

TUTORAT UE 3 2012-2013 – Physique

CORRECTION Séance n°5 – Semaine du 15/10/2012

Séance préparée par Anne MARTY-ANE et Marion CHABANON (ATM²)

QCM n°1 : A, C, D

A. **Vrai** : Rappel :

- La couche de demi-atténuation ou CDA est l'épaisseur nécessaire à l'atténuation de la moitié des photons du faisceau incident.

- Le libre parcours moyen est la distance moyenne parcourue avant interaction.

$$CDA = \ln 2 / \mu = \ln 2 / 1 = 0,69 \text{ mm}$$

$$LPM = 1 / \mu = 1/1 = 1 \text{ mm}$$

B. Faux : - Pour les photons de 10 keV, on a :

$$N(x) = N_0 \cdot e^{-\mu x}$$

$$N(x)/N_0 = e^{-\mu x} = e^{-1 \times 5} = 6,74 \cdot 10^{-3} \text{ (c'est un pourcentage)}$$

$$6,74 \cdot 10^{-3} \times 75 = 0,5$$

Pour trouver le nombre de photons, on multiplie par 75 car il a 75% de photons de 10 keV. Il y a donc 0,5 photons de 10 keV dans le faisceau émergent

- Même raisonnement pour les photons de 50 keV :

$$e^{-0,07 \times 5} = 0,7$$

0,7 x 25 = 17,6 photons de 50 keV dans le faisceau émergent.

On voit donc que le faisceau est très majoritairement composé de photons de 50 keV, ce que l'on justifie par un calcul de pourcentage :

$$\frac{17,6}{17,6+0,5} = 97 \% \text{ de photons de 50 keV}$$

C. **Vrai** : 100-17,6-0,5 = 82 % des photons auront été absorbés

D. **Vrai** : on passe de 75 à 0,5 photons de 10 keV après traversée de l'écran d'aluminium

E. Faux : $1 - e^{-0,07 \times 5} = 29,5 \%$ des photons de 50 keV ont été absorbés (cf. B)

QCM n°2 : B, C, E

A. Faux : On utilise la formule $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$ (sans oublier de convertir le λ en heures)
 $3,7 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1} = 1,332 \text{ h}^{-1}$

$$A_0 = A(t) / e^{-\lambda t} = 50 \cdot 10^6 / e^{-1,332 \times 4} = 1,030 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 10301 \text{ MBq}$$

B. **Vrai** : 10301 / 37 = 280 mCi

C. **Vrai** : Ne pas confondre durée de vie moyenne et période ;
ici on parle de $\tau = 1/\lambda = 1/(3,7 \cdot 10^{-4}) = 45 \text{ min}$

D. Faux : on utilise la formule $A_0 = \lambda N_0$

$$N_0 = A_0 / \lambda = 1,030 \cdot 10^{10} / (3,7 \cdot 10^{-4}) = 2,810^{13} \text{ noyaux}$$

E. **Vrai**

QCM n°3 : D

- A. Faux : Elle augmente avec le numéro atomique mais diminue avec l'énergie des photons. cf. cours
- B. Faux : Rappel : - Effet photo-électrique = Contraste en radiologie
- Effet Compton = Flou en radiologie
- Effet Thomson = Flou en mammographie
- C. Faux : La diffusion élastique Thomson consiste en un changement de direction d'un photon sans échange d'énergie entre photon et matière, donc pas d'ionisation d'électron
- D. **Vrai** : on calcule l'énergie de ces photons grâce à la longueur d'onde:
$$E(\text{eV}) = 1240 / (\text{longueur d'onde en nm})$$
$$= 1240 / 0,04$$
$$= 31000 \text{ eV}$$
$$= 31 \text{ keV}$$

Or dans les tissus biologiques, entre 10 et 50 keV c'est l'effet photo-électrique qui prédomine. (Compton → plus de 50 keV)

