

TUTORAT UE 3 2014-2015 – Biophysique

Colle n°2 – Semaine du 03/11/2014

Séance préparée par tous les tuteurs d'UE3

Données :

Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Constante de Planck	$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
Charge élémentaire	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masse du proton	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse du neutron	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse de l'électron	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Unité de masse atomique	$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse atomique du carbone	$12 \text{ A} = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
Nombre d'Avogadro	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Curie	$1 \text{ mCi} = 37 \text{ MBq}$

QCM n°1 : Soit un dispositif constitué de deux plaques parallèles A et B respectivement aux potentiels $V_A = 8,69 \cdot 10^5 \text{ V}$ et $V_B = 0,7 \cdot V_A$ et séparées par une distance $d = 33 \mu\text{m}$. Le champ électrique est supposé uniforme entre ces deux plaques. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- Entre les plaques, les lignes de champ sont portées par des droites parallèles.
- Le vecteur champ est dirigé vers la plaque de plus haut potentiel.
- L'intensité du champ électrique vaut $0,8 \text{ V.m}^{-1}$.
- Le travail de la force qui s'exerce sur un électron qui partirait spontanément de l'une des plaques pour arriver à l'autre (en négligeant son poids) est de $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- La vitesse d'un électron qui sous la seule influence du champ électrique partirait sans vitesse initiale d'une plaque serait de $3,03 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ au moment où il arriverait sur l'autre plaque.
- Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°2 : On considère deux charges électriques ponctuelles q_1 et q_2 dans le vide. q_1 est située en un point A de l'espace et q_2 en un point B. La distance entre A et B est de 600 pm . On donne $q_1 = 3,5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et $q_2 = -25 \cdot q_1$ et $K = 9 \cdot 10^9 \text{ USI}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- La force électrique exercée par la seconde particule sur la première est de $7,7 \cdot 10^{-8} \text{ N}$.
- La force électrique exercée par la première particule sur la seconde est de $3,1 \cdot 10^{-9} \text{ N}$.
- La force électrique exercée par la première particule sur la seconde est égale à la force électrique exercée par la seconde particule sur la première.
- En un point situé à la fois à 300 pm de q_1 et 400 pm de q_2 , le potentiel électrique total (généralisé par q_1 et q_2) vaut $282,4 \text{ V}$.
- Le potentiel électrique total (généralisé par q_1 et q_2) est nul en un point C appartenant au segment [AB] et situé à 23 pm de q_2 .
- Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°3 : On considère une corde horizontale maintenue à ses deux extrémités A et B. On note L la distance entre les points A et B. Cette onde vibre comme une onde stationnaire possédant 7 ventres de vibration, résultant de la superposition de deux ondes progressives sinusoïdales qui ont même longueur d'onde (120 mm) et même célérité.

- A. La formation de cette onde stationnaire est possible quelle que soit la période des ondes progressives.
- B. On observe 8 nœuds de vibration.
- C. La longueur L est de 420 mm et la distance entre le centre d'un ventre et un nœud de vibration est de 60 mm.
- D. À 9 cm du point A, à tout instant, une perturbation d'amplitude extrême est observée.
- E. Tous les points de la corde vibrent en phase.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°4 : On rappelle les équations de Maxwell :

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial B_z}{\partial y} - \frac{\partial B_y}{\partial z} \\ \frac{\partial B_x}{\partial z} - \frac{\partial B_z}{\partial x} \\ \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial y} \end{pmatrix} = \varepsilon\mu \frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix} + \mu \begin{pmatrix} j_x \\ j_y \\ j_z \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{pmatrix} \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \\ \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \\ \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \end{pmatrix} = -\frac{\partial}{\partial t} \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix}$$

On considère le champ magnétique suivant dans un milieu 1 :

$$\mathbf{B}(t;y) = (-B_0 \cdot \cos(\omega(t - \frac{y}{c})) ; 0 ; B_0 \cdot \cos(\omega(t - \frac{y}{c}))) = (B_x ; B_y ; B_z)$$

