



TUTORAT UE 3a 2015-2016 – Physique SPR 2015

Etats de la matière 1 Correction

QCM n°1 : D E

- A. Faux. 95% des valeurs non-pathologiques.
- B. Faux, cf item D
- C. Faux. cf item D
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.**

QCM n°2 : A, D E

- A. **Vrai.**
- B. Faux. x est arrondi de façon à n'avoir que des zéros dans les rangs inférieurs à celui de Δx
- C. Faux. Δx avec un seul chiffre non nul
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.**

QCM n°3 : C, E

- A. Faux. Il s'agit là de la moyenne
- B. Faux. Un seul chiffre non nul
- C. **Vrai.** $|130-136,5| = 6,5 \rightarrow$ arrondie au chiffre supérieur : 7
- D. Faux. $6,5/130 = 0,05$
- E. **Vrai.**

QCM n°4 : D

- A. Faux. On sait que $P=F/S$ avec $F=m.g$. Sachant que $dg/g = 0$ car g est constant on a la relation:
$$dm/m = dP/P + dS/S = \frac{200}{19000} + \frac{0,3}{24,6} = 0,0227 \text{ soit } 2,27 \% !$$
- B. Faux
- C. Faux.
- D. **Vrai.**
- E. Faux

QCM n°5 : c

- A. Faux. 470 ± 20 N
- B. Faux. **Triple erreur** : Pas plus de 3 chiffres, **incertitude absolue arrondie au premier chiffre non-nul et valeur arronde au même rang que l'incertitude absolue !**
- C. **Vrai.**
- D. Faux. 748 ± 3 mL
- E. Faux. 56 ± 3 rad

QCM n°6 : B, C, E

- A. Faux. 3 chiffres significatifs seulement
- B. **Vrai.**
- C. **Vrai.**
- D. Faux. Température en Kelvin
- E. **Vrai.**

QCM n°7 : **A, D, E**

- A. **Vrai.**
- B. Faux. Unité dérivée
- C. Faux. **L'unité SI du volume est le m³, qui n'est lui-même pas une unité de base.**
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.**

QCM n°8 : **B, C, D, E**

- A. Faux. $v=d/t = 8/0,4 = 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- B. **vrai.** $w=v/r = 20/0,05 = 400\text{rad}\cdot\text{s}^{-1} = 64\text{tours}\cdot\text{s}^{-1}$
- C. **Vrai.** Elle est nulle car $dw=0$ **donc constante.**
- D. **Vrai.** $a_{\text{normale}} = r\cdot w^2 = 0,05\cdot(400)^2 = 8000\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- E. **Vrai.** $a_{\text{totale}} = a_{\text{normale}} + a_{\text{tangentielle}}$

QCM n°9 : **B**

- A. Faux. **30m/s !**
- B. **Vrai.**
- C. Faux cf B.
- D. Faux. Les deux valeurs sont inversées. Notons tout de même que l'accélération tangentielle est nulle car la vitesse angulaire reste constante tout au long de l'attraction
- E. Faux. $a_N = r\cdot\omega^2 = 90\text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 9,17\text{ g}$

Enoncé : remplacer 90° par l'angle solide $\pi/2$ Sr

QCM n°10 : **A, B, C**

- A. **Vrai.** $E = P\cdot t = 750\cdot 60 = 45000\text{ J}$
- B. **Vrai.** $45000/4,18 = 10766\text{ cal}$
- C. **Vrai.** $(750/4\pi)\cdot\pi/2 = 93,75\text{ J} = 22,43\text{ cal}$
- D. Faux.
- E. Faux.

Etats de la matière 2

Correction

QCM n°1 : F

- A. Faux. $|\vec{F}| = |\vec{F}'| = \frac{K}{\epsilon} \times \frac{|qq'|}{d^2} = 2,34 \cdot 10^{15} q^2 N$.
- B. Faux.
- C. Faux.
- D. Faux. Ne pas oublier de mettre dans les bonnes unités
- E. Faux. $F = q' \times E \Leftrightarrow E = \frac{K}{\epsilon} \times \frac{q}{d^2} = 7,79 \cdot 10^{14} q \text{ V.m}^{-1}$

QCM n°2 : B, D.

- A. Faux. La chaleur peut se propager de 3 manières: par convection, conduction et rayonnement.
- B. **Vrai.**
- C. Faux. Il vaut mieux être en position foetale pour ses chances de survie. En effet, pour limiter le flux thermique (donc le transfert de chaleur à l'environnement) au maximum, il est possible de limiter la surface de transfert en se mettant dans cette position.
- D. **Vrai.** Lorsque le sang est pompé dans les vaisseaux, il va fournir de la chaleur lors de son trajet, ce qui va ainsi participer naturellement à la régulation thermique du corps.
- E. Faux. Un corps noir est un corps dont l'absorption et l'émission de rayonnements électromagnétiques dépendent que de la température, et rien d'autre. C'est un absorbeur parfait, et un émetteur parfait.

Enoncé item C : on parle ici de la longueur d'onde principalement émise

QCM n°3 : B, C.

- A. Faux : le flux réfléchi du corps noir est nul c'est son flux partant qui est constitué du flux émis.
- B. **Vrai.**
- C. **Vrai** : $\lambda_m = \frac{K}{T} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{32+273} = 9,8 \text{ } \mu\text{m}$.
- D. Faux : $\lambda = c \times f$ donc $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{\frac{3 \cdot 10^{-3}}{32+273}} = 3,05 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$ et cette fréquence correspond au domaine des infra rouge.
- E. Faux : Si la température diminue alors la longueur d'onde max va augmenter et donc aller vers les micros ondes.
- F. Faux.

QCM n°4 : D.

- A. Faux. $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \times 2000 \times (287 - 278) = 75240 \text{ J} = 75 \text{ kJ}$.
- B. Faux.
- C. Faux. $\Sigma Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 = 0$
 $C_1 m_1 \Delta T_1 + C_2 m_2 \Delta T_2 = 0$
 $2000 \times 1 \times \Delta T_1 = 3000 \times 1 \times \Delta T_2$
 $2000 \times (T_e - 287) = 3000 \times (T_e - 293)$
 $3/2 T_e + T_e = 439,5 + 287$
 $T_e = 290,6 \text{ } ^\circ\text{K} = 17,6 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- D. **Vrai.**
- E. Faux.

QCM n°5 : D, E.

- A. Faux. La température reste constante tout le long du changement d'état.
- B. Faux. Le point critique est le dernier point où l'on peut faire la différence entre liquide et gazeux.
- C. Faux. De la température et de la pression mais pas de la masse.
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.**

QCM n°6 : B, E.

- A. Faux.
B. **Vrai.** Pour aller de -5°C à 0°C à l'état solide, il faut une énergie $Q_1 = 50 \times 0.5 \times 4.18 \times 5 = 522.5 \text{ J}$. Pour la fusion : $Q_2 = 80 \times 4.18 \times 50 = 16\,720 \text{ J}$. Pour chauffer de 0°C à 10°C , $Q_3 = 10 \times 1 \times 4.18 \times 50 = 2090 \text{ J}$. La quantité d'énergie qui aura été fournie pour passer de -5°C à 10°C est de : $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 19\,332.5 \text{ J}$
C. Il faut une calorie pour augmenter la température d'une unité d'un gramme d'eau. Il faut donc 1000 calories lorsqu'il s'agit d'un kilogramme d'eau. $1000 \times 4.18 = 4180 \text{ J}$.
D. Faux. L'agitation thermique consiste en un ensemble de mouvements incessants et aléatoires des particules.
E. **Vrai.**

QCM n°7 : B, C, D.

- A. Faux : $V_{\text{sueur}} = 0,5 \times 0,7 = 0,35 \text{ L}$ donc $Q_{\text{sueur}} = 350 \times 580 = 203000 \text{ cal}$.
 $Q_{\text{alvéoles pulm}} = (2,5 \cdot 10^{-2}) \times 12 \times 580 = 174 \text{ kcal}$.

Je sais que $Q_{\text{total}} = Q_{\text{sueur}} + Q_{\text{alv pulm}} + Q_{\text{perspi}}$
donc $Q_{\text{perspi}} = Q_{\text{total}} - Q_{\text{sueur}} - Q_{\text{alv pulm}} = 725000 - 203000 - 174000 = 348000 \text{ cal}$
soit 348kcal.