E. Faux : voir d)

QCM n°4 : A, B, C

- A. **Vrai** : Rappel : le TEL est la quantité d'énergie transférée au milieu cible par la particule incidente par unité de longueur de trajectoire. TEL électrons < TEL protons donc pénétrance supérieure des électrons
- B. **Vrai** : L'ordre de grandeur du PARCOURS R est le micromètre pour les protons alors qu'il est du mm pour la PORTEE P des électrons
- C. **Vrai** : Contrairement aux particules chargées lourdes qui ont une trajectoire rectiligne
- D. Faux : Les particules chargées lourdes peuvent aussi provoquer des excitations/ionisations le long de leur trajectoire; et aucun rapport pour l'effet PHOTO-électrique qui concerne l'interaction PHOTON-matière
- E. Faux : $P(\text{mm}) = E(\text{MeV}) / 0,2 = 2 / 0,2 = 10 \text{ mm}$

QCM n°5 : A, B

- A. **Vrai** : Ici on cherche $X = \text{charge électrique produite par un faisceau de photons par kg de gaz}$
 $X = 10^{15} \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ mCb/kg}$
- B. **Vrai** : La formule que l'on utilise ici est $D = \frac{(\frac{\mu}{\rho})_{\text{tissu}}}{(\frac{\mu}{\rho})_{\text{gaz}}} \times 34X$
(34eV étant l'énergie moyenne pour une ionisation dans l'air)
 $(\frac{\mu}{\rho})_{\text{tissu}} = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kg}$
 $(\frac{\mu}{\rho})_{\text{gaz}} = (\ln(2)/20) / 1,3 = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{kg}$ rappel : $\mu = \ln(2)/\text{CDA}$
- $D = 34 \times 1,6 \cdot 10^{-4} \times 9,4 \cdot 10^{-4} / 2,7 \cdot 10^{-2} = 1,92 \cdot 10^{-4} \text{ Gy} = 192 \text{ } \mu\text{Gy}$
- C. Faux : Dose équivalente → H : dose absorbée pondérée par le coefficient d'efficacité biologique relative du rayonnement → 1 pour les photons, donc 196 μSv
- D. Faux : Dose efficace → E : dose équivalente pondérée par le coefficient de sensibilité tissulaire → $192 \times 0,25 = 48 \text{ } \mu\text{Sv}$
- E. Faux : Les effets déterministes apparaissent au dessus de 250 mGy

QCM n°6 : A, B, D, E

- A. **Vrai** : Formule de la dose absorbée moyenne:
 $D = A_0 \cdot \sum \tau_h \cdot S (r_k \leftarrow r_h)$ avec h : sources (poumons+thyroïde) et k : cible (utérus)
 $= 400 \times [(240 \times 3600 \times 2,21 \cdot 10^{-9}) + (50 \times 3600 \times 4,09 \cdot 10^{-9})] = 1,058 \text{ mGy}$
- B. **Vrai** : Car l' ^{131}I est un émetteur γ donc $w_{\text{photon}} = 1$
- C. Faux : $A_{\text{cumulée}} = A_h \times \tau = 0,8 A_0 \times \tau = 0,8 \times 400 \times 240 \times 3600 = 276,5 \cdot 10^6 \text{ MBq.s}$
Attention à ne pas confondre avec la dose absorbée moyenne → $D_{\text{AM}} = A_{\text{cumulée}} \times S_{\text{thyr}} = 0,764$
- D. **Vrai** : Formule du débit de dose :
 $D^\circ = \sum A_h \times S(\text{cible} \leftarrow \text{source})$
 $= A_0 \text{ poumons} \times S(\text{utérus} \leftarrow \text{poumons}) + A_0 \text{ thyroïde} \times S(\text{utérus} \leftarrow \text{thyroïde})$

$$= 400 \times 0,2 \times 4,09 \cdot 10^{-9} + 400 \times 0,8 \times 2,21 \cdot 10^{-9}$$

$$= 1,034 \cdot 10^{-6} \text{ mGy} \cdot \text{s}^{-1} \times 3600 = 3,724 \cdot 10^{-3} \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$$

