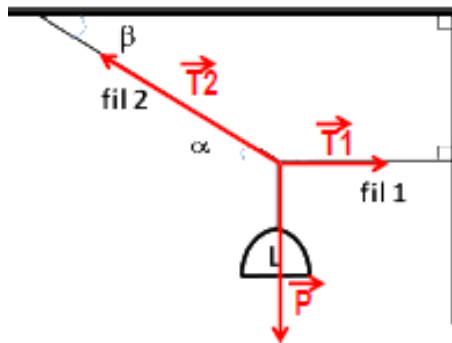


TUTORAT UE 3 2014-2015 – Biophysique

CORRECTION Annales 2012 – Semaine du 01/12/2014

QCM1 : A, B, C, E



La lampe L est immobile, la somme des forces exercées sur cette lampe doit donc être nulle :

$$P + T_1 + T_2 = 0$$

Sur un axe horizontal : $0 + T_1 - T_2 \cdot \cos \alpha = 0 \Leftrightarrow T_1 = T_2 \cdot \cos \alpha$

Sur un axe vertical : $-P + T_2 \cdot \sin \alpha + 0 = 0 \Leftrightarrow P = T_2 \cdot \sin \alpha$

$$\Rightarrow \frac{P}{T_1} = \frac{T_2 \cdot \sin \alpha}{T_2 \cdot \cos \alpha} = \tan \alpha$$

A. **Vrai.** Si $\tan \alpha = 4/3$, alors $\alpha = 53^\circ$. D'où $T_1 =$

$$P \tan(\alpha) = 20 \cdot 4/3 = 15 \text{ N}$$

B. **Vrai.** $T_2 = P \sin(\alpha) = 23 \sin(53) = 25 \text{ N}$.

C. **Vrai.** $25 \text{ N} = 25 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

D. **Faux.** Si $\alpha = 45^\circ$, alors $\cos \alpha = \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$ et $T_1 = T_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$.

E. **Vrai.** Les angles α et β sont des angles alternes internes, donc $\alpha = \beta$.

QCM n°2 : A, C, D

A. **Vrai.** $T^{\text{K}} = T^{\text{C}} + 273 = 38,7 + 273 = 311,7 \text{ K}$.

B. **Faux.** La puissance nette par unité de surface rayonnée par le corps noir n'est autre que $\frac{P}{S}$. Or

$P = K' S (T^4 - T_0^4)$ donc $\frac{P}{S} = K' (T^4 - T_0^4)$. Ici, on a $T = 311,7 \text{ K}$ (température du corps) et $T_0 = 22 + 273 = 295 \text{ K}$ (température ambiante). Attention de bien passer la température du corps et la température ambiante en K ! Donc on a : $\frac{P}{S} = 5,67 \cdot 10^{-8} \times (311,7^4 - 295^4) = 105,81 \text{ W/m}^2$.

C. **Vrai.** Cf B.

D. **Vrai.** Rappel : Loi de Wien $\rightarrow \lambda_{\text{max}} (m) = \frac{K (m \cdot K)}{T (K)}$, avec K la constante de Wien et T la température du corps noir.

E. **Faux.** $\lambda_{\text{max}} (m) = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{40,3 + 273} = 9,57 \cdot 10^{-6} m = 9,57 \mu\text{m}$. Or le visible est compris entre 400 et 800 nm soit 0,4 et 0,8 μm donc ici le rayonnement ne se situe pas dans le visible : il est du domaine de l'infrarouge.

