TUTORAT UE 3 2015-2016 – Biophysique
CORRECTION Colle n°2

<u>QCM n°1 :</u> **E**

A. Faux. Une vitesse angulaire s'exprime en $rad.s^{-1}$ ou $tours.s^{-1}$ mais pas en $m.s^{-1}$ (expression d'une vitesse linéaire).

B. Faux. La vitesse linéaire v=d/t = 9/(0,2) = 45 $m.s^{-1}$ et la vitesse angulaire $\omega = \frac{v}{r} = \frac{45}{3{,}5.10^{-2}}$ = 1285,7 rad.s-1. Pour trouver le résultat en $tours.s^{-1}$ on divise par 2π et on obtient 204,6 $tours.s^{-1}$.

C. Faux. La composante normale n'est pas nulle. $\gamma_N = r.\omega^2 = \frac{v^2}{r} = \frac{45^2}{3{,}5.10^{-2}}$ = 57857 $m.s^{-2}$.

D. Faux. $\gamma_T = \frac{dv}{dt}$ = 0 car le mouvement est circulaire uniforme (la vitesse est constante donc dv=0).

E. **Vrai**. $\gamma = \gamma_N + \gamma_T = \gamma_N$. Puisqu'un g vaut 9,81 $N.kg^{-1}$ (ou $m.s^{-2}$) obtenir le résultat en g on divise le résultat trouvé à l'item C par 9,81, on obtient bien γ = 5897,7 g.

<u>QCM n°2 :</u> **A, E.**

On calcule la moyenne des mesures : (75,8 + 75,6 + 75,3 + 75,1) / 4 = 75,45
On mesure l'écart entre les valeurs extrêmes et la moyenne = 75,8 - 75,45 = 0,35 et 75,45-75,1= 0,35. L'incertitude absolue est de 0,35. Après arrondi par majoration Δx= 0,4.

A. **Vrai**.

B. Faux.

C. Faux.

D. Faux. Δx / x = 0,35/75,45 = 0,00464 → 0,5 % environs, on arrondi par majoration avec un seul chiffre non nul.

E. **Vrai**. 75,5 +/- 0,4, on a donc un intervalle de [75.1 ; 75.9].

<u>QCM n°3 :</u> **C, E**

A. Faux. $n = \frac{C_0}{C_n}$ donc n ne peut pas être inférieur à 1.

B. Faux. Ici n = 1, le milieu correspond donc au vide. $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ donc $\varepsilon = \frac{1}{c^2\mu} = \frac{1}{(3.10^8)^2 \times 4\pi 10^{-7}} = 8{,}84.10^{-12}$ USI ($F.m^{-1}$).

C. **Vrai**.

D. Faux. Le champ B est polarisé rectilignement suivant y, et est donc orthogonal au vecteur d'onde (comme pour toute OEM). Les vecteurs vitesse, champ électrique et champ magnétique sont tous perpendiculaires entre eux et forment un trièdre direct.

E. **Vrai**. Les normes des 2 champs sont liées par la relation $B = \frac{E}{c}$ donc $E = B\,c = 14.10^{-3} \times 3.10^8 = 4{,}2.10^6$ $V.m^{-1}$.

<u>QCM n°4 :</u> **A, D**

A. **Vrai**. Pour calculer la puissance d'un œil, il suffit de connaître les indices des deux milieux que la cornée et le cristallin séparent ; n et n' : l'air en avant, et une humeur vitrée en arrière (si on suit le sens donné par la flèche qui oriente le dessin de l'œil réduit). On doit également connaître la valeur géométrique du rayon de courbure de l'œil SC, et en prenant la valeur orientée selon le sens du dessin $\overline{SC}$:

$\overline{\pi} = \frac{n' - n}{\overline{SC}}$ *A.N.* : $\overline{\pi} = \frac{1.336 - 1}{5.6 \times 10^{-3}}$ = 60 Dp

B. Faux. La puissance de l'œil est normale, mais le diamètre de l'œil est plus petit que la normale (qui est de 22.2mm).
$\pi = \frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}}$ et $\overline{SA}$ = +∞ donc $\pi = \frac{n'}{\overline{SA'}}$ et $\overline{SA'} = \frac{n'}{\pi} = \frac{1{,}336.10^{-3}}{\frac{1.336-1}{5.6\times10^{-3}}}$ = 22,27 mm. Cette distance étant supérieure à la distance dioptre-rétine, l'image d'un objet situé à l'infini va se projeter en arrière de la rétine : le P2 est donc hypermétrope.