- B. **Vrai** : cf A.
C. **Vrai** : $V_{\text{perspi}} = \frac{Q_{\text{perspi}}}{L_{\text{vap}}} = \frac{348000}{580} = 600 \text{ mL}$ soit 0.6L.
D. **Vrai.**
E. Faux : L'air humide réduit la vitesse d'évaporation.
F. Faux.

QCM n°8 : C, D, E.

- A. Faux : Molalité = $\frac{n_{\text{soluté}}}{m_{\text{solvant}}}$
B. Faux : Concentration massique = $M_{\text{soluté}} \times \rho_{\text{solution}} \times \text{molalité}$
C. **Vrai.**
D. **Vrai.**
E. **Vrai.**
F. Faux.

Optique

Correction

QCM n°1 : A, B, D, E

- A. **Vrai.** λ est un diviseur de L tel que : $L = \frac{\lambda}{2} \times N$ (N nombre entier) .
- B. **Vrai.** Elle définit le fait que certaines grandeurs ne peuvent varier que par multiples d'un quantum et non de manière continue.
- C. Faux : Soit le nombre de nœuds n. Chaque ventre est encadré par deux nœuds. Il y a donc un nœud de plus que de ventres. Soit N le nombre de ventres. $N = n - 1 = 23$ et $\lambda = L \times \frac{2}{N} = \frac{42,5 \times 2}{23} = 3,7$ cm.
- D. **Vrai.** N correspond au nombre de ventres. $\lambda = L \times \frac{2}{N} = \frac{35,5 \times 2}{17} = 4,18$ cm.
- E. **Vrai.** Dans ce cas précis, l'espace fermé est un cercle. Pour que l'onde soit stationnaire, λ doit être un diviseur de L mais pas $\lambda/2$! Sinon l'onde ne forme pas de boucle fermée.

QCM n°2 : A, B, D, E

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.**
- C. Faux. Une radiation est une onde pure, elle ne peut pas se décomposer.
- D. **Vrai.**
- E. **Vrai.**

QCM n°3 : B, C, E

- A. **Faux.** $f = \frac{\omega}{2\pi} = 143\,239$ Hz donc 143 kHz.
- B. **Vrai.** $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 3,49 \cdot 10^{-5}$ m
- C. **Vrai.** $k = \frac{\omega}{c} = \frac{9 \cdot 10^5}{5} = 180\,000$ USI
- D. **Faux.** $\cos\left(-\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = \sin(\alpha)$
- E. **Vrai.** $g(x; t) = 4 \sin\left(9 \cdot 10^5 \left(t - \frac{x}{5}\right)\right)$. Comme le signe devant x est négatif, l'onde se propage dans le sens des x positifs.

QCM n°4 : B, E

- A. Faux. E sera polarisé selon un axe orthogonal à celui de B, il sera donc polarisé rectilignement aussi.
- B. **Vrai.**
- C. Faux. Il faut qu'une charge soit mobile pour générer un champ magnétique.
- D. Faux. Le champ électrique persiste.
- E. **Vrai.**

Enoncé : l'intensité lumineuse ne se mesure pas en Ampère (A) mais en Candela (cd)

QCM n°5 : B

- A. Faux. L'absorbance ou densité optique ou fraction de lumière absorbée est notée F.
 $F = \frac{I_0 - I}{I_0} = \frac{60 - 40,7}{60} = 0,32$
- B. **Vrai.** Voir item A).
- C. Faux. $I(x) = I_0 \cdot e^{-\sigma \cdot C \cdot L} \Leftrightarrow C = \frac{\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)}{-\sigma \cdot L} = 2,17$ mol.m⁻³ soit 2,17 mmol.L⁻¹.
- D. Faux. Voir item C)
- E. Faux. D'après la loi de Beer, $k = \sigma C$ où k est le coefficient d'atténuation linéique.
D'où $k = 25,6 \times 2,17 = 55,4$ m⁻¹.

QCM n°6 : B, D

- A. Faux. La pierre précieuse a un indice de réfraction différent de celui de l'air, elle constitue bien un dioptré. On peut parler de système dioptrique. Par contre n'étant pas un miroir (coefficient de réflexion égal à 1), on ne peut pas parler de système catadioptrique.
- B. **Vrai.** La fréquence d'une onde ne dépend que de la source et non du milieu traversé. Ainsi la fréquence dans le joyau sera la même que la fréquence dans le vide :
- $$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{740 \cdot 10^{-9}} = 405 \cdot 10^{12} \text{ Hz (ou } s^{-1}\text{)}$$
- C. Faux. Voir item B)
- D. **Vrai.** La longueur d'onde et la vitesse d'une onde dépendent du milieu traversé : $\lambda_{\text{milieu}} = \frac{c_{\text{milieu}}}{f} = \frac{c_{\text{vide}}/n_{\text{milieu}}}{f} = \frac{\lambda_{\text{vide}}}{n_{\text{milieu}}} = \frac{740}{1,42} = 521 \text{ nm}$
- E. Faux. Indice de réfraction et angle de réfraction (ou angle transmis noté t) sont reliés par la relation de Descartes $n_1 \cdot \sin(i) = n_2 \cdot \sin(t)$ où i est l'angle d'incidence. Les rayons bleu et rouge ont le même angle d'incidence mais $n_r < n_b$ donc $\sin(t_r) > \sin(t_b)$ donc $t_r > t_b$, ce qui signifie que l'angle de réfraction sera plus petit pour le rayon bleu que pour le rouge : le rayon bleu sera donc plus proche de la normale à la surface de contact suite à la réfraction.

Énoncé : on considère que le rayon a une incidence normale au dioptré.

QCM n°7 : A, D

- A. **Vrai.** La fraction réfléchie $r = \frac{(n_s - n_v)^2}{(n_s + n_v)^2} = 1 - t = \frac{1}{9}$. Or si $x^2 = y$, alors $x = \sqrt{y}$ ou $x = -\sqrt{y}$. 2 cas :
- $\frac{(n_s - n_v)}{(n_s + n_v)} = \frac{1}{3}$ d'où $\frac{2}{3}n_s = \frac{4}{3}n_v$ d'où $n_s = 2n_v$ d'où $n_s = 3$
 - $\frac{(n_s - n_v)}{(n_s + n_v)} = -\frac{1}{3}$ d'où $n_s = 0,75$ Solution impossible car un indice de réfraction ne peut pas être inférieur à 1.
- B. Faux. Cf A
- C. Faux. Cf A
- D. **Vrai.** $n_s > n_v$
- E. Faux. Cf D

QCM n°8 : D

- A. Faux. La définition correspond à un système aplanétique.
- B. Faux. $\pi = \frac{n_2 - n_1}{SC} = \frac{1,3 - 1,2}{-0,1} = -10 \text{ dp}$
- C. Faux. La vergence est négative donc le dioptré est divergent
- D. **Vrai.** Le myope a un cristallin et une cornée trop convergente pour son œil trop long, il est donc corrigé par une lentille divergente
- E. Faux. $\pi = \frac{n_2}{SA'} - \frac{n_1}{SA}$ d'où $SA' = \frac{n_2}{\pi + \frac{n_1}{SA}} = \frac{1,3}{-10 + \frac{1,2}{-0,1}} = -0,059 \text{ m}$
- SA est négatif car A se trouve avant S, de la même manière A' se trouve avant S.

QCM n°9 : A, B, D, E

- A. **Vrai.** Les ondes mécaniques telles que le son ne peuvent se propager dans le vide.
- B. **Vrai.** La relation de Louis de Broglie associe à chaque corps une longueur d'onde, et donc une onde.
- C. Faux. La relation du quantum d'Einstein n'est applicable qu'aux particules non massiques : les photons! Pour les particules massiques il faut utiliser la relation de Louis de Broglie. Attention, si on utilise la simplification du quantum $E \text{ (eV)} = \frac{1240}{\lambda \text{ (nm)}}$ il est impératif d'utiliser pour le calcul la longueur d'onde dans le vide (et non celle dans le milieu concerné si ce dernier est différent du vide ou de l'air !). Si on veut utiliser la longueur d'onde dans le milieu de propagation, on utilise $E \text{ (J)} = \frac{hc_{\text{milieu}}}{\lambda_{\text{milieu}} \text{ (m)}}$
- D. **Vrai.** La dualité onde corpuscule permet d'associer les électrons à des ondes stationnaires, ils évoluent donc dans un milieu fini et l'énergie des couches doit être ainsi quantifiée.
- E. **Vrai.** Bien que tous les corps soient associés à une onde, celles associées aux corps ayant une masse élevée (un être humain) auront une longueur d'onde trop faible pour avoir de réelles conséquences. Au contraire les électrons, ayant une faible masse, seront associés à une onde de longueur d'onde plus élevée pouvant avoir des conséquences notables.