E. **Vrai**

QCM n°7 : A, D, E

A. **Vrai**

B. Faux : Les doses équivalentes/efficaces le permettent.

C. Faux : On utilise la dosimétrie interne pour une scintigraphie (source interne de photons)

D. **Vrai**

E. **Vrai**

QCM n°8 : B, D

A. Faux : pour les photons de 30 keV : $\text{CDA}_{30} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{\ln 2}{1,73} = 0,40 \text{ cm}$

Épaisseur du matériau = 2 cm = 5x CDA_{30} et non l'inverse

B. **Vrai** : $N = N_0 e^{-\mu x}$

$$N_{0 \text{ 30 keV}} = 0,45 \times 200 = 90 \text{ photons}$$

$$N = 90 \times e^{-1,73 \times 2} = 2,83 \text{ photons de 30 keV transmis, soit environ 1,41\% de l'ensemble des photons}$$

C. Faux : pour 100 photons initiaux, il y en a 45 de 30 keV et 55 de 90 keV

$$N = N_{30} + N_{90} = N_{0 \text{ 30}} e^{-\mu x} + N_{0 \text{ 90}} e^{-\mu x} = 45 \times e^{-1,73 \times 2} + 55 \times e^{-0,23 \times 2} = 36,13 \text{ photons transmis, soit 63,87\% de photons absorbés}$$

D. **Vrai** : cf. C)

E. Faux : sur les 36,13% de photons transmis, seulement 1,41 % correspond aux photons de 30 keV

QCM n°9 : A, B, D, E

A. **Vrai** : on parle d'irradiation externe ayant peu de conséquences sur l'organisme pour les particules chargées en général

B. **Vrai**

C. Faux : pour les électrons on parle de Portée max = $\frac{E \text{ (MeV)}}{0,2} = \frac{4}{0,2} = 20 \text{ mm}$ (attention, dans le cas des particules chargées lourdes, on parle de Parcours en μm)

D. **Vrai** : cf. C)

E. **Vrai**

QCM n°10 : B, C, E

A. Faux : $\tau = \frac{\widetilde{A}_h}{A_0} \rightarrow \widetilde{A}_h = \tau \times A_0 = (7,6 \times 24 \times 3600) \times (0,7 \cdot 10^9) = 4,596 \cdot 10^5 \text{ GBq} \cdot \text{s}$

B. **Vrai** : cf. A)

C. **Vrai** : $\overline{D} = \sum \widetilde{A}_h S(\text{foie} \leftarrow \text{thyroïde}) = 4,596 \cdot 10^8 \times 1,153 \cdot 10^{-8} = 5,3 \text{ mGy}$ (attention à mettre l'activité cumulée en MBq pour se simplifier la vie car le coefficient S est en mGy/MBq)

D. Faux : pour une scintigraphie : photons γ donc $W_R = 1$ donc $H = W_R \cdot D = 5,3 \text{ mSv}$

E. **Vrai** : $E = W_T H = 0,05 \times 5,3 = 0,265 \text{ mSv} = 265 \mu\text{Sv}$

QCM n°11 : B, E

A. Faux : probabilité faible d'interaction

B. **Vrai**

C. Faux : c'est l'inverse

D. Faux : car leur vitesse est plus faible que celle des électrons

E. **Vrai**

QCM n°12 : D

A. Faux: $D = A_0 \sum \tau \times S \rightarrow A_0 = \frac{D}{[(T_{rein} \times S_{rein}) + (T_{poumons} \times S_{poumons}) + (T_{vessie} \times S_{vessie}) + (T_{estomac} \times S_{estomac})] \times 24 \times 3600}$

$$= \frac{585000}{(3,2,45 + 6,27,2,4 + 4,7,2,21 + 4,37,2,1) \cdot 10^{-9} \cdot 24 \cdot 3600} = 161,356 \cdot 10^6 \text{ MBq}$$

B. Faux : cf. A)

C. Faux : scintigraphie : photons donc $w_R=1 \rightarrow H= 585 \text{ Sv}$

D. **Vrai** : $E = w_{thy} \times H = 0,05 \times 585 = 29,25 \text{ Sv}$

E. Faux : cf. D)