TUTORAT UE3A 2015-2016 – Biophysique
CORRECTION Annales 2013/2014 – Semaine du 16/11/2015

QCM n°1 : A, B, E

A. **Vrai**. Ces deux grandeurs physiques font partie des 7 grandeurs de bases du SI qui sont : la longueur (en m), la masse (en kg), le temps (en s), l'intensité électrique (en A), la température (en K), la quantité de matière (en mol) et l'intensité lumineuse (en cd).
B. **Vrai**. L'unité de la charge élémentaire est le Coulomb ($e = 1{,}6 \times 10^{-19} C$). Or 1C=1A.s donc on a comme dimension : [I].[T]
C. Faux. $E = h \times \nu$ donc $h = \frac{E}{\nu}$. Or E est en J et ν en s^{-1} donc h est en J.s.
Energie (E) = Travail (W) = Force x Longueur = $(m \times \gamma) \times L$ → J = ([M]. [L]. $[T]^{-2}$). [L]= [M]. [L]². $[T]^{-2}$
Donc J.s → [M]. [L]². $[T]^{-2}$.[T] = [M]. [L]². $[T]^{-1}$.
D. Faux. ${\varepsilon_0}^2 = \frac{m_e \times e^4}{8 \times R_\infty \times h^3 \times c}$ → $\frac{[M]\times[I]^4\times[T]^4}{[L]^{-1}\times[M]^3\times[L]^6\times[T]^{-3}\times[L]\times[T]^{-1}} = \frac{[I]^4\times[T]^4}{[M]^2\times[L]^6\times[T]^{-4}} = \frac{[I]^4\times[T]^8}{[M]^2\times[L]^6}$.
Par conséquent : ε_0 → $\sqrt{\frac{[I]^4\times[T]^8}{[M]^2\times[L]^6}} = \frac{[I]^2\times[T]^4}{[M]\times[L]^3} = [I]^2 \times [T]^4 \times [M]^{-1} \times [L]^{-3}$.
E. **Vrai**. On peut alors exprimer ε_0 en A².s^4.kg^{-1}.m^{-3}.

QCM n°2 : A, C, D.

A. **Vrai**. A 165mm, la température est de 35°C. Pour convertir des degrés Celsius en degrés Kelvin, on utilise la formule : $T^{\circ K} = T^{\circ C} + 273 = 35 + 273 = 308°$ K.
B. Faux. La courbe T = f(h) représente la température en fonction de la hauteur. Nous pouvons assimiler cette courbe T à une fonction affine telle que y = ax + b où x (la variable) est la hauteur de la colonne d'alcool. Ainsi T = a x h + b. a est le coefficient directeur de la pente telle que a = $\frac{\Delta x}{\Delta y}$. Ainsi a = $\frac{(35-11)}{(165-69)} = 0{,}25°C.mm^{-1}$
C. **Vrai**. L'ordonnée à l'origine est b dans la formule T= a x h + b.
Ainsi b = T – a x h = 35 – 0,25 x 165 = - 6,25°C.
D. **Vrai**. Grâce aux résultats trouvés dans les items précédents, T = f(h) est déterminé par l'équation T = 0,25 x h – 6,25. A 0°C, on a 0 = 0,25 x h - 6,25 → h = $\frac{6{,}25}{0{,}25}$ = 25mm.
E. Faux. T = 0,25 x h – 6,25. A °C, on a 10 = 0,25 x h - 6,25 → h = $\frac{10+6{,}25}{0{,}25}$ = 65mm.

QCM n°3 : A, C, D, E

A. **Vrai**.
B. Faux. A l'échelle du noyau atomique, l'interaction gravitationnelle est négligeable devant l'interaction électromagnétique, les masses des particules considérées étant très faibles.
C. **Vrai**. L'expression de la force gravitationnelle est de la forme $F_{gravitation} = G \times \frac{m_{Na+} \times m_{Cl-}}{(d_{Na+/Cl-})^2}$ et celle de la force électromagnétique est de la forme $F_{électro\text{-}magnétique} = k \times \frac{q_{Na+} \times q_{Cl-}}{(d_{Na+/Cl-})^2}$
D. **Vrai**. $F_{Na+/Cl-} = k \times \frac{q_{Na+} \times q_{Cl-}}{(Na+/Cl-)^2} = 9.10^9 \times \frac{(1{,}6.10^{-19})^2}{(278.10^{-12})^2} = 2{,}98.10^{-9}$ N ≈ 3.10^{-9} N
E. **Vrai**. $F_g = G \times \frac{m_{Na+} \times m_{Cl-}}{(d_{Na+/Cl-})^2} = 6.67.10^{-11} \times \frac{5.85.10^{-26} \times 3.84.10^{-26}}{(278.10^{-12})^2} = 1{,}94.10^{-42}$ N
$\frac{F_{Na+/Cl-}}{F_g} = 1{,}54.10^{33}$.