QCM n°3 : C, E

- A. Faux. Dans une solution idéale, les propriétés colligatives ne dépendent pas de la nature des corps dissous mais seulement de leur concentration.
- B. Faux. L'osmolarité est la somme des molarités de tous les solutés de la solution. On sait que $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^{++} \text{Cl}^-$. On note $x = \text{NaCl}$. Donc la $C(x) = n(x) V_{\text{solution}} = m M V = 12,858,51 = 0,2188 \text{ mol/L}$.
Ainsi l'osmolarité est : $C(\text{Na}^{++}) + C(\text{Cl}^-) = 2 \times C(x) = 0,4376 \text{ osmol/L}$.
De plus, $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{K}^{++} \text{SO}_4^{2-}$
Pour les mêmes raisons, l'osmolarité = $3 \times C(\text{K}_2\text{SO}_4) = 3 \times 0,2188 = 0,6564 \text{ osmol/L}$.
La concentration de l'urée est de $0,2 \text{ mol/L}$.
L'osmolarité totale de la solution est de : $0,4376 + 0,6564 + 0,2 = 1,3004 \text{ osmol/L}$.
- C. **Vrai.** $\Delta T = K \cdot \text{osmolarité} = 1,86 \times 1,3004 = 2,4187 \text{ }^\circ\text{C}$.
- D. Faux, l'urée est non osmotiquement efficace \Rightarrow osmolarité sans urée est de : $1,3004 - 0,2 = 1,1004 \text{ osmol/L}$. Ainsi, $\pi = R \cdot T \cdot C = 8,31 \times 300 \times 1,1004 = 2730,3 \text{ Pa} = 27,3 \text{ atm environ}$.
- E. **Vrai.** Cf D.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

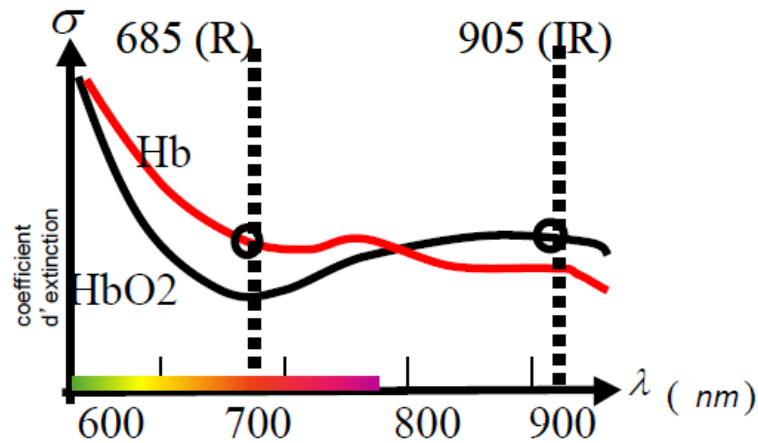
QCM n°4 : B, E

- A. Faux. $D_2 = D_1 + D_3 = 1 + 1 = 2mV$ (cf item B pour D_3)
- B. **Vrai.** $D_3 = V_F - V_L = 1 - 0 = 1mV$ (cf item C pour V_F et item D pour V_L)
- C. Faux. $V_R + V_L + V_F = 0 \rightarrow -1,51,5 + 0 + V_F = 0 \rightarrow -1 + V_F = 0mV \rightarrow V_F = 1mV$ (cf item D pour V_L)
- D. Faux. $D_1 = V_L - V_R \rightarrow V_L = D_1 + V_R = D_1 + aV_R, 1,5 = 1 - 1 = 0mV$. On trouve $aV_L = 0mV$.
- E. **Vrai.** On a vu que $V_L = 0mV$, on en déduit donc que le moment dipolaire est orthogonal à l'axe qui porte V_L (-30°) et de ce fait, ce moment se situe soit à 60° ou -120° . Or on a aussi vu que $D_2 = 2mV > 0$, on peut alors dire que le moment dipolaire se à 60° : s'il avait été à -120° , la projection du vecteur moment dipolaire aurait été négative sur D_2 .

QCM n°5 : A, D, E

- A. **Vrai.** Célérité d'une onde électromagnétique dans le vide : $c_0 = 1/\epsilon_0 \mu_0$.
Célérité d'une onde électromagnétique dans un milieu d'indice n : $c = 1/\epsilon \mu = 1/\epsilon_r \epsilon_0 \mu_r \mu_0$.
Donc $c = c_0/\epsilon_r \mu_r = c_0/n$
Ainsi $n = \epsilon_r \mu_r = 5,76 \cdot 1,000021 = 5,7601152$.
- B. Faux. Célérité d'une onde électromagnétique dans un milieu d'indice n :
- C. Faux. Chemin optique = (distance parcourue dans le milieu n) x indice du milieu.
En l'absence de lames : $L_1 = [AB] \times 1$ (avec $n=1$)
En présence de lames : $L_2 = ([AB] - 2e) \times 1 + (2e) \times n'$
Variation de chemin optique : $dL = L_2 - L_1 = 2e \times (n' - 1) = 2 \times 1,4 = 2,8 \text{ mm}$.
- D. **Vrai.** Retard = $t =$
- E. **Vrai.** $d\phi = \omega c \cdot dL = \omega c \cdot 2e \cdot (n' - 1) = 2\pi c T \cdot 2e \cdot (n' - 1) = 2\pi \lambda \cdot 2e \cdot (n' - 1)$.
Avec $d\phi$ la différence de phase et ω la pulsation qui est égale à $2\pi\nu = 2\pi/T$.