Deuxième partie du QCM : on considère que seul l'impact contre le rocher dissipe de l'énergie mécanique (on néglige les frottements)

QCM n°10 : A, B

A. **Vrai.** $\lambda = \frac{h}{p}$

B. **Vrai.** Cependant les propriétés ondulatoires des particules ayant une masse élevée ne seront pas observables expérimentalement.

C. **Faux.** L'énergie mécanique, somme des énergies potentielle de pesanteur et cinétique, est constante avant l'impact (cf correction de l'énoncé) : si les frottements sont négligés (pas de dissipation de l'énergie mécanique par frottements), on va considérer la vitesse comme étant constante le long du trajet. Ici la trajectoire du projectile est rectiligne horizontale : l'énergie potentielle de pesanteur va donc rester la même (on est à hauteur constante). On va pouvoir extraire la valeur de l'énergie cinétique du projectile au lancer afin de déterminer sa vitesse au lancer. A l'état initial on a donc $E = E_c + E_p \leftrightarrow E_c = E - E_p = E - mgz \leftrightarrow 0,5 \times m \times v^2 = E - mgz \leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2(E - mgz)}{m}}$

$$v = \sqrt{\frac{2(283,6 - 5 \times 9,81 \times 1,5)}{5}} = 9,17 \text{ m.s}^{-1} \text{ soit } \frac{9,17 \times 3600}{1000} = 33 \text{ km.h}^{-1}$$

D. **Faux.** On utilise la relation de Louis de Broglie : $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{5 \times 9,17} = 1,44 \cdot 10^{-35} \text{ m.}$

E. **Faux.** Voir item D)

QCM n°11 : B

A. **Faux.** Selon la loi de la conservation de l'énergie totale, l'énergie cinétique acquise par l'électron lors de l'accélération est égale, en valeur absolue, à la variation de son énergie potentielle électrique :

$$\Delta E_c = \Delta E_p \leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = qV \text{ où } q \text{ est la charge de la particule et } V \text{ la différence de potentiel électrique.}$$

On sait que la quantité de mouvement $p = mv$ est reliée à la longueur d'onde par la relation de Louis de Broglie : $\lambda = \frac{h}{p}$. Connaissant q , V , m et h (constante), il nous suffit de calculer la vitesse : $v = \sqrt{\frac{2 \times q \times V}{m}}$ et $p = \sqrt{2 \times q \times V \times m}$ d'où $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \times q \times V \times m}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 72 \times 9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,45 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 1,45 \text{ \AA}$

B. **Vrai.** Voir item A)

C. **Faux.** $\Delta x \geq \frac{h}{2\pi \Delta p_x} \leftrightarrow \Delta x \geq \frac{h}{2\pi \times m \times \Delta v} \leftrightarrow \Delta x \geq \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{2\pi \times 84 \times \frac{2 \times 1000}{3600}} \leftrightarrow \Delta x \geq 2,26 \cdot 10^{-36} \text{ m}$

D. **Faux.** Voir item C)

E. **Faux.** Voir item C)

QCM n°12 : B, D, E

A. **Faux.** La désexcitation d'un électron se fait soit de manière spontanée, soit de manière stimulée.

B. **Vrai.** Attention, si le photon était absorbé il provoquerait une excitation et non une désexcitation.

C. **Faux.** Les objets peuvent être des solides, des liquides ou encore des gaz (cf cours : ...)

D. **Vrai.** On excite les électrons pour qu'ils soient sur l'orbitale p.

E. **Vrai.** Elle permet d'exciter les électrons qui produisent de plus en plus de photons. Plus il y a de photons \rightarrow plus d'électrons seront excités \rightarrow plus il y aura de photons produits secondairement.

Item E : "Le retard d'un rayon par rapport à l'autre sera de 0,13 fs."

QCM n°13 : A, B, D, E

A. **Faux.** L'incertitude sur la position, notée Δx correspond à la longueur de la fente, soit $2,56 \mu\text{m}$.

B. **Vrai.** L'incertitude sur l'impulsion du photon est notée Δp_x .

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \frac{h}{2\pi} \leftrightarrow \Delta p_x \geq \frac{h}{2\pi \Delta x} \leftrightarrow \Delta p_x \geq \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{2\pi \times 2,56 \cdot 10^{-6}} \leftrightarrow \Delta p_x \geq 4,12 \cdot 10^{-29} \text{ kg.m.s}^{-1}$$

C. **Vrai.** Pour un orifice carré tel qu'une fente, le phénomène de diffraction peut avoir lieu si la longueur de la fente est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde de l'onde. On a alors l'angle de diffraction qui est déterminé : $\sin \theta_{\min} = \frac{\lambda}{b} = \frac{512 \cdot 10^{-9}}{2,56 \cdot 10^{-6}} = 0,2$. Or pour de petits angles, $\sin \theta = \theta$ si exprimé en radians. Donc $\theta = 0,2 \text{ rad}$. Pour convertir en degrés on fait un produit en croix : 360° correspondent à $2\pi \text{ rad}$, donc $0,2 \text{ rad}$ font $\frac{0,2 \times 360}{2\pi} = 11,5^\circ$.

D. Faux. Le rayon inférieur va prendre du retard sur le rayon du dessus car il va parcourir une distance légèrement plus grande de dL . $dL = x \cdot \sin \theta = 200 \cdot 10^{-9} \times 0,2 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ m}$.

E. **Vrai**. Les deux rayons diffractés sont toujours des rayons lumineux et se déplacent à la vitesse de la lumière. Le retard **d'un rayon par rapport à l'autre** est dû au fait que son parcours est plus long de dL .

$$dt = \frac{dL}{c} = \frac{4 \cdot 10^{-8}}{3 \cdot 10^8} = 1,33 \cdot 10^{-16} \text{ s soit } 0,13 \cdot 10^{-15} \text{ s donc } 0,13 \text{ fs (femto } \leftrightarrow 10^{-15})$$

Rayonnement et particules

Correction

QCM n°1 : B, E.

- A. Faux. C'est l'inverse, sachant que l'interaction électromagnétique est aussi à notre échelle ainsi qu'à celle de la molécule.
- B. **Vrai.**
- C. Faux. L'agitation thermique ne consiste pas en une interaction fondamentale entre 2 particules. C'est une caractéristique propre à la particule et est de nature répulsive.
- D. Faux. Les forces de Van der Waals (interaction dipôle-dipôle, etc) sont des forces de faible intensité.
- E. **Vrai.** Cf formule dans le poly du SPR.

QCM n°2 : B, E

- A. Faux. Définition d'un rayonnement ionisant : rayonnement dont l'énergie est supérieure à 13,6 eV. Or les rayonnements infrarouges ont des énergies trop basses (comme pour le visible, microondes,...).
- B. **Vrai.** $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Donc : $2,5 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 25 \text{ eV} > 13,6 \text{ eV}$.
- C. Faux. Un rayonnement est dit ionisant si $\lambda \leq 91 \text{ nm}$ dans le vide (ce qui correspond à une énergie de 13,6 eV). $90 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 900 \text{ nm} > 91 \text{ nm}$.
- D. Faux. $E = h\nu = 6,62 \cdot 10^{-34} \times 9 \cdot 10^{12} = 5,958 \cdot 10^{-21} \text{ J} = 0,037 \text{ eV}$
- E. **Vrai.** 30 eV > 13,6 eV. Attention au 32 eV donné en cours qui correspond à une MOYENNE et qui est de plus une application plus pratique. Le rayonnement est dit ionisant ou non en fonction de ce 13,6, ceci est une définition (plus théorique).