C. Faux. Cf item B.

D. **Vrai.** On calcule la puissance que devrait avoir l'œil pour que l'image arrive sur la rétine, on calcule donc une Puissance « corrigé » :
$\pi_{\text{corrigée}} = \frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}}$
A.N. : $\overline{SA'}$ = 20.95mm $\overline{SA}$ = +∞ donc $\lim_{n\to\infty} \frac{n}{\overline{SA}} = 0$
$\pi_{\text{corrigée}} = \frac{1.336}{20.95\times10^{-3}} - 0$ = 63,77 Dp.

E. Faux. Ce sont des lentilles CONVERGENTES qu'il faut pour soigner une hypermétropie. Le **+** 4 Dp correspond bien a des lentilles convergentes, s'il s'agissait de lentilles divergentes, on parlerait de lentilles de **-** 4 Dp.

QCM n°5 : **A, C**

A. **Vrai**. Ec= 0,5× $m \times v^2$ = q.V = $1{,}6.10^{-19} \times 204 = 3{,}264.10^{-17}$ J. En effet l'énergie électrique générée par la différence de potentiel est entièrement cédée au proton sous forme d'énergie cinétique. C'est le même principe que la conservation de l'énergie totale lors d'une chute sauf qu'on raisonne avec une énergie potentielle de pesanteur tandis qu'avec une particule chargée on raisonne avec une énergie potentielle électrique : E = Ec + Ep = constante.

B. Faux. On ne peut pas utiliser E = $\frac{1240}{\lambda}$ qui n'est applicable qu'aux photons, et attention à bien prendre la longueur d'onde dans le vide !

C. **Vrai**. $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m.v} = \frac{h}{m\times\sqrt{2Ec/m}} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{1{,}67.10^{-27}\times\sqrt{2\times1{,}6.10^{-19}\times204/1{,}67.10^{-27}}} = 2{,}00.10^{-12} m\ soit\ 2\ pm$

D. Faux. $\lambda = \frac{C}{f}$ donc f = $\frac{\sqrt{2E/m}}{\lambda} = \frac{\sqrt{2\times1{,}6.10^{-19}\times204/1{,}67.10^{-27}}}{\frac{6{,}62.10^{-34}}{1{,}67.10^{-27}\times\sqrt{2\times1{,}6.10^{-19}\times204/1{,}67.10^{-27}}}} = 9{,}86.10^{16}$ Hz.

Attention à ne pas utiliser E= hf = $\frac{hc}{\lambda}$ qui n'est applicable que pour les photons.

E. Faux. $\Delta X.p \geq \frac{h}{2\pi} \leftrightarrow \Delta X \geq \frac{h/2\pi}{m.v} = \frac{6{,}62.10^{-34}}{2\pi\times1{,}67.10^{-27}\times\sqrt{2\times1{,}6.10^{-19}\times204/1{,}67.10^{-27}}} = 3{,}2.10^{-13}$ m.
L'incertitude absolue sur la position du proton est bornée INFERIEUREMENT par $3{,}2.10^{-13}$ m.

QCM n°6 : **A, E**

A. **Vrai**. $t = \frac{d}{v} = \frac{20.10^{-2}}{3.10^{8}} = 6{,}67.10^{-10} s.$

B. Faux. Le retard est de $6{,}07.10^{-11}$ s = $t(S2)_{13mm} - t(S1)_{13mm} \Rightarrow t(S2)_{13mm} = t(S1) 13\ mm + tretard = 4{,}33.10^{-11} + 6{,}07.10^{-11} = 1{,}04.10^{-10}\ s$. Les deux rayons parcourant la distance SP dans le vide, le retard entre les deux rayons est lié au chemin optique parcouru dans la plaque. Aucun milieu n'ayant un indice de réfraction inférieur à 1, on en déduit que c'est le faisceau traversant la plaque (S2) qui va prendre du retard sur celui qui parcourt l'épaisseur de la plaque dans l'air (S1). On peut donc écrire :
$tretard$ = $6{,}07.10^{-11}$ s = $t(S2)_{13mm} - t(S1)_{13mm}$
Pour parcourir une distance de 13mm dans le vide l'onde S1 met $t = \frac{d}{c} = \frac{13.10^{-3}}{3.10^{8}} = 4{,}33.10^{-11} s.$
$t(S2)_{13mm} = t(S1)\ 13\ mm + tretard = 4{,}33.10^{-11} + 6{,}07.10^{-11} = 1{,}04.10^{-10}\ s.$

