

Préparation aux Concours Médicaux et Paramédicaux

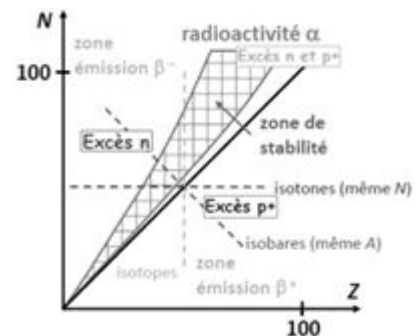


CORRECTION CONCOURS - UE3A

Décembre 2016

OCM 1 : CDE

- A. FAUX, la désintégration du $^{60}_{27}\text{Co}$ est de la forme : $^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow ^{60}_{28}\text{Ni} + ^0_{-1}\text{e} + \gamma$, ce qui correspond à une désintégration β^- (expulsion d'un électron) et pas à une capture électronique (capture d'un électron par le cobalt).
- B. FAUX, le noyau fils est le $^{60}_{28}\text{Ni}$: il possède 60 nucléons ($A = Z+N$) dont 28 protons (Z) et 32 neutrons ($A-Z$).
- C. VRAI, les noyaux fils resteront au niveau de la source scellée externe après la réaction, les particules β^- seront facilement arrêtées par les tissus superficiels et ne dépasseront pas la peau donc seuls les photons γ , qui ont un pouvoir pénétrant très important, pourront atteindre l'organe cible.
- D. VRAI, le ^{60}Co subit une désintégration β^- , il présente un excès de neutrons (pour plus de stabilité, il "transforme" un neutron en proton) : il est bien à gauche de la zone de stabilité (voir diagramme ci-contre).
- E. VRAI, le ^{60}Co et le ^{60}Ni ont le même nombre de masse A, la transformation est bien isobarique.



OCM 2 : A

- A. VRAI, la transmutation nucléaire $X + n \rightarrow \gamma + Y$ s'obtient dans un réacteur nucléaire.
- B. FAUX, la barrière de potentiel s'applique uniquement sur les particules chargées le neutron étant neutre il n'est pas repoussé par le champ électrostatique du noyau et n'a pas besoin de franchir la barrière de potentiel. De plus, un neutron, étant une particule électriquement neutre, ne peut être accélérée.
- C. FAUX, le cyclotron est un accélérateur de particules chargées ; ici la particule incidente est un neutron, on utilise donc un réacteur nucléaire.
- D. FAUX, c'est le ^{59}Co qui est soumis au flux de neutron puisqu'on cherche à former du ^{60}Co à partir du ^{59}Co en y ajoutant un neutron : $^{59}_{27}\text{Co} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{60}_{27}\text{Co} + \gamma$.
- E. FAUX, le terme de « vache » s'utilise pour parler des réactions où l'on récupère à intervalle de temps régulier l'isotope formé par le générateur notamment pour la réaction fournissant du ^{99}Tc à partir de ^{99}Mo , cette réaction est de type $\text{Rn}(n, p)$ et non $\text{Rn}(n, \gamma)$.

OCM 3 : D

- A. FAUX, la désintégration nucléaire observée ici est une désintégration β^- , le spectre d'émission est donc continu.

B. FAUX, si l'item parle du Ni métastable alors la désintégration du Ni* en Ni stable se fait grâce à l'émission d'un photon γ , le spectre d'émission sera alors un spectre de raie, avec une raie se situant à une énergie de 1,33 MeV. Mais si l'item parle du Ni stable après la désintégration gamma, alors on l'atome étant stable il ne se désintégrera pas, et il n'y aura pas de spectre d'émission.

C. FAUX, l'énergie disponible de la réaction correspond à l'énergie libérée par la réaction, c'est-à-dire dans ce cas de désintégration β^- suivie d'une émission γ : $E(\beta^- \text{ max}) + E(\gamma)$. On applique la formule pour calculer $E_{\text{max}} = (m_x - m_y) \cdot c^2 = (59,9338 - 59,9308) \times c^2 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot c^2$.

Or, sait que 1 u = 1000 MeV d'où $3 \cdot 10^{-3} \text{ u} = 3 \text{ MeV}$, ce à quoi on soustrait $E_\gamma = 1,33 \text{ MeV}$, ce qui nous donne une énergie disponible globale de $(3 - 1,33) \text{ MeV} = 1,67 \text{ MeV}$.

En effet la différence de masse qu'on calcule est celle entre le Co et le Ni stable (après émission gamma). Donc l'énergie liée à la différence de masse comprend l'énergie liée à la désintégration β^- et l'émission gamma. Donc il faut soustraire.