QCM n°6 : A, B



- A. **Vrai.** L'hémoglobine existe sous deux formes : l'oxyhémoglobine et la désoxyhémoglobine. L'oxyhémoglobine absorbe plus dans l'infrarouge et transmet plus le rouge alors que la désoxyhémoglobine absorbe plus le rouge et transmet plus l'infrarouge. De ce fait, l'absorption de ces deux longueurs d'ondes dépendra de la saturation ou de la désaturation de l'hémoglobine en O_2 ce qui permet une mesure indirecte de la quantité d'oxygène dans le sang. On sait que pour une hémoglobine, $R = \sigma R.L.C$ et $IR = \sigma IR.L.C$, on retrouve alors $R/IR = \sigma R / \sigma IR$.
- B. **Vrai.** D'après la loi de Beer-Lambert, $R = \sigma R.L.C$ et $IR = \sigma IR.L.C$. L'hémoglobine étant dans les globules rouges, si la concentration en globules rouges diminue alors celle de l'hémoglobine (oxygénée ou pas) et par conséquent, l'absorption dans le rouge et l'infrarouge aussi.
- C. **Faux.** Pour HbO_2 , l'absorption dans le rouge est inférieure à celle dans l'infrarouge donc R/IR est inférieur à 1.
- D. **Faux.** Si R/IR augmente, alors R augmente et/ou IR baisse donc le sang est plus riche en Hb et/ou moins riche en HbO_2 , donc la saturation en oxygène baisse.
- E. **Faux.** Si la saturation du sang en oxygène est de 100%, on a que de l'oxyhémoglobine pour laquelle l'absorption dans le rouge est plus faible que l'absorption dans l'infrarouge. Malgré tout, on retrouve quand même une absorption dans le rouge et de ce fait, le rapport R/IR n'est pas nul.

QCM n°7 : A, C, D, E

A. **Vrai.** $2655Fe^{+10}eK \rightarrow 2555Mn + 00\nu$

$$ZAX^{+10}eK \rightarrow Z-1AY + 00\nu$$

$$11p^{+10}eK \rightarrow 01n + 00\nu$$

B. **Faux.** $Ed = [MnoyauFe + m - MnoyauMn.c2 - EK$

$$= MatomeFe - 26m + m - MatomeMn + 25m.c2 - EK = MatomeFe + MatomeMn.c2 - EK = 54,938296 - 54,938047.931,5.106^{-7},1.103 = 249.10^{-6} - 6.931,5.106^{-7},1.103 = 231,9435.103^{-7},1.103 = 224,8435.103eV = 224,8 keV$$

C. **Vrai.** $2655Fe^{+10}eK \rightarrow 2555Mn + 00\nu$

L'énergie disponible (maximum 225 keV) peut être communiquée au neutrino.

D. **Vrai.** Le noyau formé $2555Mn$ a une lacune sur la couche K qui pourra être comblée par les électrons de la couche L avec émission de photons X d'énergie :

$$EL - EK = 6,5 - 0,8 \text{ ou } 0,7 = 5,7 \text{ ou } 5,8 keV$$

E. **Vrai.** Ces photons de 6 keV ont des énergies d'ionisations supérieures à l'énergie d'ionisation de la couche M donc ils peuvent ioniser les électrons M qui ont des énergies inférieures à 0,7 keV = effet Auger.