C. Faux, $c_{n2} = \frac{d}{t} = \frac{13.10^{-3}}{1{,}04.10^{-10}} = 1{,}25.10^{8} m.s^{-1}.$

D. Faux, $n2 = \frac{c\ vide}{c_{n2}} = \frac{3.10^{8}}{1{,}25.10^{8}} = 2{,}4.$

E. **Vrai**

QCM n°7 : **E**

A. Faux. On calcule l'énergie de ce photon en eV : E = $\frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{240} \approx$ 5,167 eV < $E_i^K - E_i^M$
($E_i^K - E_i^M$ = 5000 – 90 = 4, 91 keV)
On aurait aussi pu calculer la longueur d'onde du photon ayant l'énergie nécessaire pour permettre la transition en question : λ = $\frac{1240}{E(eV)} = \frac{1240}{4{,}91.10^3}$ = 0,25 nm.

B. Faux. C'est l'inverse.
$E_i^L - E_i^M$ = 0,7 – 0,09 = 0, 61 keV.
$E_i^K - E_i^L$ = 5 – 0,7 = 4,3 keV.

C. Faux. La transition de la couche M à la couche K s'accompagne d'une libération d'énergie (sous forme de photon) et non pas d'une absorption. Lors de cette désexcitation il y aura émission d'un photon d'énergie E = hf donc de fréquence f = $\frac{E}{h} = \frac{4{,}91.10^3 \times 1{,}6.10^{-19}}{6{,}62.10^{-34}}$ = $1{,}19.10^{18}$ Hz.

D. Faux**.** Pour les photons on peut utiliser la formule E = pc = $2{,}3.10^{-24} \times 3.10^8 \times 1{,}6.10^{-16} = 4{,}3.10^{-16}\ J$. Or 4,3 < 5 donc le photon ayant la quantité de mouvement donnée dans l'énoncé ne pourra pas ioniser un électron de la couche K d'un atome de Krypton.

E. **Vrai.** Or $E_i^L - E_i^M$ = 0,7 – 0,09 = 4,3 keV > 0,09 keV. L'électron issu de la désexcitation aura donc une énergie suffisante pour ioniser un électron de la couhe M de l'atome de krypton (effet Auger).
.

QCM n°8 : **B, D, E**

A. Faux. $m_0 = \frac{N_0}{N_A}$ x M = $\frac{3.10^{21}}{6{,}022.10^{23}} \times 123 = 0{,}61$ g.

B. **Vrai**. A_0 = λ. N_0 = $\frac{N_0}{\tau} = \frac{3.10^{21}}{20\times3600} = 4{,}17.10^{16}$ Bq.

C. Faux. 1 mCi = 37 MBq donc $4{,}1.10^{10}$ MBq = $1{,}13.10^{9}$ mCi.

D. **Vrai**. λ = $\frac{1}{\tau} = \frac{1}{20\times60}$ = $8{,}33.10^{-4}$ min^{-1}.

E. **Vrai**. N(t) = $N_0.e^{-\lambda t} = N_0.e^{-t/\tau} = 3.10^{21} \times e^{-\frac{3\times24}{20}} = 8{,}2.10^{19}$.

QCM n°9 : **C**

A. Faux. Les tissus sains peuvent être endommagés à cause, par exemple, de la formation de radicaux libres.

B. Faux. La radioactivité α est également utilisée en radiothérapie métabolique. Il suffit pour cela d'ingérer des radio-isotopes émetteurs de particules α au patient. Par contre, ayant une masse "importante", ces particules sont peu pénétrantes.