QCM n°3 : A, B, C, D, E

- A. **Vrai.** Lors de l'effet Auger deux photons de fluorescence rentrent en jeu, seul le second peut être observé. En effet l'énergie du premier est utilisée pour ioniser (ou exciter) un électron qui, après avoir perdu son énergie cinétique et réintégré une couche électronique, émettra le second photon.
- B. **Vrai.** La conversion interne met en jeu un seul photon de fluorescence qui peut être enregistré. Il provient du retour dans un état plus stable d'un électron auparavant excité par un rayon γ (émis par le noyau) qui lui ne peut être observé.
- C. **Vrai.** Dans ce cas on obtient un rayonnement X de freinage. Un faisceau d'électrons incident, auparavant accéléré sous une forte ddp, rencontre les atomes de la cible, les électrons sont alors déviés et ralentis par interaction avec les noyaux de celle-ci. La perte d'énergie se fait sous deux formes : chaleur + production de Rayons X de freinage. **Cependant, l'énergie ainsi dissipée peut exciter les électrons de la matière environnante et donc créer in fine des X de fluorescence.**
- D. **Vrai.** La capture électronique correspond à la capture d'un électron par le noyau. Dans certains cas, la case quantique vide est alors comblée par un électron venant d'une couche plus externe => observation d'un photon X de fluorescence. Ce phénomène ne fait pas parti à proprement parler de la capture électronique, il est cependant induit par celle-ci.
- E. **Vrai.** La création de paires correspond à la matérialisation d'un photon γ en un électron et son anti particule. Il peut ainsi y avoir une ionisation provoquée par ces particules et donc un rayonnement X de fluorescence.

QCM n°4 : A C

- A. **Vrai.** Ces rayons X sont envoyés sur le patient et sont plus ou moins captés par l'appareil après avoir traversé l'organisme.
- B. Faux. Ils interagissent à distance avec les noyaux de la cible, étant de charge opposée à l'électron. Logiquement : plus le faisceau d'électrons passe proche de l'atome et donc proche du noyau, plus il est dévié, plus il va perdre de l'énergie potentiellement transformée en rayon X (ou chaleur).
- C. **Vrai.** Chaleur ou rayon X
- D. Faux. Le freinage est plus important avec des particules légères (comme l'électron).
- E. Faux. On observe un spectre continu: les rayons X peuvent prendre toutes les énergies possibles entre 0 et l'énergie maximale. En effet : le faisceau d'électron peut être plus ou moins freiné, la perte d'énergie peut être plus ou moins en faveur des rayons X, l'énergie peut être transmise à un ou plusieurs photons. A ce spectre continu s'ajoute un spectre de raies caractéristique de la cible. Explication: si les photons X ont une énergie trop faible, ils sont absorbés par les atomes, on

observera alors des photons X de fluorescence qui s'additionnent au spectre continu. Rayonnement de freinage => spectre continu + spectre de raies.

QCM n°5 : A, B, D

- A. **Vrai.** $1 \text{ uma} = 1/12 \text{ masse d'un atome de carbone } 12$. La masse d'un $^{12}\text{C} = 12/N = 12/6,022 \cdot 10^{-23} = 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$. Donc $1u = (1/12) \cdot 1,99 \cdot 10^{-23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
- B. **Vrai.** $1 \text{ uma} = 1/12 \text{ masse d'un atome de carbone } 12 \Rightarrow 12 u = 12 \times (\text{masse d'un atome de carbone } 12 = \text{masse d'un atome de carbone } 12)$.
- C. **Faux.** $6 u = 3 \times 1,66 \cdot 10^{-27} = 9,96 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. $E = mc^2 = 9,96 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8,964 \cdot 10^{-10} \text{ J}$.
- D. **Vrai.** $m = E/c^2 = 7 \cdot 10^6 / (3 \cdot 10^8)^2 = 7,8 \cdot 10^{-11} \text{ kg} = 78 \cdot 10^{-12} \text{ kg} = 78 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 78 \text{ ng}$
- E. **Faux.** $1u = 931,5 \text{ MeV} \Rightarrow 2000 \text{ MeV} = 2,147 u$. Donc $m = 2,147 \times 1,66 \cdot 10^{-27} = 3,56 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3,56 \cdot 10^{-15} \text{ ng}$.

Enoncé : mauvais affichage de la puissance, il s'agit de $5 \cdot 10^{10} \text{ GHz}$.

QCM n°6 : c

- A. **Faux.** $E = h \times f = 6,62 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{19} = 3,31 \times 10^{-14} \text{ J} = 206875 \text{ eV} = 0,21 \text{ MeV}$.
- B. **Faux.** $E_d = (M_{Tc}^m - M_{Tc}) \times c^2$ D'où $\Delta M = 0,206875 / 931,5 = 0,0002221 u$.
- C. **Vrai.** $\Delta M = M_{Tc}^m - M_{Tc} = 0,0002221$. Donc $M_{Tc} = M_{Tc}^m - \Delta M = 98,9062546 - 0,0002221 = 98,906033u$.
- D. **Faux.** L'application de la désintégration gamma est la scintigraphie d'émission monophotonique. Elle permet d'analyser le fonctionnement des organes
- E. **Faux.** Le spectre d'émission du photon est un spectre de raies

QCM n°7 : F

- A. **Faux.** L'anti-neutrino a bien une charge nulle, mais son interaction avec la matière est très faible
- B. **Faux.** $E_d = (M_x - M_y) \times c^2$ avec M masse de l'atome. $E_d = 0,005387 \times 931,5 = 5 \text{ MeV}$. Toutefois, la désintégration est de type bêta moins, c'est un électron qui est émis.
- C. **Faux.** L'énergie maximale que l'anti-neutrino puisse récupérer est d'environ 5 MeV, l'électron n'aurait alors aucune énergie cinétique.
- D. **Faux.** Un spectre continu est associé à l'électron
- E. **Faux.** L'application est la radiothérapie métabolique

QCM n°8 : B, D, E

- A. **Faux.** $E_\phi = E_i + E_c \Rightarrow E_i = E_\phi - E_c = 200 - 97,15 = 102,85 \text{ eV}$
 $E_{\text{couche}} = -E_{\text{ionisation}} = -102,85 \Rightarrow -102,85 = -13,6 \frac{Z^2}{n^2} = -13,6 \frac{11^2}{n^2} \Leftrightarrow n=4$. L'électron vient de la couche N.
- B. **Vrai.** Cf a
- C. **Faux.** Dans ce cas le photon X est un photon X de fluorescence. En effet ce n'est pas le freinage de l'électron qui va permettre de produire le photon, mais bien sa recapture par un autre atome.
- D. **Vrai.** Energie de la 5eme couche = $-13,6 \frac{11^2}{5^2} = -65,824 \text{ eV} \Rightarrow$ énergie d'ionisation = 65,824 eV
 Or l'électron de la couche N possède une $E_c = 97,15 \text{ eV} > 65,824 \text{ eV}$, donc l'ionisation est possible.
 L'électron de la couche 5 est alors ionisé avec une $E_c = 97,15 - 65,824 = 31,326 \text{ eV}$
- E. **Vrai.**

QCM n°9 : A, C, D, E

- A. **Vrai.** La TEP détecte des photons γ envoyés à 180° qui sont émis suite à une annihilation (\Rightarrow radioactivité bêta+).
- B. **Faux.** Le technétium donne lieu à une radioactivité γ , utilisé pour faire de la scintigraphie.
- C. **Vrai.**
- D. **Vrai.** On utilise un vecteur dans lequel est placé un noyau radioactif. Ce vecteur va se fixer sur des cellules cibles au sein desquelles va avoir lieu la désintégration radioactive. Les cellules en questions sont alors irradiées.
- E. **Vrai.** L'iode 131 correspond à la fois au vecteur et au traceur (cas particulier).

QCM n°10 : E

- A. **Faux.** $2,1 \text{ cm} = 3 \text{ CDA}$, donc N_0 sera divisé par $2^3 = 8$. En doublant la distance, l'irradiation sera divisée par $2^2 = 4$.
- B. **Faux.** $7 \text{ cm} = 2 \text{ CDA}$. Dans les deux cas, l'irradiation sera divisée par 4.

