 131 doit-on lui injecter ?

- A 12 B $1,7 \cdot 10^{-8}$ C $5,3 \cdot 10^{-6}$ D $7,8 \cdot 10^{-4}$ E $3,9 \cdot 10^{-12}$

44- Concernant les interactions des photons X et γ avec la matière :

1 Dans l'air, les photons se propagent sans être atténués.

2 La diffusion Rayleigh-Thomson correspond à une diffusion avec changement de direction donc de longueur d'onde.

3 Le Phénomène de création de paires n'est possible que pour des photons d'énergie d'au moins 1,022 MeV

4 Par effet Compton lors d'un choc tangentiel l'énergie du photon incident transférée est maximale pour l'électron Compton et minimale pour le photon diffusé.

5 La propagation d'un flux de photons dans un milieu est régit par la loi de l'inverse carré de la distance.

- A 1,2,3,4,5 B 2,4,5 C 3,5 D 1,3,4,5 E 1, 5

45- On dispose initialement de 185 MBq d'iode -131 ($Z=53$).

Sa période est de 8 jours et sa couche de demi-atténuation (CDA) est de 3,3 mm de plomb.

1 L'activité dont on dispose initialement est égale à 5 mCi (millicuries).

2 L'activité dont on dispose 8 jours après est égale à 92,5 MBq.

3 L'activité dont on dispose 80 jours après est égale à 18,5 MBq.

4 Le nombre de noyaux correspondant à l'activité initiale est $1,8 \times 10^5$.

5 2 mm de plomb atténuent 80% du rayonnement.

- A 1,2,3,4,5 B 1,2,5 C 2,4 D 3,5 E 1,2

46- Concernant les filiations radioactives :

1 En équilibre séculaire l'activité du nucléide fils tend vers celle du père.

2 En équilibre de régime à partir de t supérieur à $t \ll \text{équivalent}$ l'activité du nucléide fils est légèrement supérieure à celle du nucléide père.

3 Une filiation entre un nucléide père de période $T_1=10$ ans et un nucléide fils de période $T_2=10$ jours peut correspondre à un équilibre séculaire.

4 Un nucléide fils instable séparé de son nucléide père décroît selon sa propre constante.

5 La formation d'un nucléide stable est régit suivant : $N_{2(t)} = N_{1(0)} \cdot (1 - e^{-\lambda_2 t})$

- A 1,2,3,4,5 B 1,3,4 C 3,4,5 D 4,5 E Aucune réponse juste

47- La couche de demi-atténuation (CDA) des photons de 511 keV est égale à 0,4 cm pour le plomb et à 0,28 cm pour le tungstène.

1 Pour obtenir une atténuation identique, il faut plus d'épaisseur de tungstène que d'épaisseur de plomb.

2 Le coefficient linéique d'atténuation du plomb est égal à $0,57 \text{ cm}^{-1}$.

3 1,4 cm de tungstène laissent passer 3% des photons incidents.

Le tutorat est gratuit. Toutes reproduction ou vente sont interdites.

- 4 1,4 cm de tungstène atténuent 3 % des photons incidents.
 5 4 cm de plomb laissent passer moins d'un photon sur 1000.

A 1,2,4,5 B 1,3,5 C 2,4,5 D 3,5 E 2

48- Une désintégration β^+

- 1 A un spectre énergétique monocinétique
- 2 Concerne les nucléides naturels ayant $Z < 83$
- 3 Caractérise les nucléides instables par excès de protons
- 4 Est exclusivement artificielle
- 5 A un bilan massique $\Delta M = M(A, Z) - M(A, Z-1) - m_e$

A 1,3,4,5 B 4,5 C 1,2,3,4 D 3,4 E 4

49- Le fluor-18 $^{18}_{9}\text{F}$ se transforme en émettant un positon. A l'issue de cette transformation

- 1 on obtient de l'oxygène-18 $^{18}_8\text{O}$.
- 2 on obtient du néon-18 $^{18}_{10}\text{Ne}$.
- 3 on détecte un antineutrino.
- 4 on détecte des photons de 511 keV.
- 5 il n'y a pas de rayonnement détectable.

A 2,3 B 1,4 C 2,5 D 1,5 E 1,3,4

50- Pour un examen on dispose d'une source de technétium 99m ($T = 6\text{h}$) d'activité 250MBq. Tous les 3 heures un patient doit recevoir une dose équivalente de 20MBq à partir de cette source initiale. Combien de patient vont pouvoir bénéficier de cet examen ?

A 3 B 4 C 5 D 6 E 12