C. **Vrai**. Il s'agit de la TEP et non de la TEMP (émetteurs γ).

D. Faux. Le positon émis par désintégration β+ s'annihile avec un électron en émettant deux photons **γ** d'énergie 511 keV chacun partant à 180° l'un de l'autre.

E. Faux. Interaction forte pour les particules α.

QCM n°10 : **F**

A. Faux. L'atténuation du rayonnement suit la loi en $\frac{1}{d^2}$. Donc doubler la distance revient à diviser par 4 la quantité de particules reçues (N(t) = 0,25 N_0). Si on interpose 3,5 cm d'eau, on a $N(x) = \frac{N_0}{2^{\frac{x}{CDA}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{3,5}{7}}} = \frac{N_0}{1{,}414}$ = 0,7 N_0. Ainsi, il est plus efficace de doubler la distance. Pour diviser par 4 le nombre de photons incidents il aurait fallu interposer une épaisseur d'eau valant 2 fois la CDA de l'eau.

B. Faux. $N(x) = \frac{N_0}{2^{\frac{x}{CDA}}}$ et $CDA = \frac{\ln(2)}{\mu}$. Pour le plomb, on a : $N(x) = \frac{N_0}{2^{\frac{x \times \mu_{plomb}}{\ln(2)}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{0{,}07\times17{,}3}{\ln(2)}}} = \frac{N_0}{3{,}36}$.
Pour l'eau, on a $x = CDA_{eau}$ donc le rayonnement est divisé par 2. Il est plus efficace d'être derrière 7 cm de plomb. NB : plus un matériau est dense plus sa CDA est basse et son coefficient linéique d'atténuation est élevé.

C. Faux. Après passage de l'eau : $N(x) = \frac{N_0}{2^{\frac{x_{eau}}{CDA_{eau}}}} = N_1$ (N_1 = nombre de photons non absorbés par l'eau). Ces photons non absorbés traversent ensuite les 5cm de bois : $N(x) = \frac{N_1}{2^{\frac{x_{bois}}{CDA_{bois}}}}$.

Par conséquent, on a la formule finale suivante : $N(x) = \frac{N_0}{2^{\frac{x_{eau}}{CDA_{eau}}+\frac{x_{bois}}{CDA_{bois}}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{3}{7}+\frac{5}{5}}} = 0{,}371 \times N_0$.

Attention : ce sont 37,1% de photons non absorbés soit 62,9% de photons atténués.

D. Faux. L'ordre d'interposition n'a pas d'importance (cf. formule finale de l'item C).

E. Faux. Quand la densité du matériau augmente, l'atténuation augmente aussi mais la CDA diminue ! (plus c'est dense, plus les particules interagissent avec le matériau et moins il faut d'épaisseur pour en atténuer la moitié (=CDA)).

QCM n°11 : F

A. Faux. L'énergie transférée hors du volume de la cible peut être ensuite absorbée par la cible. De même l'énergie transférée dans le volume de la cible peut être absorbée hors de la cible. C'est le principe d'équilibre électronique.

B. L'énergie absorbée correspond à l'énergie reçue par l'intermédiaire des photons pondérée par le pourcentage de photons ayant interagit avec la tumeur. On sait que la tumeur reçoit $8{,}713.10^{11}$ photons de 100 keV par seconde pendant 9 minutes.

L'énergie reçue par la tumeur est donc de : $E_{envoyée} = Nb_{photons} \times E_{\varphi} = 8{,}713 \times 10^{11} \times 9 \times 60 \times 100 \times 10^3 = 4{,}7 \times 10^{19} eV$

Pour trouver l'énergie absorbée il faut donc pondérer l'énergie reçue par $1 - e^{-\mu \times x}$ (correspond au pourcentage de photons ayant interagi)

On a donc : $E_{absorbée} = E_{envoyée} \times (1 - e^{-\mu \times x}) = 8{,}713 \times 10^{11} \times 9 \times 60 \times 100 \times 10^3 \times \left(1 - e^{-27{,}2.10^{-2} \times 7}\right)$

Soit $E_{absorbée} = 4 \times 10^{19}\ eV$

C. Faux. $D_{abs} = \frac{dE_{abs}}{dm} = \frac{4 \times 10^{19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{190{,}6 \times 10^{-3}} = 33{,}6\ Gy$. Attention de bien prendre l'énergie en Joules !