D. VRAI, cf C.

QCM 4 : AC

A. VRAI, ici, pour calculer la constante radioactive λ , on n'utilise pas la formule $A = \lambda \cdot N$ car on n'a pas le nombre de noyaux radioactifs présents dans la source. Alors, on utilise plutôt la formule qui fait jouer la période radioactive T (donnée dans l'énoncé) : **$T = \ln(2)/\lambda$** .

Alors $\lambda = \ln(2)/T$ avec T en secondes car dans l'item A, λ est proposé en s^{-1} !

On remplace : $\lambda = 0,7 / (140 \cdot 10^6) = (7 \cdot 10^{-1}) / (14 \cdot 10^1 \cdot 10^6) = (7/14) \cdot 10^{-8} = 0,5 \cdot 10^{-8} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$.

B. FAUX, maintenant que l'on connaît λ , on peut appliquer la relation $A = \lambda \cdot N \Leftrightarrow N = A/\lambda$.

On remplace : $N = 1,0 \cdot 10^{10} / 5 \cdot 10^{-9} = (1/5) \cdot 10^{19} = 0,2 \cdot 10^{19} = 2 \cdot 10^{18}$ **noyaux radioactifs**.

D. FAUX, on applique la formule : **$M/N = m/N$** avec M = masse molaire du ^{60}Co ; N = Nombre d'Avogadro ; m = masse de l'échantillon et N = nombre de noyaux de la source. Or on sait que la masse molaire M d'un atome est proche de A dans ^A_ZX et donc dans ce cas on prend $M \approx A \approx 60$.

On modifie la relation afin d'isoler m telle que **$m = M \cdot N/N$** et on remplace : $m = 60 \cdot 2 \cdot 10^{18} / 6 \cdot 10^{23} = 60 \cdot 2 \cdot 10^{18} / 60 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-1} = 2 \cdot 10^{18} / 10^{22} = 2 \cdot 10^{18-22} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 200 \text{ } \mu\text{g} \neq 2 \mu\text{g}$.

E. FAUX, il s'agit ici de la bonne définition de la constante radioactive. Cependant, λ est toujours positif car il s'agit d'une probabilité de désintégration par unité de temps. Il est donc impossible de trouver une probabilité négative. Cependant elle peut être très faible ou nulle mais jamais négative !

QCM 5 : BD

A. FAUX, la période correspond au temps à partir duquel l'activité de la source est divisée par 2. Ici, il y a 15 ans, il y a donc 3 périodes, l'activité était donc $2^T = 2^3$ plus grande. Et donc $A(\text{il y a 15 ans}) = 2^3 \times A_0 = 8 A_0 = 8 \cdot 1 \cdot 10^{10} = 8 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$. A_0 étant l'activité actuelle, donnée dans l'énoncé du QCM 4.

C. FAUX, dans 5 ans, donc dans 1 période, l'activité initiale A_0 sera divisée par 2. Donc $A(\text{dans 5 ans}) = A_0/2 = 1,0 \cdot 10^{10} / 2 = 5,0 \cdot 10^9 \text{ Bq}$ (et non $1,0 \cdot 10^5$ attention !). Or $1 \text{ GBq} = 10^9 \text{ Bq}$. Finalement, **$A(\text{dans 5 ans}) = 5 \text{ GBq}$** .

E. FAUX, dans 50 ans, donc dans 10 périodes, l'activité initiale A_0 est divisée par $2^{10} \approx 1000$. Donc $A(\text{dans 50 ans}) = A_0 / 1000 = 1,0 \cdot 10^{10} / 1000 = 1,0 \cdot 10^{10} / 10^3 = 1,0 \cdot 10^7 \text{ Bq}$. Ce qui correspond à **10 MBq** car $1 \text{ MBq} = 10^6 \text{ Bq}$.

QCM 6 : ABC

A. VRAI, la radiothérapie par du ^{60}Co a été remplacée par les accélérateurs linéaires d'électrons.

B. VRAI, l'électronthérapie de haute énergie cinétique (électrons accélérés) est un traitement, en séance unique, novateur dans le cancer du sein.

C. VRAI, la réduction du nombre de séances de radiothérapie fait partie des pistes retenues pour la prise en charge des cancers dans le futur (réduction prévue de 45% d'ici 2020).

D. FAUX, ces douleurs osseuses accompagnent la récurrence de son cancer, il pourrait alors s'agir de métastases osseuses douloureuses qui se traitent au ^{153}Sr et au $^{153}\text{Sm-EDTMP}$; un examen d'imagerie de médecine nucléaire paraît donc raisonnable pour vérifier.

E. FAUX, l'iode est utilisée dans les cas de cancers thyroïdiens différenciés et d'hyperthyroïdies.

QCM 7 : E

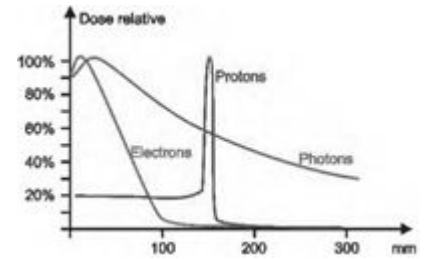
A. FAUX, les électrons déposent rapidement l'énergie qu'ils transportent et s'épuisent rapidement tandis que les photons la déposent lentement et vont donc plus en profondeur (cf. schéma).