- C. Faux. En triplant la distance, l'irradiation est divisée par 9 alors qu'avec 7 cm de plomb, soit 10 CDA, le faisceau est atténué d'un facteur $2^{10} = 1024$.
- D. Faux. 2,8 cm = 4 CDA_{plomb} donc N₀ sera divisé par 16 alors qu'avec 10,5 cm = 3 CDA_{Béton} N₀ sera divisé par 8.
- E. **Vrai.** 2,1 cm = 3 CDA_{plomb} alors que 7 cm = 2 CDA_{béton}.

QCM n°11 : A, C, D

- A. **Vrai.** $N = N_0 \cdot e^{\frac{-\ln(2)}{CDA} \cdot x}$ donc $e^{\frac{-\ln(2)}{CDA} \cdot 1,3} = 0,1 \Leftrightarrow \frac{-\ln(2)}{CDA} \cdot 1,3 = \ln(0,1) \Leftrightarrow CDA = \frac{-\ln(2)}{\ln(0,1)} \cdot 1,3 = 3,91 \text{ mm}$.
- B. Faux. cf A.
- C. **Vrai.** $e^{\frac{-\ln(2)}{CDA} \cdot x} = \frac{1}{50}$ d'où $x = \frac{CDA_{plomb} \cdot \ln(0,02)}{-\ln(2)} = 22 \text{ mm}$.
- D. **Vrai.** $x = \frac{CDA_{béton} \cdot \ln(0,02)}{-\ln(2)} = 29 \text{ cm}$.
- E. Faux. cf D.

QCM n°12 : B, C, D

- A. Faux. On calcule d'abord la dose absorbée $D = \frac{\mu}{\rho} \cdot F = 0,07 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ Gy}$. En effet nous pouvons laisser les cm^2 car ils s'annuleront ; en revanche il ne faut pas oublier de passer en cm^2/kg , d'où la puissance 3.
- On note H la dose équivalente qui prend en compte le coefficient d'efficacité biologique relative du rayonnement, noté W_R et qui vaut 1 pour les photons. Attention : la dose efficace est toujours donnée pour le CORPS ENTIER, le coefficient de sensibilité tissulaire (noté W_T) représente la part de cette dose liée à chaque organe, et non pas l'énergie reçue par chaque organe !!
- $E_{\text{Thyroïde}} = H \times W_T = D \times W_R \times W_T = 2,8 \cdot 10^{-4} \times 1 \times 0,05 = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ Sv}$.
- B. **Vrai.** Pour la somme de tous les organes, $W_T = 1$ donc $E = 2,8 \cdot 10^{-4} \times 1 \times 1 = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}$.
- C. **Vrai.** $E_{\text{Thyroïde}} = D \times W_R \times W_T = 2,8 \cdot 10^{-4} \times 1 \times 0,12 = 3,36 \times 10^{-5} \text{ Sv}$
- D. **Vrai.** Pour diviser l'irradiation par 4, il faut multiplier la distance par 2. Calculons d'abord la distance initiale entre le sujet et la source :

$$F = \frac{A \cdot E \cdot e}{4\pi r^2} \Leftrightarrow r = \sqrt{\frac{A \cdot E \cdot e}{4\pi F}} = \sqrt{\frac{4000 \cdot 10^6 \times 45 \times 60 \times 850 \cdot 10^3 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{4\pi \cdot 0,04}} = 1,71 \text{ m} \text{ Donc } 2r = 3,42 \text{ m}$$

- E. Faux. Cf D)

QCM n°13 : A, B, D, E

- A. **Vrai.** $\bar{D} = A_0 \cdot \sum \tau_h \cdot S(r_k \leftarrow r_h) = 600 \times 3600 \times (50 \times 4,57 \cdot 10^{-9} + 240 \times 1,89 \cdot 10^{-9}) = 1,473 \text{ mGy}$.
- B. **Vrai.** Car l' ^{131}I est un émetteur γ donc $w_{\text{photon}} = 1$.
- C. Faux. $A_{\text{cumulée}} = A_0 \times \tau = A_0 \times \tau = 600 \times 240 \times 3600 = 518,4 \cdot 10^6 \text{ MBq.s}$
- D. **Vrai.** $D^\circ = \sum A_h \times S(\text{cible} \leftarrow \text{source}) = A_{0 \text{ poumons}} \times S(\text{utérus} \leftarrow \text{poumons}) + A_{0 \text{ thyroïde}} \times S(\text{utérus} \leftarrow \text{thyroïde}) = 600 \times 0,33 \times 4,57 \cdot 10^{-9} + 600 \times 0,67 \times 1,89 \cdot 10^{-9} = 1,665 \cdot 10^{-6} \text{ mGy.s}^{-1} = 5,993 \cdot 10^{-3} \text{ mGy.h}^{-1}$.
- E. **Vrai.** $\bar{D} = A_0 \cdot \sum \tau_h \cdot S(r_k \leftarrow r_h)$

QCM n°14 : B, D

- A. Faux. $CDA_{50 \text{ keV}} = \frac{\ln 2}{\mu_{50 \text{ keV}}} = \frac{\ln 2}{1,42} = 0,488 \text{ cm} < 2,44 \text{ cm}$.
- B. **Vrai.** $N = N_{0 \text{ 50 keV}} \cdot e^{-\mu x} = 0,65 \times N_0 \times e^{-\mu x} = 0,65 \times 200 \times e^{-1,42 \times 2,44} = 4,066$. Soit 2 % transmis.
- C. Faux. Pour 100 photons initiaux, il y en a 65 de 50 keV et 35 de 80 eV.
 $N = N_{50} + N_{80} = N_{0 \text{ 50 keV}} \cdot e^{-\mu x} + N_{0 \text{ 80 keV}} \cdot e^{-\mu x} = 65 \times e^{-1,42 \times 2,44} + 35 \times e^{-0,33 \times 2,44} = 17,68 \%$ photons transmis donc 82,32 % absorbés.
- D. **Vrai.**
- E. Faux. Bien qu'initialement le faisceau soit constitué d'une majorité de photons de 50 keV, l'atténuation est préférentielle pour ces mêmes photons. Ainsi, après traversée du matériau, le faisceau sera constitué d'une majorité de photons de 80 keV :

$$\%(\text{photons } 50 \text{ keV}) = \frac{N_{50}}{N} = \frac{0,65.N_0 \times e^{-\mu_{50}x}}{0,65.N_0 \times e^{-\mu_{50}x} + 0,35.N_0 \times e^{-\mu_{80}x}} = 11,5$$

QCM n°15 : F

A. Faux. $\bar{A} = \tau \cdot A = 7,8 \times 24 \times 3600 \times 0,4 \cdot 10^3 = 2,7 \cdot 10^8 \text{ Bq.s}$

B. **Faux.** Cf A)

C. **Faux.** $\bar{D} = A_0 \sum \tau \cdot S(r_k \leftarrow r_h) = 0,4 \cdot 10^{-3} \times 7,8 \times 24 \times 3600 \times 0,998 \cdot 10^{-8} = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ mGy}$.

D. Faux. La scintigraphie utilise des photons γ donc $W_R=1$ et $H=D \cdot W_R=2,7 \cdot 10^{-6} \text{ mSv}$ et non mGy

E. **Faux.** $E = D \cdot W_R \cdot W_T = 2,7 \cdot 10^{-6} \times 1 \times 0,05 = 0,135 \cdot 10^{-6} \text{ mSv} = 135 \text{ nSv}$.

QCM n°16 : B, D

A. Faux. Avec $\frac{\mu}{\rho}$ le coefficient massique d'absorption, t le temps d'exposition et F la fluence ; on calcule :

$$F = \frac{E \cdot A \cdot t}{S} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50000 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 60}{4\pi \cdot 2^2} = 0,573 \text{ J.m}^{-2} \text{ (rq : surface} = 4\pi r^2 \text{ car la source est isotrope)}$$

On calcule alors la dose absorbée :

$$D = \frac{\mu}{\rho}_{\text{tissu}} \cdot F = 0,1 \cdot 10^{-1} \cdot 0,573 = 5,73 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} = 5,73 \text{ mGy}$$

B. **Vrai.**

C. Faux. Le coefficient d'efficacité biologique w_r du photon vaut 1, mais l'unité de la dose équivalente est le Sievert (Sv).