On pose $\varepsilon = 8 \cdot 10^{-9}$ SI et $\mu = 2 \cdot 10^{-9}$ SI et on considère la densité de courant comme nulle. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Les coordonnées du champ électrique couplé à ce champ magnétique sont les suivantes :
 $E(t;y) = (E_0 \cdot \cos(\omega(t - \frac{y}{c})) ; 0 ; -E_0 \cdot \cos(\omega(t - \frac{y}{c})))$
- B. Le champ électrique et le champ magnétique sont polarisés elliptiquement selon la droite d'équation :
 $-x = z$.
- C. La propagation de cette onde électromagnétique se fait dans la direction des y décroissants.
- D. L'indice de réfraction du milieu 1 est 1,4.
- E. Si $\omega = 6,34 \cdot 10^{15}$ rad.s⁻¹ alors cette onde électromagnétique appartient au domaine de l'infrarouge.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°5 : On réalise un dosage colorimétrique du glucose. Pour cela un faisceau de lumière monochromatique passe à travers une cuve de 1,5 cm de largeur. Le spectrophotomètre mesure que 50 % du faisceau a été absorbé. La concentration en glucose est de 0,01 mol.L⁻¹. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le coefficient d'atténuation linéique est de 46,2 m.
- B. La section efficace molaire est de 4620 m²/mol.
- C. La densité optique vaut 1/2.
- D. L'absorbance est de 0,5.
- E. Plus une solution est concentrée, plus la fraction de lumière ayant traversé la solution augmente, et plus l'absorbance de la solution augmente.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°6 : On considère l'ion $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$ dont on négligera les constantes d'écran pour répondre aux questions. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Cet ion possède 16 électrons.
- B. Une radiation de fréquence $\nu = 1,39 \cdot 10^{12}$ Hz permet d'ioniser un électron de la couche L de cet ion.
- C. La transition d'un électron de la première couche à la deuxième couche s'accompagne de l'émission d'un photon de longueur d'onde $\lambda = 0,72$ nm.
- D. La transition d'un électron de la première couche à la deuxième couche s'accompagne de l'absorption d'un photon d'énergie $E = -2,76 \cdot 10^{-16}$ J.
- E. La transition d'un électron de la troisième couche à la première couche s'accompagne de l'émission d'un photon de quantité de mouvement $p = 1,09 \cdot 10^{-27}$ kg.m.s⁻¹.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°7 : Jean a rendez-vous à l'hôpital avec son médecin pour faire une scintigraphie au fluor 18 car il a fait trop d'acrobaties et se plaint de douleurs crurales. Pour ce faire, le médecin doit lui injecter 31,89 ng de $^{18}\text{F-Na}$ de période $T_{1/2} = 110$ min.

Données : Nombre de masse du sodium : $A = 23$

- A. L'activité de l'échantillon injecté à Jean est de $4,92 \cdot 10^{10}$ Bq.
- B. Sachant que la préparation est réalisée à partir de 2,28 μg de $^{18}\text{F-Na}$, le médecin doit attendre 11,29 heures avant de pouvoir injecter à son patient 31,89 ng de $^{18}\text{F-Na}$.
- C. Le temps de vie moyen est de 2,64h.
- D. La probabilité de désintégration est de $1,05 \cdot 10^{-4}$ s.
- E. La préparation initiale de 2,28 μg contient $4,68 \cdot 10^{14}$ noyaux de fluor 18.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°8 : Concernant les différents types de radioactivité, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La scintigraphie de coïncidence est basée sur la détection du positon émis par la réaction de radioactivité β^+ .
- B. La radioactivité β^- peut être utilisée pour le traitement localisé de cellule cancéreuse.
- C. La radioactivité γ est utilisée lors d'une scintigraphie d'émission monophotonique.
- D. Lors d'un événement de radioactivité γ , c'est le photon γ qui va récupérer la plus grande partie de l'énergie disponible.
- E. La création de paires est possible uniquement si $E_\gamma > 1,022$ MeV.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°9 : Concernant l'interaction particule-matière, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le neutron est très pénétrant car les chocs avec les électrons atomiques de la cible entraînent peu de perte d'énergie en général.
- B. Le proton a une pénétrance plus faible que l'électron car il possède un transfert linéique d'énergie plus faible.
- C. Les ionisations augmentent le long de la trajectoire rectiligne des particules chargées lourdes.
- D. La masse faible des particules α explique leur trajectoire en zig-zag.
- E. Le parcours R du proton étant de l'ordre du mm, il est essentiellement utilisé en radiothérapie métabolique.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°10 : Une activité A de 100 mCi d'iode 131, un radio-isotope émetteur bêta moins et gamma de période 8,021 jours se fixe sur une thyroïde avec un temps de résidence de 7,6 jours. L'activité se fixe aussi sur l'estomac avec un temps de résidence de 1,2 jours. L'utérus et le pancréas d'une femme reçoivent le rayonnement. Les coefficients d'efficacité biologique sont égaux à 1 pour les photons et les électrons et les coefficients de sensibilité tissulaire de l'utérus et du pancréas sont égaux à 0,025. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