D. Faux. $\dot{D} = \frac{D_{abs}}{\Delta t} = \frac{\frac{4 \times 10^{19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{190{,}6 \times 10^{-3}}}{9 \times 60} = 62{,}2\ mGy.s^{-1}$.

E. Faux. $H = W_r \times D_{abs} = 1 \times \frac{4 \times 10^{19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{190{,}6 \times 10^{-3}} = 33{,}6\ Sv$. Attention aux unités.

QCM n°12 : A, D

A. **Vrai**. La fluence est en $J.m^{-2}$.

B. Faux. La fluence est égale à : $F = \frac{D_{abs}}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{tumeur}} = \frac{\frac{4 \times 10^{19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{190{,}6 \times 10^{-3}}}{\frac{27{,}2}{1450}} = 1790\ J.m^{-2}$

C. Faux. On sait que $F = \frac{\mathbf{dE_{envoyée}}}{dS}$ soit $dS = \frac{dE_{envoyée}}{F} = \frac{8{,}713 \times 10^{11} \times 9 \times 60 \times 100 \times 10^3 \times 1{,}6.10^{-19}}{\frac{\frac{4 \times 10^{19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{190{,}6 \times 10^{-3}}}{\frac{27{,}2}{1450}}} = 0{,}004206\ m^2 = 42{,}06\ cm^2$.

D. **Vrai**.

E. Faux. On sait que $D_{abs} = 34 \times X \times \frac{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{tumeur}}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air}}$ et $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air} = \left(\frac{\frac{\ln(2)}{CDA}}{\rho}\right)_{air}$

Donc $X = \frac{D_{abs} \times \left(\frac{\frac{\ln(2)}{CDA}}{\rho}\right)_{air}}{34 \times \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{tumeur}} = \frac{\frac{4 \times 10^{19} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{190{,}6 \times 10^{-3}} \times \frac{\frac{\ln(2)}{36}}{1{,}2}}{34 \times \frac{27{,}2}{1450}} = 0{,}845\ C.kg^{-1}$.

Pour trouver le nombre d'ionisations par kilogramme d'air il suffit de diviser X par $1{,}6.10^{-19}$ la charge élémentaire : $\frac{X}{e} = \frac{\frac{\frac{4\times10^{19}\times1{,}6\times10^{-19}}{190{,}6\times10^{-3}}\times\frac{\frac{\ln(2)}{36}}{1{,}2}}{34\times\frac{27{,}2}{1450}}}{1{,}6\times10^{-19}} = 5{,}3\times10^{18}$ ionisations.kg^{-1}.

QCM n°13 : **C, D**

A. Faux. Toute particule chargée et en mouvement peut induire un champ magnétique
B. Faux. χ_m n'a pas d'unité
C. Faux. Le champ magnétisant H s'exprime en Oersted = $10^3/4\pi$ A.m^{-1}. Il est à l'origine du champ magnétique indépendamment du milieu (or le vide est un milieu non matériel).
D. **Vrai.** $\gamma_i = g \times \gamma_o$
E. Faux. Inversement proportionnel. $\gamma_o = \frac{q}{2\times m}$ où q est la charge de la particule et m sa masse.

QCM n°14 : **D,E**

A. Faux. Le $^{28}_{11}Na$ possède 11 protons et 17 neutrons soit 1 proton célibataire et 1 neutron célibataire donc le spin est égal à ½ + ½ = 1.
B. Faux. Il existe 3 orientations possibles pour ces spins autrement dit 3 valeurs de m_s possibles. En effet, $m_s \in$ [-S ; +S] par pas de 1 soit 2S+1 possibilités. Ici S = 1 donc les valeurs possibles pour m sont -1 , 0 et 1. Or $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{m}{\sqrt{s(s+1)}}\right)$.
C. Faux. Ils possèdent l'énergie magnétique maximale.
D. Faux. En effet, il faut plus d'énergie pour s'opposer au champ que pour s'aligner avec celui ci. $E = -\gamma \times \frac{h}{2\pi} \times m \times B_0$.
E. **Vrai.** Ceux pour lesquels $m_s = 0$, $\mu_z = m \times \gamma \times \frac{h}{2\pi} = 0$.