QCM n°8 : B, D

A. Faux. Il convient de rappeler que $\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} = \frac{1}{\tau}$ ainsi

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln(2)} = \frac{8,021 \times 24 \times 3600}{\ln(2)} = 999,8084381 \cdot 10^3 \text{ s.}$$

Attention, le temps de vie moyen est demandé en secondes donc il ne faut pas oublier de convertir le temps de demi-vie, donné en jour, en secondes (en multipliant par 24 pour passer en heures puis par 3600 pour passer en secondes) OU de convertir directement le temps de vie moyen de la même manière.

B. **Vrai.** La source (c'est-à-dire la thyroïde) est isotrope, c'est à dire qu'elle émet un rayonnement dans toutes les directions de l'espace sous un angle solide noté Ω de 4π . L'utérus, quant à lui, absorbe une certaine partie de ce rayonnement, sous un angle solide dépendant de sa surface et de sa distance à la source. Ainsi $\Omega(\text{utérus}) = \frac{S}{d^2}$. Rappelons que la loi en $1/d^2$ stipule que lorsqu'on s'éloigne d'une source radioactive de δ cm alors on divise l'irradiation par δ^2 . La fraction absorbée par l'utérus correspond au rapport de l'énergie absorbée au niveau de l'utérus par l'énergie émise par la thyroïde : $\Phi = \frac{E(\text{absorbée})}{E(\text{émise})}$

	Energie	Angle solide correspondant
Thyroïde	Energie émise	Isotrope = 4π
Utérus	Energie absorbée	Surface / (distance) ²

Selon ce tableau (produit en croix), il apparaît que $E(\text{absorbée}) = \frac{E(\text{émise}) \times \frac{S}{d^2}}{4\pi}$ ainsi on

peut en déduire que $\Phi = \frac{E(\text{émise}) \times S}{E(\text{émise}) \times d^2 \times 4\pi} = \frac{S}{d^2 \times 4\pi} = \frac{10 \cdot 10^{-4}}{4\pi \times (50 \cdot 10^{-2})^2} = 0,32 \cdot 10^{-3}$. PAS

D'UNITE.

C. Faux. Il est important de relever dans l'énoncé que l'utérus irradié se trouve à 50 cm de la source. Aussi la thyroïde devra émettre un rayonnement ayant une portée suffisante, c'est-à-dire, d'au moins 50 cm. Un rayonnement bêta moins met en jeu des électrons qui ont une portée de quelques millimètres (Rappel de la formule : $P(\text{mm}) = E(\text{kev})/200$) aussi, l'utérus ne sera pas touché par les rayonnements bêta moins. Un rayonnement gamma met en jeu des photons qui ont une portée beaucoup plus importante (quelques centimètres) que les électrons, ainsi l'utérus sera irradié uniquement par les rayonnements gamma.

D. **Vrai.** Cf. Item C.

E. Faux. Cf. Item C.

QCM n°9 : B, E

A. Faux. La formule de la dose moyenne absorbée est donnée dans l'énoncé. Il convient de faire attention à convertir les données selon les unités du système international et à utiliser la constante de doses pour les rayonnements gamma. En effet, ce sont ces rayonnements qui vont irradier l'utérus.

$$D = A \cdot \tau \cdot \Delta \cdot \frac{\phi}{m} = 100 \times 37 \cdot 10^6 \times 999,80843 \cdot 10^3 \times 47,65 \cdot 10^{-15} \times \frac{0,32 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} = 1122,2 \text{ mGy}$$

B. **Vrai.** La dose équivalente correspond à la somme des doses moyennes absorbées pondérées par le coefficient d'efficacité biologique relative aux rayonnements. N.B. : le coefficient d'efficacité biologique relative aux rayonnements photoniques vaut 1.

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} = 1 \times 1,122 = 1,122 \text{ Sv}$$

C. Faux. La dose équivalente engagée sur l'ensemble de l'organisme est supérieur à la dose équivalente engagée sur un seul organe, ici l'utérus. Ainsi, cette dose équivalente est supérieure à 1,122 Sv.