Données :

$$(S_{\text{Thyroïde} \rightarrow \text{Utérus}}) = 2,21 \cdot 10^{-9} \text{ mGy/MBq.s}$$

$$(S_{\text{Estomac} \rightarrow \text{Utérus}}) = 1,53 \cdot 10^{-8} \text{ mGy/MBq.s}$$

$$(S_{\text{Thyroïde} \rightarrow \text{Pancréas}}) = 1,45 \cdot 10^{-9} \text{ mGy/MBq.s}$$

$$(S_{\text{Estomac} \rightarrow \text{Pancréas}}) = 1,21 \cdot 10^{-8} \text{ mGy/MBq.s}$$

- A. L'activité cumulée de la thyroïde est de $2,43 \cdot 10^3$ MBq.s.
- B. L'activité cumulée au niveau de l'estomac est de $3,8 \cdot 10^8$ mCi.s .
- C. Diviser par deux le temps de résidence dans chaque organe reviendrait à diminuer de moitié la dose absorbée moyenne.
- D. La dose moyenne absorbée au niveau de l'utérus est de 11,2 mGy.
- E. La dose moyenne absorbée au niveau du pancréas est de $8,16 \cdot 10^3$ mGy.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°11 : Sous les hypothèses proposées dans l'énoncé du QCM précédent, choisissez la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La dose équivalente au niveau de l'utérus est de 11,2 mSv.
- B. La dose équivalente au niveau du pancréas est de 8,16 Sv.
- C. La dose efficace au niveau de l'utérus est de 0,281 mSv.
- D. La dose efficace au niveau du pancréas est de 0,204 mSv.
- E. D'après la dose efficace, il n'y aura pas d'effets déterministes au niveau de l'utérus.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°12 : On considère un proton ayant une énergie cinétique de 5 MeV et se déplaçant à une vitesse inconnue. Parmi les propositions suivantes, choisissez la ou les proposition(s) exactes.

- A. La vitesse du proton est de $3,09 \cdot 10^4$ km.s⁻¹.
- B. Le parcours du proton est de 33,3 mm.
- C. Un électron se déplaçant à la même vitesse aurait une énergie de $4,35 \cdot 10^{-16}$ J.
- D. La portée de cet électron serait de 0,0136 mm.
- E. Les particules chargées légères vont interagir avec les électrons de la cible par des interactions électrostatiques attractives.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°13 : On considère un échantillon de phosphore (³¹₁₅P) placé dans un champ magnétique $B_0=2T$.

Données : $g(^{31}\text{P}) = 2,26$

Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le nombre quantique de spin vaut +1.
- B. Le nombre quantique de spin vaut +1/2.
- C. A l'équilibre, il existe 2 orientations possibles pour ces spins.
- D. A l'équilibre, ces spins s'orientent selon un angle $\theta = \pm 54,7^\circ$ par rapport à B_0 .
- E. A l'équilibre, l'énergie associée à ces spins est de $|E| = 1,14 \cdot 10^{-26}$ J.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°14 : La fréquence de résonance du ^{14}N dans un champ de 1 Tesla est de 3,0778 MHz. On se place dans un champ B_0 de 3T. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La vitesse angulaire (de Larmor) de ces spins est de $58,02 \cdot 10^6 \text{ rad.s}^{-1}$.
- B. La vitesse angulaire de ces spins est de $554 \cdot 10^6 \text{ tours.min}^{-1}$.
- C. Le rapport gyromagnétique du ^{14}N est de $58,02 \cdot 10^6 \text{ rad.s}^{-1}.\text{T}^{-1}$.
- D. Le rapport gyromagnétique du ^{14}N est de $19,34 \cdot 10^6 \text{ rad.s}^{-1}.\text{T}^{-1}$.
- E. Le rapport gyromagnétique augmente avec la valeur de B_0 utilisée.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.