B. FAUX, les rayonnements X et gamma de même énergie ne se distinguent que par leur origine : ils déposent autant d'énergie l'un que l'autre.

C. FAUX, c'est la courbe de dépôt de dose des protons qui porte le nom de Pic de Bragg.

D. FAUX, la protonthérapie nécessite un accélérateur de particules à protons circulaire.

E. VRAI, cette propriété du proton est représentée par le Pic de Bragg (cf. schéma), après ce pic les protons continuent à avancer encore un peu, mais déposent moins d'énergie qu'au moment du pic de Bragg.



QCM 8 : A

A. VRAI, H₂O étant une molécule polaire, les molécules polaires se solubilisent bien dedans.

B. FAUX, les propriétés colligatives de la SOLUTION (solvant + solutés) dépendent du nombre d'espèces dissoutes dans le solvant.

C. FAUX, l'ajout d'un soluté (le sel) dans un solvant (l'eau) entraîne une **augmentation** de la température **d'ébullition** et une **diminution** de la température de **congélation**.

D. FAUX, le solvant diffuse de la solution la moins concentrée (hypotonique) vers la solution la plus concentrée (hypertonique).

E. FAUX, les membranes biologiques sont la plupart du temps perméables au solvant et aux micromolécules mais pas aux macromolécules. La pression oncotique est donc due aux **macromolécules** présentes en solution, la pression oncotique est synonyme de pression osmotique venant des protéines (qui sont des macromolécules).

QCM 9 : B

A. FAUX, $C_{\text{molaire}} (\text{mol/L}) = C_{\text{massique}} (\text{g/L}) / M (\text{g/mol})$. Donc $C_{\text{molaire}} = (0,22 \cdot 10^3) / 110 = 2 \text{ mol/L}$. Le CaCl₂ se dissocie en 3 particules : 1 Ca²⁺ + 2 Cl⁻. Donc la concentration osmolaire de la solution vaut 3 fois la concentration molaire soit $2 \cdot 3 = 6 \text{ osm/L} > 3 \text{ osm/L}$.

C. FAUX, le CaCl₂ se dissocie en 3 particules : 1 Ca²⁺ + 2 Cl⁻ donc pour 2 mol/L de CaCl₂, on libère 4 mol/L de Cl⁻ d'où : $C_{\text{eq}(\text{Cl}^-)} = |z| \cdot C_{\text{molaire}} (\text{Cl}^-) = 1 \times 4 = 4 \text{ eq/L} > 3 \text{ eq/L}$.

D. FAUX, d'après les propriétés colligatives, il y a augmentation de la température d'ébullition lors de l'ajout d'un soluté dans une solution. Ici notre solvant est l'eau et on sait que l'eau bout à 100° : en ajoutant le soluté (CaCl₂), la température d'ébullition va donc augmenter et forcément être > 100°.

E. FAUX, l'écart entre la température d'ébullition de la solution et celle de l'eau pure se trouve grâce à la formule $\Delta T_{\text{eb}} = K_{\text{eb}} \cdot C_{\text{osmolale}} = 0,5 \cdot 6 = 3^\circ\text{C}$. Ici comme le solvant est l'eau, $C_{\text{osmolale}} = C_{\text{osmolale}}$.

QCM 10 : BC

A. FAUX, d'après la loi des noeuds, on a $i_1 = i_2 + i_3 = i_4$.

B. VRAI, cf réponse A.

D. FAUX, on calcule d'abord la résistance équivalente aux résistances R₂ et R₃ qui sont en dérivation : $1/R_{\text{eq}} = 1/R_2 + 1/R_3 = 1/1 + 1/1 = 2/1$ donc $R_{\text{eq}} = 1/2 = 0,5 \Omega$. On calcule ensuite la résistance totale du circuit avec la formule des résistances en série : $R_{\text{tot}} = R_1 + R_{\text{eq}} + R_4 = 1 + 0,5 + 1 = 2,5 \Omega$.

E. FAUX, cf. réponse D.

QCM 11 : AE

B. FAUX, d'après la règle de la main droite on remarque que le courant i est dirigé selon l'index et donc le champ magnétique B sera dirigé selon le pouce (voir diapo n°10).

C, D. FAUX, on utilise la formule du solénoïde infini : $B = \mu_0 \cdot i \cdot n$. Ici, $n = 10^4 \text{ spires/cm} = 10^6 \text{ spires/m}$. Donc : $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^2 \cdot 10^6 = 40 \pi > 6 \pi$.