D. Faux. Il nous faut calculer la dose efficace pour l'utérus et à évaluer si cette dose est supérieur ou égale à celle proposée dans l'énoncé. En effet, la dose efficace engagée sur le corps humain dans son intégralité sera plus importante que celle engagée sur l'utérus. La dose efficace correspond à la somme des doses équivalentes pondérées par le coefficient de sensibilité tissulaire.

$$E_T = \sum_T H_T \cdot w_T = \sum_T w_T \left(\sum_R w_R \cdot D_{T,R} \right) = 1,122 \times 0,025 = 28 \text{ mSv}$$

On peut ainsi en déduire que la dose engagée sur l'ensemble du corps humain est supérieur à 28mSv.

E. **Vrai.** A partir d'une dose moyenne absorbée supérieure de 200-250 mGy à l'utérus, il existe un risque pour l'embryon. La dose moyenne absorbée est égale à 1,122 Gy ce qui est largement supérieur à 250 mGy.

QCM n°10 : A, E

A. **Vrai.** $|L| = \hbar \cdot s (s + 1)$.

B. Faux. Le nombre de spin nucléaire S dépend des doublets des p⁺ et des n^o et des p⁺ et n^o célibataires.

N ≡ neutrons	Z ≡ protons (ou électrons)	S spin
pair	pair	0
pair	impair	½
impair	pair	entier
impair	impair	entier

¹⁴N : même nombre de nucléons : 7p⁺ et 7n^o et S=1
 A = 14 nucléons
 Z = 7p⁺ ou e⁻ donc 3 doublets de p⁺ + 1p⁺ célibataire
 A-Z = 7n^o donc 3 doublets de n^o + 1n^o célibataire

Nucléon = protons et neutrons

C. Faux. Isotopes : Z =, A ≠, N ≠ : un seul élément, mêmes propriétés physiques et chimiques.

¹₁H A = 1 nucléon (p⁺ + n^o)
 Z = 1 p⁺ ou e⁻
 A-Z = 0 n^o

Donc 1 p⁺ célibataire ⇒ S = ½ (proton)

²₁H A = 2 nucléons
 Z = 1 p⁺ ou e⁻
 (deutérium)
 A-Z = 1 n^o

Donc 1 p⁺ célibataire et 1 n^o célibataire ⇒ S = 1

${}^3_1\text{H}$ A = 3 nucléons

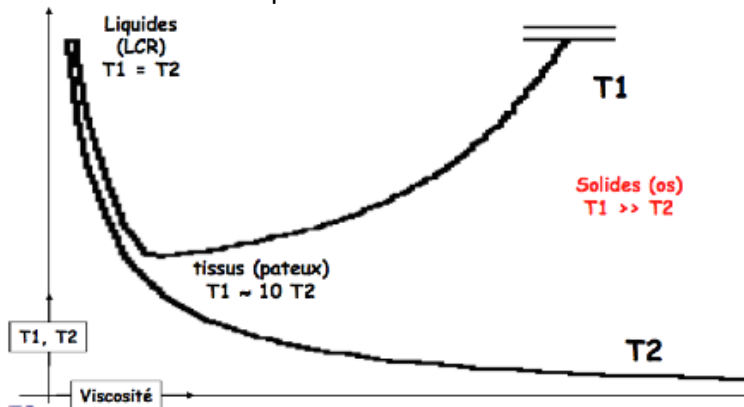
Z = 1 p⁺ ou e⁻

Donc 1 p⁺ célibataire et 1 doublet de n^o ⇒ S = ½

(tritium)

A-Z = 2 n^o

D. Faux. La valeur de T1 (et T2) dépend, entre autres facteurs, de la viscosité du milieu mais la valeur de T1 ne diminue pas continuellement avec la viscosité du milieu.



E. **Vrai.** T₂, temps de relaxation « transversal » ou « spin-spin », ne met en jeu que des processus entropiques : décroissance de M_T vers 0 (les spins se déphasent échangeant de l'énergie qu'entre eux, sans échange de θ° avec le réseau) : M_T(te) = M_{T0}.e^{-te/T2}.

QCM n°11 : C, E

Pour X : B₁ = 10.10⁻⁶ T, τ = 1.10⁻³s, B₀ = 2 T et ν₀ = 50.10⁶ Hz.