D. **Vrai.** $E = H \cdot w_{\text{gonades}} = 5,73 \cdot 0,2 = 1,146 \text{ mSv}$.

Faux. Les effets déterministes n'apparaissent qu'à partir du seuil de 250 mGy. En revanche, il est toujours possible (mais non certain) d'avoir des effets stochastiques.

QCM n°17 : D

A. Faux. $\bar{D} = A_0 \sum \tau \cdot S(r_k \leftarrow r_h)$

$$\Leftrightarrow A_0 = \frac{\bar{D}}{\sum \tau \cdot S(r_k \leftarrow r_h)} = \frac{\bar{D}}{\tau_{\text{rein}} S(r_k \xleftarrow{\text{rein}} r_h) + \tau_{\text{poumons}} S(r_k \xleftarrow{\text{poumons}} r_h) + \tau_{\text{vessie}} S(r_k \xleftarrow{\text{vessie}} r_h) + \tau_{\text{estomac}} S(r_k \xleftarrow{\text{estomac}} r_h)}$$

$$\Leftrightarrow A_0 = \frac{667 \cdot 10^3}{24 \times 3600 \times 10^{-9} (3,4 \times 2,57 + 2,1 \times 6,34 + 4,3 \times 1,98 + 1,9 \times 4,87)} = 193,87 \cdot 10^6 \text{ MBq}$$

B. Faux. cf A)

C. Faux. scintigraphie : photons donc $w_R=1 \rightarrow H=667 \text{ Sv}$

D. **Vrai.** $E = D \times W_R \times W_T = 667 \times 1 \times 0,05 = 33,35 \text{ Sv}$.

E. Faux. Ca serait le cas si l'on prenait en compte la contribution de tous les organes (où $W_T = 1$) et non uniquement celle de la thyroïde, où $W_T = 1$

ECG Correction

QCM n°1: D, E

- A. Faux. Par convention, le courant se déplace dans le sens des potentiels décroissants.
- B. Faux. Le seuil d'intensité où l'on peut avoir un risque vital est de 50mA mais on parle alors d'électrocution.
- C. Faux. On a : $R = \rho \times \frac{L}{S} = \rho \times \frac{L}{\pi \times r^2} = 10^{-7} \times \frac{1.5}{\pi \times 0.005^2} \approx 1.91 \times 10^{-3} \Omega$
- D. **Vrai.** Pour calculer la tension, on fait : $U = RI \approx 1.91 \times 10^{-3} \times 0.04 \approx 7.64 \times 10^{-5} V$.
- E. **Vrai.** On utilise la formule : $E = RI^2 \times \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{E}{RI^2} \approx \frac{1}{1.91 \times 10^{-3} \times 0.04^2} \approx 327225s \approx 91h$

QCM n°2: C, E

- A. Faux. La loi de Kirchoff affirme que dans ce cas l'intensité initiale est égale à la somme des intensités dans chaque branche du circuit en parallèle. L'énoncé est donc impossible.
- B. **Vrai.** On a : $R_{\text{eq}} = 8 R_1 + 2 R_2 = 8 \times 3 + 2 \times 2 = 28 \Omega$
- C. Faux. On a : $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} \times 8 + \frac{1}{R_2} \times 2 = \frac{11}{3}$ donc $R_{\text{eq}} \approx 0.27 \Omega$
- D. Faux. Comme la tension est proportionnelle à la résistance et que l'intensité est identique pour les circuits, c'est le circuit en série qui présente la tension la plus importante.
- E. **Vrai.** On reprend la formule : $E = RI^2 \times \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{E}{RI^2} = \frac{1}{\frac{3}{11} \times 0.005^2} \approx 1.47 \times 10^5 s \approx 41h$

QCM n°3: A, C et E

- A. **Faux.** La loi de Kirchoff dit que la somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en partent.
- B. Faux, cela correspond à un circuit en série. Pour un circuit en parallèle, on additionne les conductances (inverse de la résistance).
- C. **Vrai.**
- D. Faux, pour que la cellule soit excitée, il faut un stimulus d'une intensité suffisante.
- E. **Vrai.**

QCM n°4: A, B, C

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.** On peut le vérifier grâce à la formule de l'intensité électrique avec dQ en Coulomb et dt en seconde.
- C. **Vrai.**
- D. Faux, la résistance de la peau diminue lorsqu'elle est humide.
- E. Faux, l'effet Joule correspond à une production de chaleur.

QCM n°5: B et E

- A. Faux. $aVR = 1,5VR$ donc $VR = -1,5/1,5 = -1mV$.
- B. **Vrai.** $D2 = VF - VR$ donc $VF = 0 + (-1) = -1mV$
- C. Faux. $aVF = 1,5VF = 1,5 \times -1 = -1,5mV$
- D. Faux. $AVL = 1,5VL = 1,5 \times (-VR - VF) = 1,5 \times (1+1) = 3mV$
- E. **Vrai.** $VL = -VF - VR = -(-1) - (-1) = 1 + 1 = 2mV$

QCM n°6: A, C et D

- A. **Vrai.**
- B. Faux, si le vecteur M est dirigée vers P, alors $V_p > 0$.
- C. **Vrai.**
- D. **Vrai.**
- E. Faux, l'électrode est placée sur l'épaule droite.

QCM n°7: C, D, E

- A. Faux. La dérivation D3 est une dérivation périphérique.
- B. Faux. On reprend les étapes pour déterminer l'axe A.
Tout d'abord, l'axe est perpendiculaire à D3 car on voit que son complexe QRS possède une surface algébrique nulle (chaque potentiel positif est annulé par un négatif).
Pour savoir ensuite si l'axe se trouve sur 30° ou -150° , on se rappelle que l'onde R en D2 est positive. L'axe se situe donc plus vers D2 (ou 60°)
On en conclut que l'axe A se trouve sur 30° ce qui est normal (sens horaire des axes).
- C. **Vrai.** Rq : Par abus de langage, on l'appelle QRS même s'il n'y pas d'onde S ici.
- D. **Vrai.** Le potentiel est proportionnel à la norme du moment M mais aussi à $\cos(\theta)$ (θ = angle entre M et P, point d'enregistrement).
Comme l'angle entre les axes D3 et -150° est de 90° et que $\cos(90^\circ) = 0$, on enregistre un potentiel nul. Sur l'ECG, on se trouve bien sur la ligne isoélectrique.
- E. **Vrai.** La distance entre 2 ondes R est de 2 grands carreaux, la fréquence vaut donc $300/2 = 150\text{bpm}$. Une telle fréquence supérieure à 100bpm caractérise un patient tachycarde.

QCM n°8: B, D

- A. Faux. On a $D2 = VF - VR = (-2) - (3) = -5\text{mV}$
- B. **Vrai.** On a $D1 = VL - VR = (-1) - (3) = -4\text{mV}$ (voir C pour valeur VL)
- C. Faux. Comme $VL + VR + VF = 0$, $VL = -VR - VF = -(3) - (-2) = -1\text{mV}$
Mais on demande aVL, qui est égal à $1.5 \times VL$ soit -1.5mV .
- D. **Vrai.**
- E. Faux. On a confondu ici « moment » avec « axe ». L'axe électrique du cœur représente la moyenne des vecteurs M par rapport au temps lors de la dépolarisation.

QCM n°9: A, B, C et E

- A. **Vrai.**
- B. **Vrai.**
- C. **Vrai.** D1, D2, D3, aVR, aVF, aVL et V1-V6.
- D. Faux
- E. **Vrai.**

QCM n°10: B, C et D

Le vecteur moment dipolaire cardiaque a sa pointe de flèche qui tourne dans le sens antihoraire sur le vectocardiogramme avec un départ au centre O des axes, tandis que le vecteur reste appliqué en O. Ce sont les diverses projections algébriques de M sur l'axe de la dérivation qui constituent les valeurs successives prises par le complexe ventriculaire dans cette dérivation.

QCM n°11: A, B et D

- A. **Vrai.** On peut en déduire que l'axe du cœur est perpendiculaire à DII car la somme algébrique de ses aires est nulle (l'axe du cœur est donc à -30° ou $+150^\circ$). Ensuite, le signal en DIII est majoritairement négatif. On se rapproche de aVL qui est lui majoritairement positif. L'axe est donc approximativement à -30° .
- B. **Vrai.**
- C. Faux, cf item A.
- D. **Vrai**, puisque l'intervalle de normalité est compris entre -30° et 110° .
- E. Faux. C'est un axe gauche, ce qui est dans la normalité. (Attention : c'est différent d'un axe dévié à gauche, en dehors de l'intervalle de normalité.)