QCM 12 : DE

- A. FAUX, à l'équilibre l'aimantation totale est dans la même direction et le même sens que le champ magnétique extérieur \underline{B}_0 .
- B. FAUX, l'application du champ \underline{B}_1 permet de modifier l'aimantation totale, mais il ne l'annule pas !
- C. FAUX, d'après la formule $\Delta E = (\gamma \cdot h \cdot B_0) / 2\pi$, la différence d'énergie ΔE est proportionnelle au rapport gyromagnétique γ du noyau considéré.
- D. VRAI, les spins qui sont passés en spin down reviennent à leur état d'équilibre : en spin up.
- E. VRAI, en particulier la largeur du pic qui dépend du temps de relaxation T2.

OCM 13 : A

- A. VRAI, le domaine de prédominance de la diffusion simple se situe à des énergies inférieures à 45 keV.
- B. FAUX, dans l'effet Compton le photon émis a une direction **différente** du photon incident (sauf cas limites : choc tangentiel $\theta = 0^\circ$ et choc frontal $\theta = 180^\circ$).
- C. FAUX, l'énergie cinétique de l'électron éjecté est forcément inférieure à l'énergie du photon incident, car ce dernier permet de détacher l'électron du cortège électronique (celui ci possède une énergie de liaison W_L), puis de lui conférer de la vitesse avec l'énergie restante : $W_e = h\nu - W_L$.
- D. FAUX, pour éjecter un neutron par effet photonucléaire il faut un photon de haute énergie (>10 MeV), attention au piège avec la matérialisation car celle ci est possible pour des énergies supérieures à 1,022 MeV (équivalent énergétique d'un électron et d'un positon).
- E. FAUX, cette réaction induit l'éjection d'un **neutron**.

OCM 14 : AD

- A. VRAI, cf B.
- B. FAUX, quand on augmente l'énergie des photons incidents le coefficient d'atténuation linéique du matériau diminue car l'absorption de rayonnements très énergétiques est plus compliquée, donc la couche de demi atténuation augmente en conséquent.
- C. FAUX, plus le matériau à un numéro atomique conséquent plus son coefficient d'atténuation linéique est grand et donc sa couche de demi atténuation diminue ($Z_{\text{eau}} < Z_{\text{plomb}} \rightarrow CDA_{\text{eau}} > CDA_{\text{plomb}}$).
- D. VRAI, le coefficient d'atténuation par matérialisation croît approximativement avec le numéro atomique Z de la cible (voir courbe de décomposition du coefficient d'atténuation global).
- E. FAUX, la valeur du coefficient d'atténuation par effet Compton est indépendante du milieu (Z), celle ci ne dépend que de l'énergie du rayonnement.

OCM 15 : BD

- A. FAUX, lors du rayonnement de freinage, la particule incidente est déviée et perd de l'énergie cinétique ce qui va entraîner l'émission de rayons X. Les atomes de la cible restent intacts.
- B. VRAI, l'atténuation d'un faisceau correspond au nombre de photons qui ont traversé le tissu par rapport au nombre de photons incidents : $N = N_0 e^{-\mu x}$. Le coefficient d'atténuation linéique μ dépend de l'énergie des photons incidents, donc l'atténuation aussi.
- C. FAUX, le contraste de l'image formée DÉPEND de l'épaisseur des tissus traversés.
- E. FAUX, on parle d'opacité quand PEU de rayons X ont été transmis et donc que le faisceau a été **fortement atténué**.

OCM 16 : BCE

- A. FAUX, si le faisceau a subit une atténuation de 75% cela veut dire qu'il a perdu 50% du nombre de photons de départ, puis encore 50% de ce qu'il restait (des 50% restants), il ne reste donc plus que 25% du nombre de photons de départ. On en a perdu 75%, en diminuant 2 fois le nombre par 2, soit en 2 CDA. 40 cm correspond donc à 2 CDA, donc la CDA = 20 cm.
Ou sous forme de calcul : $N = N_0 / 2^{40/CDA} = 0,25 \cdot N_0$ car 75% du faisceau a été absorbé, ce qui revient à dire $N = (0,5 \cdot 0,5) N_0 = (1/2^{CDA/CDA} \cdot 1/2^{CDA/CDA}) \cdot N_0 = 1/2^{CDA+CDA/CDA} \cdot N_0 = 1/2^{2CDA/CDA} \cdot N_0$ donc $40 = 2CDA \rightarrow CDA = 40/2 = 20$ cm ce qui est supérieur à 15 cm.
- Ou $N = N_0 / 2^{40/CDA} = 0,25 \cdot N_0$ car 75% du faisceau a été absorbé $0,25 \cdot N_0 = 1/4 N_0$, donc on peut dire que $1/2^{40/CDA} = 1/4 \leftrightarrow 4 = 2^{40/CDA} \leftrightarrow 2^2 = 2^{40/CDA} \leftrightarrow 2 = 40/CDA \rightarrow CDA = 20$ cm.
- C. VRAI, on commence par calculer la proportion du faisceau qui traverse le béton : $N_1 = N_0 / 2^{x/CDA} = N_0 / 2^{20/20} = N_0 / 2^1 = N_0 / 2 = 0,5 \cdot N_0 \rightarrow$ la moitié du faisceau est transmis à travers le béton.