A. Faux. Relation de Larmor : ω₀ = 2πν₀ = γB₀ donc γ = 2πν₀/ B₀ avec γ rapport gyromagnétique, ω₀ est la pulsation de Larmor et ν₀ la fréquence de résonance.

$$\begin{aligned}\eta &= \omega_1\tau = \gamma B_1\tau = 2\pi \times \nu_0/B_0 \times B_1 \times \tau \\ &= 2\pi \times 50.10^6/2 \times 10.10^{-6} \times 10^{-3} \\ &= \pi/2\end{aligned}$$

avec η angle de bascule, ω₁ pulsation autour de B₁ et τ durée du champ de RF.

B. Faux. Cette bascule excitatrice (B₁) pendant le temps τ fait basculer M d'un angle η = π/2 (90°) avec B₀ ce qui correspond à une aimantation uniquement transversale.

C. **Vrai.** ω₀ = 2πν₀ = 2π.50.10⁶ (rad/s) = 50.10⁶ (tours/s) car 1 tour = 2π radians
Donc en 10⁻³ s : N = 50.10⁶/10⁻³ = 50.10³ tours.

D. Faux. γ = 2πν₀/ B₀ = 2π.50.10⁶/2 = 50.10⁶π UI.

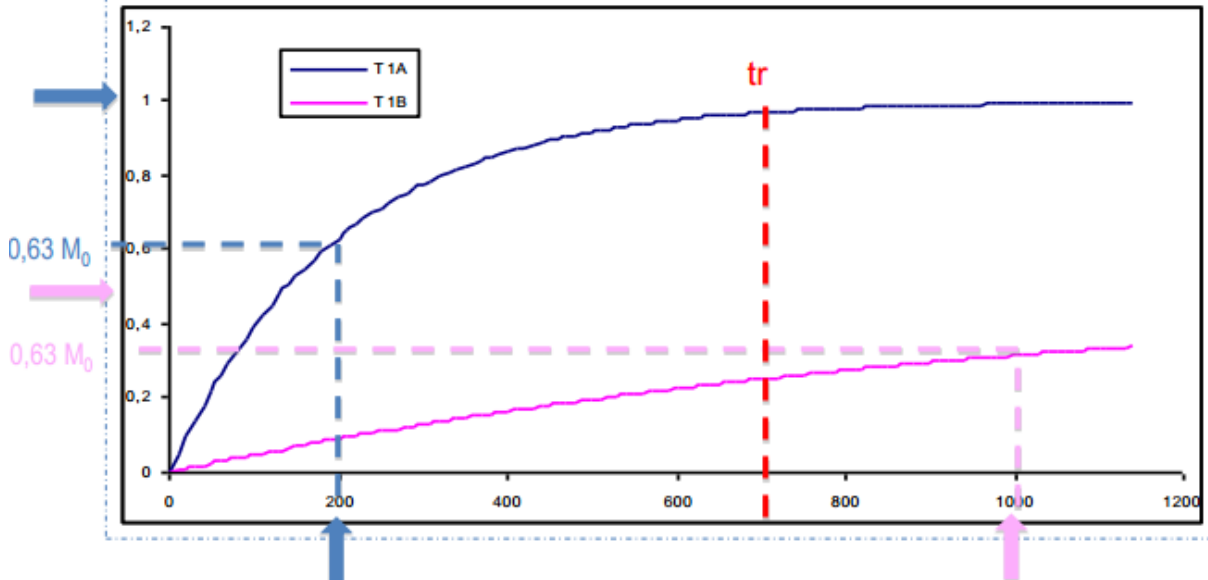
E. **Vrai.** ω₀ = 2πν₀ = γB₀ et ω₁ = 2πν₁ = γB₁.

La vitesse angulaire de précession est à la vitesse angulaire de nutation, ce que B₀ est à B₁.

$$\omega\omega_1 = \gamma B_0 \gamma B_1 = B_0 B_1 = 10.10^{-6} \times 2 = 2.10^{-6}$$

QCM n°12 : C, E

A. Faux. A est en hypersignal par rapport à B.



B. Faux. Pondération en M0 : $tr \geq 7 \cdot T1$ et tr infime. $tr > 1400$ ms.

C. **Vrai.**

D. Faux. En pondération T2, tr est court et A en hypersignal par rapport à B.

E. **Vrai.** T2A(50 ms) plus court que T2B (200 ms) => croisement obligatoire.

