



Université Ibn Khaldoun – Tiaret
Faculté des Sciences de la Matière
Département de physique
Examens du 3^{ème} Semestre 2^{ère} Année Master Physique Médicale
Effet biologique des rayonnements ionisant



Questions basées directement sur le contenu des présentations du cours.

1. Quelles sont les deux grandes origines du rayonnement naturel ? (0.5 pt)
2. Donner des exemples de rayonnements directement ionisants ? (0.5 pt)
3. Donner la différence entre irradiation et contamination ? (0.5 pt)
4. Que se passe-t-il lors de l'ionisation de l'eau dans les cellules ? (0.5 pt)
5. Quelles sont les deux voies principales de l'action des rayonnements sur l'ADN ? (0.75 pt)
6. Pourquoi les rayonnements α sont-ils plus dangereux localement ? (0.5 pt)
7. Quels sont les facteurs influençant les effets biologiques ? (0.75 pt)
8. Donner deux voies de contamination interne ? (0.5 pt)
9. Pourquoi le radon est-il dangereux ? (0.75 pt)
10. Quel est le principal moyen de prévention contre le radon ? (0.5 pt)
11. Citer deux exemples d'accidents radiologiques graves. (0.5 pt)
12. Qui sont les Hibakusha ? (0.75 pt)
13. Donner la définition de l'effet génétique ? (0.75 pt)
14. Définir le phénomène d'Hormésis ? (0.75 pt)
15. Quelle est la différence entre effets génétiques directs et effets génétiques héréditaires ? (0.75 pt)
16. Dans une population de 1 000 000 d'individus exposés à 0,01 Sv, combien d'anomalies génétiques sont attendues ? (0.5 pt)
17. Combien de comités permanents comporte actuellement la CIPR et quels sont-ils ? (1.25 pt)
18. Qu'est ce qui peut se produire lorsque le rayonnement ionisant cause des dommages à l'ADN ? (0.75 pt)
19. Qu'est-ce qu'un niveau d'intervention en cas d'accident ? (0.5 pt)
20. De quoi dépendent les valeurs de la LAI ? (0.75 pt)
21. Les principes de base de la C.I.P.R. ? (0.75 pt)

Exercice N°1 (06 pts) :

Le coefficient d'absorption linéique du Plomb est de $0,79 \text{ cm}^{-1}$ pour des photons de 1 MeV.

- 1- Quelle est la longueur des photons de 1 MeV ? De quel type de photons s'agit-il ? (2 pts)
- 2- Calculer la couche de demi-atténuation du plomb pour ces photons. (1 pt)
- 3- Quelle est l'épaisseur nécessaire pour atténuer le faisceau d'un facteur de 1000 ? (1.5 pts)
- 4- Est-il possible d'arrêter totalement le faisceau incident ? (1.5 pts)

On donne : 3.10^8 m/s , $6.62.10^{-34} \text{ J.s}$



Le corrigé de l'examen Effet biologique des rayonnements ionisant

Réponses sur les questions de cours directes :

- 1. Quelles sont les deux grandes origines du rayonnement naturel ? (0.5 pt)**
 - Rayonnement cosmique et radionucléides terrestres.
- 2. Donner des exemples de rayonnements directement ionisants. (0.5 pt)**
 - Particules α , β , rayons X, rayons γ .
- 3. Donner la différence entre irradiation et contamination. (0.5 pt)**
 - Irradiation : exposition externe à une source.
 - Contamination : présence de radionucléides à l'intérieur ou sur le corps
- 4. Que se passe-t-il lors de l'ionisation de l'eau dans les cellules ? (0.5 pt)**
 - Formation de radicaux libres très réactifs ($\bullet\text{OH}$, $\bullet\text{H}$, e^- aq) pouvant endommager l'ADN.
- 5. Quelles sont les deux voies principales de l'action des rayonnements sur l'ADN ? (0.75 pt)**
 - Effet direct : ionisation directe de l'ADN.
 - Effet indirect : radiolyse de l'eau avec formation de radicaux libres (voie dominante).
- 6. Pourquoi les rayonnements α sont-ils plus dangereux localement ? (0.5 pt)**
 - Parce qu'ils déposent leur énergie sur une très courte distance (fort TLE).
- 7. Quels sont les facteurs influençant les effets biologiques ? (0.75 pt)**
 - Dose, type de rayonnement, durée d'exposition, organe exposé, mode d'exposition.
- 8. Donner deux voies de contamination interne. (0.5 pt)**
 - Inhalation, ingestion (ou blessure cutanée).
- 9. Pourquoi le radon est-il dangereux ? (0.75 pt)**
 - Ses descendants radioactifs se déposent dans les poumons et augmentent le risque de cancer.
- 10. Quel est le principal moyen de prévention contre le radon ? (0.5 pt)**
 - La ventilation des locaux.
- 11. Citer deux exemples d'accidents radiologiques graves. (0.5 pt)**
 - Tchernobyl (1986), accidents de radiothérapie, perte de sources industrielles.
- 12. Qui sont les Hibakusha ? (0.75 pt)**
 - Les survivants des bombardements d'Hiroshima et Nagasaki.
- 13. Donner la définition de l'effet génétique ? (0.75 pt)**
 - Les effets génétiques, en opposition aux effets somatiques, sont les conséquences de modifications survenues dans l'ADN des cellules reproductrices (ovules et spermatozoïdes).