Ensuite on regarde la proportion du faisceau transmis après atténuation par le plomb : $N_2 = N_1/2^{x/CDA} = N_1/2^{3/1.5} = N_1/2^2 = N_1/4 = 0,25.N_1 \rightarrow$ un quart du faisceau restant a été transmis à travers le plomb.

Donc la proportion du faisceau incident transmis après atténuation par le béton et le plomb vaut : $N_2 = N_1/4 = (N_0/2)/4 = N_0/(2.4) = N_0/8 = 0.125.N_0$ ce qui correspond à 12,5 % de N_0 .

E. VRAI, pour ce rayonnement, la CDA du béton vaut 20 cm, donc 60 cm de béton vaut 3 fois la CDA : $N' = N_0/2^3 = N_0/8$ soit $N' = 0,125.N_0$, ce qui est équivalent au mur de 20 cm de béton et 3 cm de plomb.

QCM 17 : D

D. VRAI, le nombre de particules détectées par unité de temps est égal au nombre de particules moyens de particules atteignant le compteur multiplié par le coefficient d'efficacité du compteur : $C(t) = e \cdot D(t) \Rightarrow e = C(t)/D(t)$, avec $C(t) = 10$ cps et $D(t) : D(t) = A_{(nb \text{ de particules émises par la source par seconde})} \cdot (r^2/4.R^2) = 1 \cdot 10^6 \cdot [(2 \cdot 10^{-2})^2/4.1^2] = 10^6 \cdot (4 \cdot 10^{-4}/4) = 10^6 \cdot 10^{-4} = 10^2 = 100$.

Au final, $e = C(t)/D(t) = 10/100 = 0,1 = 10 \%$, soit compris entre 6 et 11 %.

QCM 18 : ADE

A. VRAI, en effet, le potentiel de repos d'une cellule cardiaque est bien négatif et est dû à la répartition inégale des ions positifs et négatifs expliquée, entre autre, par la loi de Donnan (en extracellulaire on trouve majoritairement des ions Na^+ et Cl^- alors qu'en intracellulaire on trouve majoritairement des ions K^+ , avec plus de sodium en extracellulaire que de potassium en intracellulaire, ce qui donne une résultante au repos positive en extra et négative en intra).

B. FAUX, le potentiel de membrane d'une cellule myocardique passe bien -90 mV à +20 mV mais pas de manière spontanée car son potentiel de repos est stable. De ce fait, contrairement aux cellules du tissu nodal, les cellules cardiaques ont besoin d'un stimulus pour se dépolariser.

C. FAUX, au repos les cellules cardiaques ne produisent pas de potentiel électrique car les dipôles cardiaques présents sur chaque face de la membrane cellulaire s'annulent. C'est en phase de dépolarisation ou en phase de repolarisation que les dipôles ne s'annulent plus, et créent un potentiel électrique.

D. VRAI, cf diapo 13. C'est ce mécanisme qui explique l'automatisme de la contraction cardiaque.

E. VRAI, si la pente de dépolarisation des cellules du nœud sinusal diminue alors les cellules se dépolariseront moins facilement, elles mettront plus de temps avant d'atteindre le potentiel seuil, et donc se dépolariseront moins souvent. Cela ralentira donc notre rythme cardiaque. En effet, les cellules du nœud sinusal imposent leur rythme aux autres cellules grâce à leur fréquence de dépolarisation élevée (100-120 PA/min).

QCM 19 : BCE

Pour répondre à ce QCM, il faut savoir que l'onde P correspond à la contraction auriculaire et que le complexe QRS correspond à la contraction ventriculaire.

A. FAUX, car la distance entre deux ondes P mesure 1,8 cm. Ainsi, $f_{\text{contraction auriculaire}} = 1500 / \text{distance entre 2 ondes en mm} = 1500 / 18 = 83$ battements/min.

On peut aussi la calculer de cette manière : la vitesse de déroulement du papier est de 2,5 cm/s, on se demande en combien de secondes on parcourt 1,8 cm. $1,8/2,5 = 0,72$. On a donc une onde P toutes les 0,72 secondes, c'est-à-dire une contraction auriculaire toutes les 0,72 secondes. Combien en a-t-on en une minute soit 60 secondes : $60/0,72 = 83,3 \text{ min}^{-1}$. La fréquence des contractions auriculaires est donc comprise entre 80 et 84 battements par minute.