QCM n°4 : A, C

A. **Vrai**. $\Delta T = K \times x_p$ avec K la constante d'ébulliométrie ou de cryoscopie du solvant selon la loi de Raoult considérée et x_p fraction molaire du soluté.

B. Faux. La température de solidification de la solution est plus basse que la température de solidification du solvant seul.

C. **Vrai**. Calcul de la molalité avec la Loi de Raoult : $\Delta T = K \times C_m \Leftrightarrow C_m = \frac{\Delta T}{K} = \frac{4,8}{30} = 0,16 \text{ mol.kg}^{-1}$.
Calcul de la masse de composé dans 1 kg de solvant : on a 3 g dans 70 g de solvant ⇒ x g dans 1000 g de solvant ⇒ $x = \frac{3 \times 1000}{70} = 42,86 \text{ g}$.
Calcul de la masse molaire : 0,16 moles ont une masse de 42,86 g donc 1 mole a une masse de $\frac{42,86}{0,16} = 267,8 \text{ g}$.

D. Faux. Calcul de la masse de composé dans 1 kg de solvant : 8 g dans 64 g de solvant ⇒ x g dans 1000 g de solvant ⇒ $x = \frac{8 \times 1000}{64} = 125 \text{ g}$ pour un kilogramme de solvant.
Calcul de la molalité : 1 mole a une masse de 206 g, on cherche le nombre de moles n correspondant à une masse de 125 g : $n = \frac{125}{206} = 0,607 \, mol$ pour un kilogramme de solvant. Donc molalité = 0,607 mol.kg^{-1}.
Calcul de la température d'ébullition avec la Loi de Raoult : $\Delta T = K \times C_m = 2,3 \times 0,607 = 1,40\,°C \Leftrightarrow T_{Eb} = 46,2 + 1,40 = 47,60\,°C$ car la température d'ébullition de la solution est plus haute que la température d'ébullition du solvant seul.

E. Faux. Si C_p est la concentration molaire du soluté, son osmolarité C_0 (qui correspond à la concentration "efficace" pour les propriétés colligatives) s'écrira : $C_0 = i \times C_p \Leftrightarrow i = \frac{C_0}{Cp} = \frac{0,34}{0,18} = 1,89$.

QCM n°5 : A, B, E

On rappelle que : $D_1 = V_L - V_R = 1,8 \, mV$

$$aV_L = 1,5\, V_L \Leftrightarrow V_L = \frac{1,8}{1,5} = 1,2 \, mV$$

$D_3 = V_F - V_L$

$D_2 = V_F - V_R = D_1 + D_3$

$V_R + V_L + V_F = 0.$

A. **Vrai.** $V_R = V_L - D_1 = 1,2 - 1,8 = -0,6 \, mV$
$D_2 = V_F - V_R = -V_L - 2V_R = -1,2 + 2 \times 0,6 = 0 \, mV.$

B. **Vrai**. $aV_F = 1,5\, V_F = 1,5 \times (-V_L - V_R) = 1,5 \times (-1,2 + 0,6) = -0,9 \, mV.$

C. Faux. $aV_R = 1,5\, V_R = -0,6 \times 1,5 = -0,9 \, mV.$

D. Faux. $V_L = \frac{1,8}{1,5} = 1,2 \, mV.$

E. **Vrai**. $D_3 = D_2 - D_1 = 0 - 1,8 = -1,8 \, mV.$

QCM n°6 : A, B, C, D

La radiothérapie métabolique consiste à détruire une tumeur en administrant des radio-isotopes. On utilise pour cela des émetteurs β^- voire α car le parcours des électrons et des particules α dans la matière vivante est très court, de sorte que les rayonnements restent confinés dans la matière.

A. **Vrai**. Le rayonnement est constitué de noyaux d'hélium, qui sont formés de 2 protons et 2 neutrons. Ce sont des particules chargées très ionisantes dont le parcours est faible, de l'ordre du micromètre.