QCM n°12: A, B et E

- A. **Vrai.** Cliniquement, on mesure la fréquence cardiaque en bpm et non en Hz.

B. **Vrai.** = 2,5 Hz.

C. Faux. La période s'exprime en seconde et la fréquence en Hz (s^{-1}). $T = 1/f = 0,4$ s.

D. Faux. Le sujet est en tachycardie. Intervalle de normalité = de 60 à 100 bpm. <60 bpm -> bradycardie >100 bpm -> tachycardie

E. **Vrai.** Cf item D

RMN Correction

QCM n°1 : A, D, E

- A. **Vrai.** Les composantes transversales s'annulent entre elles, de même pour les longitudinales.
 B. Faux. Il s'agit du produit vectoriel $\vec{\mu} \wedge \vec{B}$, le produit scalaire $-\vec{\mu} \cdot \vec{B}$ caractérisant l'énergie potentielle magnétique.
 C. Faux. Ils forment un bicone fermé autour de B0 mais ne sont jamais alignés sur lui.
 D. **Vrai.**
 E. **Vrai.** Le diamagnétisme correspond lui à la distorsion des couples de spins ($\uparrow\downarrow$)

QCM n°2 : A, E

- A. **Vrai.** On dit que la radiofréquence provoque une bascule de l'aimantation.
 B. Faux. B0 ne fait pas apparaître une aimantation transversale, ces composantes de spins s'annulent.
 C. Faux. B0 est perpendiculaire à B1.
 D. Faux. On applique B1 pendant un temps τ , le temps t_e entre en jeu à l'arrêt de la radiofréquence.
 E. **Vrai.** B1 tourne autour de B0 à la même vitesse ω_0 que les spins, il obéit donc à la relation de Larmor. ($\omega_0 = B0 \times \gamma$)

QCM n°3 : B, C, E

- A. Faux. Il faut remplacer « facteur de Landé » par rapport gyromagnétique, le facteur de Landé relie les rapports gyromagnétiques orbital et intrinsèque d'une particule.
 B. **Faux.** Il est bien différent selon la particule considérée, mais il ne dépend pas de la masse et de la charge : il dépend des nombres quantiques l et s (ainsi que de $j = l \pm s$) Pour un électron, $g_s \approx 2$.
 C. **Vrai.** On a : $L_i = \hbar \times \sqrt{s(s+1)} = \frac{h}{2\pi} \times \sqrt{0.5 \times 1.5} = 9.1 \times 10^{-35} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}$.
 D. Faux. On a : $\gamma(\text{H}^+) = g(\text{H}) \times \frac{e}{2 \times m_p} = 5.58 \times \frac{1.6 \times 10^{-19}}{2 \times 1.67 \times 10^{-27}} = 2.67 \times 10^8 \text{ rad/s/T} = 42.5 \text{ MHz/T}$
 E. **Vrai.** On a : $\mu = \gamma \times L = 2.67 \times 10^8 \times 9.1 \times 10^{-35} = 2.43 \times 10^{-26} \text{ J/T}$

QCM n°4 : A, C, E

- A. **Vrai.** Les spins peuvent s'orienter de $2s+1$ façons différentes soit 4 directions possibles.
 B. Faux. Le nombre m varie entre +s et -s par pas de 1, il prend donc les valeurs -3/2, -1/2, 1/2 ou 3/2.
 C. **Vrai.** On a : $\cos(\theta) = \frac{\mu_z}{\mu} = \frac{\hbar \times \gamma \times m}{\hbar \times \gamma \times \sqrt{s(s+1)}} = \frac{m}{\sqrt{s(s+1)}} = \frac{1.5}{\sqrt{1.5(1.5+1)}} = \frac{\sqrt{15}}{5}$ donc $\theta = \arccos \frac{\sqrt{15}}{5} \approx 39.23^\circ$
 D. Faux. On a : $E = -\mu \cdot B = -\gamma \times \hbar \times m \times B = -70,80 \times 10^6 \times \frac{6.62 \times 10^{-34}}{2\pi} \times \frac{3}{2} \times 3 \approx -3.36 \times 10^{-26} \text{ J}$
 E. **Vrai.** Voir D.

QCM n°5 : B, E

- A. Faux. Le rythme T2 caractérise la relaxation transversale de M_T , pas la repousse de M_L .
 B. **Vrai.**
 C. Faux. T1 et T2 sont des propriétés intrinsèques au tissu concerné.
 D. Faux. On inverse ici temps d'écho et temps de repousse t_r .
 E. **Vrai.**

QCM n°6 : A, B

- A. **Vrai.** Les temps T1 et T2 dépendent de la viscosité de la matière concernée. Pour les tissus, on a bien $T1 \approx 10T2$
 B. **Vrai.** On reprend la formule : $ML = M0 \times \left(1 - e^{-\frac{tr}{T1}}\right)$ avec $tr = T1$.
 On a donc : $ML = M0 \times (1 - e^{-1}) \approx M0 \times 0.632$
 C. Faux. On reprend la formule : $MT = MT0 \times \left(e^{-\frac{te}{T2}}\right)$ avec $te = T2$.
 On a donc : $MT = MT0 \times (e^{-1}) \approx M0 \times 0.368$
 D. Faux. La pondération M0 permet ici de comparer la densité de spin H+, soit l'hydratation des tissus. L'eau comprend plus de particules H+, elle sera donc en hypersignal par rapport à l'os qui apparaît noir.

E. Faux. L'angle de bascule dépend du temps d'application et de l'intensité de B1 qui sont modifiables par l'utilisateur, c'est donc un paramètre extrinsèque.

QCM n°7 : A, C, D

A. **Vrai.** $\omega_1 = \gamma B_1 = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} \times B_1 = 1,739 \cdot 10^4 \text{ rad.s}^{-1}$

B. Faux. $\eta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} \times B_1 \times \tau$

Donc $\tau = \frac{\eta}{2\pi\nu_0} \times \frac{B_0}{B_1} = 45,2 \mu\text{s}$

C. **Vrai.** Cf. item b.

D. **Vrai.** La précession autour de B₀ s'effectue à la vitesse angulaire ω_0 . $\nu_0 \tau =$ nombre de tours effectués pendant $\tau = 1923,077$. (attention prendre les valeurs exactes)

1923 tours entiers ont été parcourus, il manque 0,077 tours.

$0,077 \times 360^\circ = 28^\circ$

Autre méthode :

$\alpha = \gamma B_0 \tau$ et $\eta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau$

Donc $\frac{\alpha}{\eta} = \frac{B_0}{B_1} \Leftrightarrow \alpha = \frac{B_0}{B_1} \times \eta = \frac{1}{65 \cdot 10^{-6}} \times \frac{\pi}{4} = 3846,154\pi$

Soit $\alpha = 0,154\pi$ (à $2k\pi$ près)

$= 0,154\pi \times \frac{180}{\pi}$

$= 28^\circ$

E. Faux. Cf. item d.

Enoncé item D : changer "862" par "860"

QCM n°8 : A, D

A. **Vrai.** On sait que $\eta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau$. Connaissant la valeur de la fréquence de résonance ($\nu_0 = \frac{\nu_{H^+}}{4} = 10,75 \cdot 10^6 \text{ Hz}$), il s'agit donc de trouver le rapport gyromagnétique du matériau

X sachant que $\omega_0 = \gamma B_0 = 2\pi\nu_0$.

D'où $\gamma = \frac{2\pi\nu_0}{B_0} = 67,5 \cdot 10^6 \text{ Sl}$. Donc $B_1 = \frac{\eta}{\gamma \tau} = \frac{\pi/2}{67,5 \cdot 10^6 \times 80 \cdot 10^{-6}} = 0,29 \text{ mT}$.

B. Faux. Faux. Cf. item A.

C. Faux. On a $\alpha = \gamma B_0 \tau$ et $\eta = \omega_1 \tau = \gamma B_1 \tau$

Donc $\frac{\alpha}{\eta} = \frac{B_0}{B_1} \Leftrightarrow \omega_0 \tau = \alpha = \frac{\eta \times B_0}{B_1} = 5403,5 \text{ rad}$ correspondant à l'angle total parcouru pendant la

durée de la bascule. On cherche le nombre de tours effectués pendant la bascule : $\frac{5403,5}{2\pi} =$

860 tours.