D. FAUX, car la distance entre deux complexes QRS mesure 5 cm, donc la $f_{\text{contraction ventriculaire}} = 1500 / 50 = 30$ battements/min.

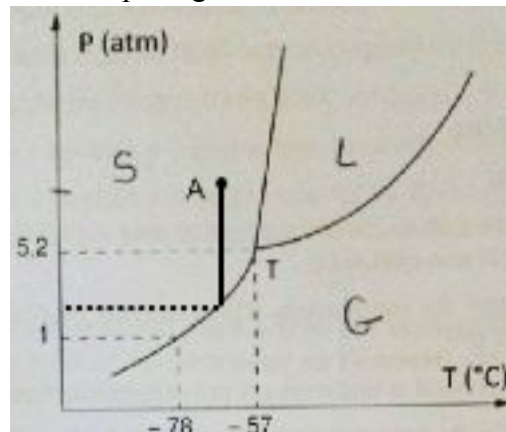
On peut aussi la calculer de cette manière : la vitesse de déroulement du papier est de 2,5 cm/s, on se demande en combien de secondes on parcourt 5 cm : $5/2,5 = 2$ s. On a donc un complexe QRS toutes les 2 secondes, c'est-à-dire une contraction ventriculaire toutes les 2 secondes. Combien en a-t-on en une minute soit 60 secondes : $60/2 = 30 \text{ min}^{-1}$. La fréquence des contractions ventriculaires est donc comprise entre 29 et 31 battements par minute.

E. VRAI, car le nœud sinusal induit un influx électrique qui permet la contraction des oreillettes. Puis cet influx électrique passe au niveau du nœud auriculo-ventriculaire où il fait une pause de 0,15 s pour ne pas que les oreillettes et les ventricules se contractent en même temps. Puis le nœud atrioventriculaire transmet l'influx électrique qui permettra alors de contracter les ventricules. Dans notre cas, la fréquence de contraction auriculaire est normale donc on en déduit que le nœud sinusal fonctionne correctement.

Mais la fréquence de contraction ventriculaire est très basse, donc ceci traduit bien un problème lors de la transmission de l'influx électrique par le nœud atrio-ventriculaire qui le ralentit trop longtemps, ou alors cette transmission ne se fait plus du tout et c'est une structure en aval du NAV (faisceau de His ou réseau de Purkinje) qui impose le rythme de dépolarisation, plus faible que celui de du nœud sinusal.

OCM 20 : ABE

- A. VRAI, en se plaçant à une pression (P) de 1 atm, on obtient, par lecture graphique, au niveau du point de la courbe de sublimation (entre l'état solide et gazeux) une température de -78°C .
- B. VRAI, la fusion (passage de l'état solide à l'état liquide) entraîne bien une augmentation du désordre, soit une augmentation de l'entropie S° . En effet, $S^{\circ}(\text{solide}) < S^{\circ}(\text{liquide}) < S^{\circ}(\text{gaz})$.
- C. FAUX, la courbe de vaporisation (entre l'état liquide et gazeux) a une pente positive. Du coup, par lecture graphique si la pression augmente, la température de vaporisation augmente aussi.
- D. FAUX, en chauffant le CO_2 à partir du point A, à pression constante, on obtient une **fusion** (passage de l'état solide à l'état liquide) à une température supérieure à -57°C et non une sublimation.
- E. VRAI, cf schéma, la sublimation est le passage de l'état solide à l'état gazeux.



OCM 21 : ABC

- B. VRAI, à TLE faible les radicaux libres H^{\cdot} et OH^{\cdot} se recombinent pour former de l'eau.
- D. FAUX, ce n'est pas le cas des atteintes directes de l'ADN, qui sont dues directement à l'action du rayonnement sur l'ADN, et ne sont donc pas le fruit des produits de la radiolyse de l'eau.
- E. FAUX, le métabolisme oxydatif de la cellule produit également des radicaux libres. Leur formation n'est donc pas spécifique de l'action des rayonnements ionisants dans le milieu biologique.