B. **Vrai**. Les électrons issus de la désintégration d'un émetteur β^- interagissent obligatoirement avec la matière car ce sont des particules chargées. Leur parcours est donc faible (de l'ordre du millimètre) et ils peuvent ainsi être utilisés en radiothérapie métabolique.

C. **Vrai**. Lors de la désexcitation par effet Auger, il y a émission d'un photon de fluorescence lors du retour à l'état fondamental d'un électron d'une couche inferieure. L'énergie de ce photon X peut alors servir à ioniser un électron d'une couche supérieure et aboutir à l'émission d'une particule chargée, utilisable en radiothérapie métabolique.

D. **Vrai**. Lors de la conversion interne, le retour à l'état fondamental d'un noyau métastable entraine l'émission d'un photon γ. L'énergie de ce photon γ pourra alors servir à ioniser un électron du cortège électronique et aboutir à l'émission d'une particule chargée, utilisable en radiothérapie métabolique.

E. Faux. Les photons sont des particules non chargées, qui interagissent aléatoirement avec la matière et ont donc un parcours trop important pour pouvoir être utilisés en radiothérapie métabolique.

QCM n°7 : **B, C**

A. Faux. L'ordre de traversée n'a pas d'impact sur l'intensité du rayonnement émergent. En effet, dans les deux cas l'intensité émergente vaut $I = I_0 . e^{-\mu_{plomb} . e_{plomb}} . e^{-\mu_{béton} . e_{béton}}$

B. **Vrai**. Pour simplifier le raisonnement, on part de 100 photons de 511keV et 100 photons de 140keV (autant de photons de 511keV que de photons de 140keV).
Pour les photons de 511keV, il restera après passage dans le plomb et le béton :

$$N_{511keV} = N_0 . e^{-\mu_{plomb511keV} . e_{plomb}} . e^{-\mu_{béton511keV} . e_{béton}}$$
$$= N_0 . e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{plomb511keV}} . e_{plomb}} . e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{béton511keV}} . e_{béton}}$$
$$= 100 . e^{\frac{-\ln(2)}{4} . 3} . e^{\frac{-\ln(2)}{50} . 100} = 14{,}9\ photons$$

Pour les photons de 140keV, il restera après passage dans le plomb et le béton :

$$N_{140keV} = N_0 . e^{-\mu_{plomb140keV} . e_{plomb}} . e^{-\mu_{béton140keV} . e_{béton}}$$
$$= N_0 . e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{plomb140keV}} . e_{plomb}} . e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{béton140keV}} . e_{béton}}$$
$$= 100 . e^{\frac{-\ln(2)}{0{,}3} . 3} . e^{\frac{-\ln(2)}{25} . 100} = 0{,}0061\ photons$$

Ainsi, le rayonnement émis contient $\frac{N_{511keV}}{N_{tot}} = \frac{14{,}9}{14{,}9+0{,}0061} = 99{,}96\%\ de\ photons\ de\ 511keV.$

C. **Vrai**. Calculons le pourcentage de photons de 140keV qui traversent les 3mm de plomb :
$\frac{N_{140keV}}{N_0} = e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{plomb140keV}} . e_{plomb}} = e^{\frac{-\ln(2)}{0{,}3} . 3} = 0{,}0977\% < 0.1\%\ (1\ pour\ mille)$ La plaque de plomb laisse donc passer moins de 0,1% des photons de 140keV, c'est-à-dire moins de 1 pour mille traversent, elle divise donc le flux de photons incidents par plus de 1000.

D. Faux. Même calcul que C, mais avec 511keV : $\frac{N_{511keV}}{N_0} = e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{plomb511keV}} . e_{plomb}} = e^{\frac{-\ln(2)}{4} . 3} = 0{,}595.$
Ainsi 59,5% des photons traversent et 40,5% des photons sont atténués.

E. Faux. Pour savoir si l'épaisseur de béton est négligeable pour les photons de 511keV on va regarder quelle est le pourcentage de photons qui traversent :
$\frac{N_{511keV}}{N_0} = e^{\frac{-\ln(2)}{CDA_{béton511keV}} . e_{béton}} = e^{\frac{-\ln(2)}{50} . 100} = 0{,}25.$ On en déduit donc que 75% des photons sont atténués par l'épaisseur de béton, l'épaisseur de béton n'est donc pas négligeable.