14. Définir le phénomène d'Hormésis. (0.75 pt)

- L'Hormésis est un Phénomène biologique où une faible dose d'un agent nocif peut avoir un effet bénéfique ou protecteur, alors que des doses élevées sont toxiques.

15. Quelle est la différence entre effets génétiques directs et effets génétiques héréditaires ? (0.75 pt)

- Effets génétiques directs : mutations dans les cellules reproductrices de l'individu exposé.
- Effets génétiques héréditaires : mutations transmises aux générations suivantes.

16. Dans une population de 1 000 000 d'individus exposés à 0,01 Sv, combien d'anomalies génétiques sont attendues ? (0.5 pt)

- Réponse : Environ 40 anomalies génétiques.

17. Combien de comités permanents comporte actuellement la CIPR et quels sont-ils ? (1.25 pt)

Actuellement la CIPR comporte 5 comités permanents :

1. Comité 1 (effets des radiations),
2. Comité 2 (dosimétrie),
3. Comité 3 (protection dans le domaine médical aussi bien concernant les patients que les travailleurs),
4. Comité 4 (application des recommandations de la CIPR),
5. Comité 5 (protection de l'environnement).

18. Qu'est ce qui peut se produire lorsque le rayonnement ionisant cause des dommages à l'ADN ? (0.5 pt)

- L'ADN peut se réparer correctement, comme elle peut se réparer incorrectement (effet stochastique) ou encore les dommages à l'ADN peuvent être irréparables et entraîner la mort des cellules (effet déterministe).

19. Qu'est-ce qu'un niveau d'intervention en cas d'accident ? (0.5 pt)

- C'est un niveau de dose prédéfini à partir duquel des actions de protection doivent être mises en œuvre en situation accidentelle.

20. De quoi dépendent les valeurs de la LAI ? (0.75 pt)

Elles dépendent :

1. Du radioélément
2. De sa forme physico-chimique
3. Des nuisances relatives de chaque radionucléide

21. Les principes de base de la C.I.P.R. ? (0.75 pt)

1. Justification des pratiques
2. Optimisation de la protection
3. Limitation des expositions

Exercice N°1 (05 pts) :

Le coefficient d'absorption linéique du Plomb est de $0,79 \text{ cm}^{-1}$ pour des photons de 1 MeV.

- 1- Quelle est la longueur des photons de 1 MeV ? De quel type de photons s'agit-il ? (2 pts)

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \dots \text{d'où} \lambda = \frac{hc}{E}$$

A.N.

$$\lambda = \frac{6.62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s.} \times 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{10^6 \times 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ j}} = 1.24 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 1.24 \text{ pm}$$

- L'intervalle des longueurs d'onde des rayons X est compris entre 10^{-12} m et 10^{-8} m . Or la longueur d'onde calculée, $\lambda = 1,24 \times 10^{-12} \text{ m}$, n'appartient pas à cet intervalle. Elle correspond donc à un rayonnement plus énergétique que les rayons X : il s'agit de rayons gamma (γ).

- 2- Calculer la couche de demi-atténuation du plomb pour ces photons. (1 pt)

$$CDA = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{\ln 2}{0.79 \text{ cm}^{-1}} \simeq 0.88 \text{ cm}$$

- 3- Quelle est l'épaisseur nécessaire pour atténuer le faisceau d'un facteur de 1000 ? (1.5 pts)

$$I = \frac{I_0}{1000}$$

$$I = I_0 e^{-\mu x} = \frac{I_0}{1000} \dots \text{d'où} \frac{1}{1000} = e^{-\mu x}$$

$$-\mu x = \ln \frac{1}{1000} \Rightarrow x = -\frac{\ln(1/1000)}{\mu} = \frac{\ln 1000}{\mu} = \frac{\ln 1000}{0.79 \text{ cm}^{-1}} = 8.74 \text{ cm}$$

- 4- Est-il possible d'arrêter totalement le faisceau incident ? (1.5 pts)

- Pour arrêter totalement un faisceau incident, il faudrait que l'intensité transmise I soit nulle. Or, d'après la loi d'atténuation exponentielle.

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

- On constate que, pour toute épaisseur finie x , l'intensité I reste strictement positive. Mathématiquement, I ne s'annule que lorsque $x \rightarrow \infty$, Il est donc impossible d'annuler complètement un faisceau par un écran de matériau réel : on peut seulement l'atténuer de façon plus ou moins importante.