OCM 22 : ABCD

- A. VRAI, un rayonnement à forte TLE produit de nombreuses lésions, que l'on soit en présence d'oxygène ou non. Au contraire un rayonnement à faible TLE induit naturellement moins de lésions, c'est pourquoi on peut mieux constater les effets de l'oxygène sur la survie des cellules.
- B. VRAI, en effet le débit de dose correspond à la rapidité à laquelle la dose est délivrée, donc plus c'est rapide, plus la gravité des lésions cellulaires augmente.
- C. VRAI, le TLE correspond à la quantité d'énergie déposée par unité de longueur, donc plus le TLE est élevé, plus le rayonnement va déposer vite et sur une courte distance son énergie (= beaucoup d'être sur un petit trajet), d'où un pouvoir d'ionisation élevé et un parcours réduit.
- D. VRAI, en effet, dans le cours, il est noté : « TLE faible : $\text{H}^{\cdot} + \text{OH}^{\cdot} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ et TLE élevé : $\text{HO}^{\cdot} + \text{OH}^{\cdot} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$ ». C'est-à-dire qu'un TLE faible sera à l'origine de la production de radicaux H^{\cdot} et de radicaux OH^{\cdot} qui se lient pour donner H_2O alors qu'un TLE élevé aura plutôt tendance à former les radicaux HO^{\cdot} et OH^{\cdot} (espèces oxydantes) qui eux-mêmes se lient pour former H_2O_2 soit une espèce très oxydante.
- E. FAUX, plus le TLE du rayonnement est élevé, plus la fréquence de chromosomes dicentriques est grande.

OCM 23 : BDE

- A. FAUX, il se manifeste à partir d'une dose de **1 Gy**.
- C. FAUX, dans le cadre de la forme hémato-poïétique du syndrome d'irradiation aigüe qui se produit pour des doses comprises entre 2 et 6 Gy, il faut attendre **3 semaines** avant d'observer une anémie sévère.

OCM 24 : BCD

- A. FAUX, les effets **déterministes** peuvent être **réversibles** : on observe alors une **réparation tissulaire**.
- B. VRAI, cf diapo 75.
- C. VRAI, cf diapo 64.
- D. VRAI, les cancers radio-induits font partie des effets stochastiques, qui ont seulement un caractère **probabiliste**. Il a été établie certaines doses à partir desquelles les risques de cancers sont importants et significatifs, mais on ne peut pas définir de **dose seuil** à partir de laquelle ils apparaissent à tous les coups.
- E. FAUX, une telle mutation peut conduire **potentiellement** à une pathologie cancéreuse, mais on ne peut pas utiliser le mot **toujours** ! La cancérogenèse étant un processus multifactoriel en plusieurs étapes, ce n'est pas parce qu'un premier évènement s'est produit que tous les autres vont forcément s'enchaîner et mener à un cancer.

OCM 25 : BCD

- A. FAUX, en effet, cette échelle logarithmique correspond à la survie cellulaire en ordonnée (S = nombre de cellules encore vivantes) par rapport à la dose reçue en abscisse. Sur l'axe des ordonnées on considère que 1 signifie que 100% des cellules sont vivantes, que 0,1 signifie que 10% des cellules sont encore vivantes etc. La **dose létale moyenne (D₀)** correspond à la dose pour laquelle **37%** des cellules sont encore vivantes. Par conséquent, pour la déterminer, on se place au niveau de 0,37 sur l'axe des ordonnées et on regarde pour l'exposition aux neutrons (courbe 1) la dose associée. Pour cela on part de l'axe des ordonnées au niveau de 0,37, on rejoint perpendiculairement la courbe 1, et on descend alors perpendiculairement jusqu'à l'axe des abscisses. On trouve donc que la dose létale moyenne pour l'exposition aux neutrons est de **0,9 Gy environ**.
- B. VRAI, en effet, on se place sur l'axe des abscisses au niveau de 3 Gy, on remonte perpendiculairement jusqu'à la courbe des neutrons (courbe 1), une fois celle-ci atteinte, on rejoint perpendiculairement l'axe des ordonnées et on obtient la fraction de cellules encore VIVANTES. Elle est ici pour une dose de 3 Gy délivrée par les neutrons de 0,03 soit 3% de cellules encore vivantes. On calcule 3% de la population totale de cellules : $0,03 * 2.10^{10} = 6.10^8$ **cellules survivantes**.
- C. VRAI, on procède de la même façon ici. On trouve sur l'axe des ordonnées que seulement 25% des cellules exposées aux 3 Gy de rayon gamma ont survécu. Par conséquent 75% des cellules exposées sont mortes : $0,75 * 2.10^{10} = 1,5.10^{10}$ **cellules mortes**.
- D. VRAI, l'EBR (Efficacité Biologique Relative) permet de comparer les effets biologiques d'un rayonnement (i) par rapport à un rayonnement de référence (j) : $EBR = D_j/D_i$ avec D_i et D_j les doses nécessaires à l'obtention d'un même effet biologique sur un organe donné (dans les mêmes conditions d'irradiations). Dans ce QCM, le rayonnement **gamma** sert de **référence**. Par conséquent, pour un taux de survie de 10%, l'EBR des neutrons se calcule en divisant la dose nécessaire pour obtenir un taux de survie de 10% avec un rayonnement gamma par la dose nécessaire pour obtenir un taux de survie de 10% avec un rayonnement de neutrons. On obtient ces doses grâce au graphique et ainsi : $EBR = D_j/D_i = D_{\text{gamma}}/D_{\text{neutrons}} = 5/2 = 2,5$.
- E. FAUX, cf : D.