QCM n°8 : **B, C, D, E**

A. Faux. Ce sont des émetteurs β^-. Ces deux noyaux émettent un électron. Leur désintégration se note :
$^{169}_{68}Er \rightarrow\ ^{169}_{69}Tm +\ ^{0}_{-1}e^-$
$^{90}_{39}Y \rightarrow\ ^{90}_{40}Zr +\ ^{0}_{-1}e^-$

B. **Vrai.** $Ed_{Yttrium} = (M_Y - M_{Zr}) \times c^2 = (89{,}90715 - 89{,}90470) \times 931{,}5 = 2{,}28MeV$ (La donnée 931,5 permet de convertir directement une masse en uma en énergie en MeV).

C. **Vrai.** $Ed_{Erbium} = (M_{Er} - M_{Tm}) \times c^2 = (168{,}93459 - 168{,}93421) \times 931{,}5 = 0{,}354MeV = 354keV$

D. **Vrai.** La portée du rayonnement ionisant émis par les deux désintégrations est proportionnelle à l'énergie acquise par chacun des électrons. Portée(mm) = $\frac{E(keV)}{200}$
En prenant une énergie maximale égale à l'énergie disponible (on rappelle que la désintégration β^- créé un spectre continu d'énergie pour les électrons), on conclut que la portée de l'Yttrium est supérieure à celle de l'Erbium car l'énergie disponible (et donc l'énergie de l'électron émis) de l'Yttrium est supérieure de l'Erbium.

E. **Vrai.** Pour traiter des grosses articulations il faudra une portée assez importante. La portée de l'Yttrium P = $\frac{E(keV)}{200} = \frac{2280}{200} = 11{,}4mm$ semble être un bon compromis comparé à la portée de l'Erbium (P=$\frac{354}{200} = 1{,}77mm$).

QCM n°9 : A, B

A. **Vrai**. Il n'y aurait pas de réfraction et de diffusion dans le cas d'une réflexion totale au point A. Or, le rayon incident vient d'un milieu moins réfringent, il ne peut donc pas y avoir de réflexion totale.

B. **Vrai**. D'après la relation de Snell-Descartes $n_{air}.\sin(i) = n_{eau}.\sin(t)$
soit $t = sin^{-1}(\frac{n_{air}}{n_{eau}}.\sin(i)) = sin^{-1}\left(\frac{1}{1{,}33}.\sin(45)\right) = 32°$

C. Faux. Le triangle ABO est un triangle isocèle, les deux angles de la base du triangle sont donc égaux à t soit 32°. De plus, on est dans le cas d'une réflexion donc t = t'= 32° et non 45°.

D. Faux. Sans faire le calcul (qui se ferait encore avec la loi de Snell-Descartes) on sait que i' = i = 45°. En effet, on a dit qu'on avait un triangle isocèle avec les angles de sa base égaux à t. De plus le rayon retourne dans l'air (n = 1). On a nécessairement i' = 45°.

E. Faux. On a une réflexion totale pour un angle critique i_c = arcsin (n_{air} / n_{eau}) (moins réfringent sur plus réfringent) soit i_c = arcsin (1/1,33) = 48,75°.

QCM n°10 : A, B, D, E

A. **Vrai**. Rappels :
- effet photoélectrique : ionisation avec absorption de toute l'énergie du photon incident. Il est prépondérant dans les tissus biologiques si Eφ ≈ 10 − 50 keV
- effet Compton : changement de direction d'un photon avec transfert partiel de l'énergie du photon à un électron qui est ionisé. La diffusion Compton prédomine dans les tissus biologiques si Eφ > 50 keV Ainsi le photon gamma d'énergie 49 keV dans de l'eau interagira principalement par effet photo-électrique et effet Compton.

B. **Vrai**. f = $\frac{E\gamma}{h} = \frac{49.10^3 x1{,}6.10^{-19}}{6{,}6.10^{-3}}$= 11,88. 10^{18} Hz
Car 49 keV = 49. 10^3x1,6.10^{-19} J.

C. Faux. $E\gamma$ = f x h or h= p x λ donc $E\gamma$ = f x p x λ
f= $\frac{1}{T}$ et λ= cT donc $E\gamma$ = p x c

$p_\gamma = \frac{E\gamma}{c} = \frac{49.10^3 x1{,}6.10^{-19}}{3.10^8}$ = 26,133.10^{-24} kg.m/s.