D. **Vrai.** Cf. item C.

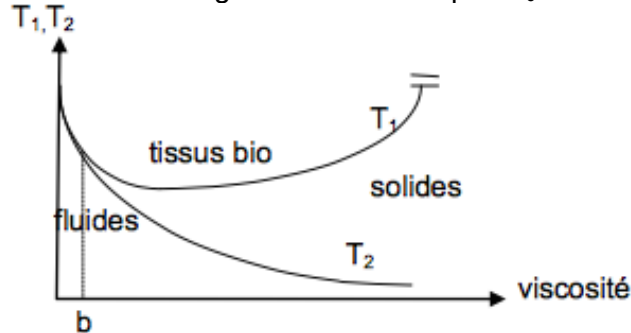
E. Faux. Cf. item C.

QCM n°9 : B, D, E

A. Faux. Uniquement par les densités de spins, on peut déduire que 1b 2c 3a.

B. **Vrai.** Cf. item A.

C. Faux. Tout signal est influencé par M₀.



D. **Vrai.** $T_{1b} \approx T_{2b}$ et T_{2b} est le plus grands des 3 substances. (On considère ici la différence de M₀ trop faible pour avoir un impact sur la fluidité)

E. **Vrai.** $T_{2a} < T_{2b}$

QCM n°10: A, C, D et E

- A. **Vrai.** La substance blanche possède un M0 plus grand et un T1 plus court. Cela signifie que l'aimantation ML tend plus rapidement vers un M0 plus grand. On aura donc un hypersignal en pondération T1 comme M0 (voir schéma poly).
- B. Faux. Voir A.
- C. **Vrai.** Pour interagir avec les spins, le champs B1 doit tourner à une fréquence respectant la relation de Larmor tel que : $\omega_0 = \gamma \times B_0 = 2\pi \times \nu_0 \rightarrow \nu_0 = \gamma \times \frac{B_0}{2\pi} \approx 1.28 \times 10^8 \text{ Hz}$
- D. **Vrai.** On a : $n = \gamma \times B_1 \times \tau \rightarrow \tau = \frac{n}{\gamma \times B_1} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2.675 \times 10^8 \times 0.1 \times 10^{-3}} \approx 5.9 \times 10^{-5} \text{ s}$
- E. **Vrai.** La situation se traduit par un isosignal à un temps te où les MT des 2 substances (SB et SG) se retrouvent identiques.

$$\text{MT (SB)} \times e^{-\frac{te}{T1(SB)}} = \text{MT (SG)} \times e^{-\frac{te}{T1(SG)}} \rightarrow 0.7 \times e^{-\frac{te}{0.1}} = 0.8 \times e^{-\frac{te}{0.08}}$$

$$\frac{0.7}{0.8} = e^{-\frac{te}{0.08}} \times e^{\frac{te}{0.1}} \rightarrow \ln\left(\frac{0.7}{0.8}\right) = te \times \left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.08}\right) \rightarrow te \approx 0.053 \text{ s}$$

QCM n°11 : D

- A. Faux. Car dans le vide $\mu = \mu_0 \neq 1$ donc $B = \mu_0 \times H$ NB : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$
- B. Faux. Champ magnétique, champ électrique et vecteur vitesse sont orthogonaux entre eux.
- C. Faux. Il faudrait se rapprocher du 0 absolu (0K / -273°C). Car l'aimantation est inversement proportionnelle à la température.
- D. **Vrai**
- E. Faux. Les neutrons ne sont pas chargés mais sont composés de quarks, ils possèdent donc un spin. Rmq : pour les fermions (n, p, e-) $s = 1/2$

QCM n°12 : C, D

- A. Faux.

$$\frac{g(55\text{Mn})}{g(1\text{H})} = \frac{\frac{\gamma(55\text{Mn})}{2mp}}{\frac{\gamma(1\text{H})}{2mp}} = \frac{\gamma(55\text{Mn})}{\gamma(1\text{H})} = \frac{1}{4}$$

- B. Faux.

- C. **Vrai.** D'où $g(55\text{Mn}) = g(1\text{H})/4 = 5,58/4 = 1,4$

- D. **Vrai.**

$$\frac{\omega_0(55\text{Mn})}{\omega_0(1\text{H})} = \frac{\gamma(55\text{Mn})}{\gamma(1\text{H})} = 1/4$$

Donc les spins de 1H accomplissent quatre fois plus de radians/tours autour de Bo par seconde.

Dans 3T, les 1H précessent à $3 \times 42 \text{ MHz} = 126 \text{ MHz}$ soit $126 \times 10^6 \text{ tours.seconde}^{-1}$

Les 55Mn précessent donc à $126/4 = 31,5 \times 10^6 \text{ tours.seconde}^{-1}$

Soit $\Delta \text{tours.seconde}^{-1} = 126 - 31,5 \times 10^6 = 94,5 \times 10^6 \rightarrow$ soit en 2 secondes : $\Delta \text{tours} = 94,5 \times 2 = 189 \times 10^6 \text{ tours.}$

- E. Faux.

QCM n°13 : B, E

- A. Faux. $t = \eta/\gamma B_1 = \eta/((\nu_0/B_0) \times 2\pi \times B_1) = (\pi/6) / (10,5 \times 10^6 \times 2\pi \times 8 \times 10^{-6}) = 1 \text{ ms}$

- B. **Vrai.** Cf A.

- C. Faux. On ne peut pas basculer en même temps les spins de 1H et de 13C car ils résonnent à des fréquences différentes (42Mhz/T vs 10,5Mhz/T)

- D. Faux. Cf C.

- E. **Vrai.** $\Delta \text{tours} = (42 - 10,5) \times 10^6 \times 3 = 94,5 \times 10^6 \text{ tours (en 1sec)}$

Donc simple relation de proportionnalité :

$94,5 \times 10^6 \text{ tours}$	1 seconde
----------------------------------	-----------

1×10^6 tours	? secondes
-----------------------	------------

$\Rightarrow t = 1/94,5 = 10,6 \text{ ms}$

QCM n°14 : B, D

- A. Faux. $\gamma_i = g \times qe/2m_e = -2,0 \times (-1,6 \times 10^{-19})/2 \times 9,11 \times 10^{-31} = 1,76 \times 10^{11}$
 B. **Vrai.**
 C. Faux. $L = \hbar \sqrt{s(s+1)} = (6,62 \times 10^{-34}/2\pi) \times \sqrt{1/2(1/2 + 1)} = 9,1 \times 10^{-35} \text{ USI}$
 D. **Vrai.**
 E. Faux. $\gamma_e^- / \gamma_p^+ = 1,76 \times 10^{11} / 2\pi \times 42 \cdot 10^6 = 667 \approx 1000$ (selon Zanca)

QCM n°15 : A, C

- A. **Vrai.** L'unité écrantée voit moins le champ B_0 donc précesse moins vite ($\omega_0 = \gamma B_0$)
 B. Faux. cf A.
 C. **Vrai.** Larmor : $\omega_0 = 2\pi\nu_0 = \gamma B_0 \Leftrightarrow \Delta\omega_0 = 2\pi\Delta\nu_0 = \gamma\Delta B_0$
 Et : $\Delta B_0 = B_0 - B_0(1-\sigma) = B_0 - B_0 + B_0\sigma = B_0\sigma$
 Calculons $\Delta\omega_0 = \pi \times 1000 \times 75,8 = 41,45 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 On a donc $\gamma\Delta B_0/\gamma B_0 = \Delta\omega_0/\omega_0 \Leftrightarrow \Delta B_0/B_0 = \Delta\omega_0/\omega_0 \Leftrightarrow B_0\sigma/B_0 = \Delta\omega_0/\omega_0 \Leftrightarrow \sigma = \Delta\omega_0/\omega_0$
A.N : $\sigma = 41,45/(2\pi \times 42 \cdot 10^6) = \pi/2 \times 10^{-7}$
 D. Faux. cf C.
 E. Faux. Les deux sous unité seront en phase ($=2\pi$) au bout de $2t$ soit $2 \times 75,8\text{ms} = 151,6\text{ms}$