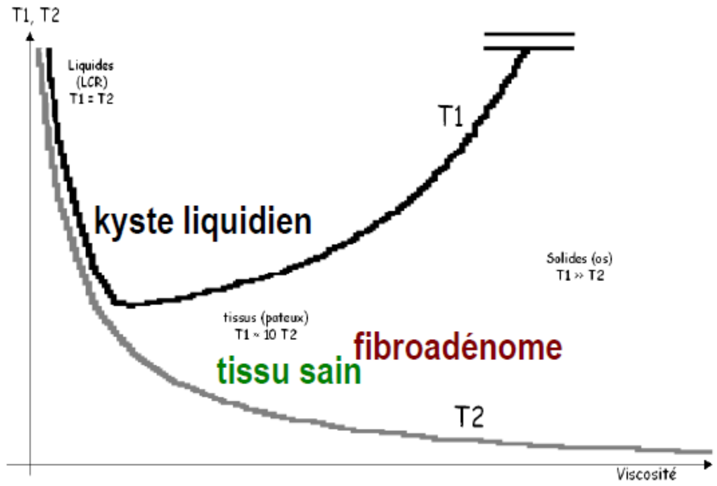
D. **Vrai**. $p_\gamma = p_{recul}$ = mv ➔v =$\frac{p_\gamma}{m} = \frac{26{,}133.10^{-24}}{m}$
Calcul de m :
me = 9,109. 10^{-31}kg est équivalent à 0,511 MeV
m = x kg est équivalent à 74,4.10^3 MeV
Ainsi x = $\frac{9{,}109.10^{31} x\ 74{,}4.10^3}{0{,}511}$

➔ v = $\frac{26{,}133.10^{-24}}{\frac{9{,}109.10^{31} x\ 74{,}4.10^3}{0{,}511}} = 197\ m.s^{-1} = 709\ km.h^{-1}$

Vrai. $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{9{,}109.10^{31} x\ 74{,}4.10^3}{0{,}511} X\ 197^2\right)$ = 2,575. 10^{-21}= 16,1 meV .

QCM n°11 : A, C

A. **Vrai**. Par rapport au tissu sain, un kyste liquidien (qui est moins visqueux) a un T1 et un T2 plus élevés. En revanche, pour le fibroadénome (plus visqueux), le T1 est supérieur mais le T2 est inférieur. (cf graphique).



→ T1 ↑ et T2 ↑ : le kyste liquidien apparait donc plus sombre en T1 (hyposignal) et plus clair en T2 (hypersignal) que le tissu sain

B. Faux. → T1 ↑ et T2 ↓ : le fibroadénome apparait plus sombre en T1 (hyposignal) et plus sombre en T2 (hyposignal) que le tissu sain

C. **Vrai.** D'après le graphique ci-dessus, le tissu sain doit avoir le T1 le plus petit et un T2 intermédiaire → cela correspond aux valeurs du tissu A

D. Faux. D'après le graphique ci-dessus, le kyste liquidien doit avoir un T1 supérieur à celui du tissu sain et le T2 le plus grand → cela correspond aux valeurs du tissu B

E. Faux. D'après le graphique ci-dessus, le fibroadénome doit avoir un T1 supérieur à celui du tissu sain et le T2 le plus petit → cela correspond aux valeurs du tissu C

QCM n°12 : **B, C, D, E**

A. Faux. $\frac{\Delta v}{v_0} = 3{,}5.10^{-6} \rightarrow \Delta v = 3{,}5.10^{-6}$ x $v_o = 3{,}5.10^{-6} \times 42.10^{6}$ 147 Hz et non MHz.
B. **Vrai.** Le Δα se calcule par la formule Δα = Δω x t → t = $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\omega} = \frac{\pi}{(2 \text{ x } \pi \text{ x } 147}$) = 3,4 ms.
C. **Vrai.** Pour t = 23,8 ms, $\Delta\alpha = 2 \text{ x } \pi \text{ x } 147 \text{ x } 23{,}8.10^{-3}$ = 21,9823 ≈ 7π = π (modulo 2π).
D. **Vrai.** Pour Δα = π, les vecteurs aimantations sont opposés, on écrit donc que $I_2 = E - L$.
E. **Vrai.** En effet, $I_1 - I_2 = (E + L) - (E - L) = E + L - E + L = 2L$.