OCM 26 : BD

- A. FAUX, la dose engagée correspond à **l'ensemble** des doses reçues par le tissu jusqu'à leur élimination complète. Ce n'est donc pas pendant le jour de la prise mais pendant toute la durée du traitement (cf la décroissance radioactive progressive de l'¹³¹I, sur 8 jours).
- B. VRAI, nous savons que **1 Gray = 1 J/kg**. De plus, on sait que la dose engagée est de 50 Gy soit 50 J/kg. On applique la formule : $D = E_a/m$. Or **m(thyroïde) = 30 g = 30.10⁻³ kg**. Donc, l'énergie absorbée (en Joules) = Dose engagée (en J/kg) . m(thyroïde) (en kg) = $50.30.10^{-3} = 15.10^2.10^{-3} = 15.10^{2-3} = 1,5$ **J**.
- C. FAUX, la dose équivalente H est égale au produit de la dose absorbée D par le facteur de pondération du rayonnement W_R . Ici, dans le traitement, on utilise un radioélément émetteur β, γ : des rayonnements dont le $W_R = 1$. Et donc $H = D.W_R = 50 \times 1 = 50$ **Sv**.
- D. VRAI, on sait que seule la thyroïde est irradiée. La formule de la dose efficace E correspond donc au produit du facteur de pondération tissulaire W_T de la thyroïde, par la dose équivalente H. Et donc $E = W_T.H = 0,04 \times 50 = 2$ **Sv**.

E. FAUX, la radioactivité naturelle en France est de **2,4 mSv/an** ce qui est très inférieur aux 2 Sv qui sont reçus lors de ce traitement.

QCM 27 : B

A. FAUX, la formule nous donnant la **période effective** de l'Iode 131 est la suivante : $\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T_{ph}} + \frac{1}{T_{bio}}$. Donc, $\frac{1}{T_e} = \frac{1}{8} + \frac{1}{24} = \frac{3}{24} + \frac{1}{24} = \frac{4}{24}$. Finalement $T_e = \frac{24}{4} = \mathbf{6 \text{ jours}}$. La période effective correspond au temps au bout duquel l'activité de la source (ici, l' ^{131}I) est divisée par 2. Ici, elle sera donc diminuée d'un facteur 2 au bout de **6 jours après la prise d' ^{131}I** .

C. FAUX, attention, diminuer l'activité de 50% revient à la diminuer d'un facteur 2, donc cela se fait au bout de 6 jours ! (cf item A).

D. FAUX, 12 jours après, soit **2 périodes effectives** après, l'activité aura diminuée d'un facteur $2^T = 2^2 = 4$.

QCM 28 : ABE

A. VRAI, la dose reçue après 1 h d'exposition à 1 m du patient est de $30 \mu\text{Sv}$ (débit de $30 \mu\text{Sv/h}$) donc pour 10 min d'exposition à 1 m : $30 \cdot 10/60 = \mathbf{5 \mu\text{Sv}}$.

B. VRAI, d'après la formule : $D_1 \cdot d_1^2 = D_2 \cdot d_2^2$, si la distance est divisée par 2 (50 cm au lieu d'1 m, $d_1 = d_2/2$) alors le débit est multiplié par 2^2 : $D_1 = D_2 \cdot d_2^2 / d_1^2 = D_2 \cdot d_2^2 / (d_2/2)^2 = D_2 \cdot d_2^2 / (d_2^2/4) = \mathbf{4 \cdot D_2}$.

C. FAUX, si la distance est doublée (2 m au lieu d'1 m ; $d_1 = 2 \cdot d_2$) alors le débit est divisé par 4 : $D_1 = D_2 \cdot d_2^2 / d_1^2 = D_2 \cdot d_2^2 / (2 \cdot d_2)^2 = D_2 \cdot d_2^2 / 4 \cdot d_2^2 = D_2/4$. Pour diminuer l'exposition d'un facteur 2, il faut multiplier la distance par racine de 2.

D. FAUX, si la distance est multipliée par 10 alors le débit est divisé par 10^2 soit 100 : $D_1 = D_2 \cdot d_2^2 / d_1^2 = D_2 \cdot d_2^2 / (10 \cdot d_2)^2 = D_2 \cdot d_2^2 / 100 \cdot d_2^2 = D_2/100$. Pour diminuer l'exposition d'un facteur 1000, il faut multiplier la distance par racine de 1000 (environ 31,6).

E. VRAI, d'après l'item B, à 50 cm le débit est multiplié par 4 donc $D = 30 \cdot 4 = 120 \mu\text{Sv/h}$. Donc pour 1h30 d'exposition la dose reçue vaut : $120 \cdot 1,5 = \mathbf{180 \mu\text{Sv}}$.

QCM 29 : AE

A. VRAI, le rayon lumineux passe ici par la normale (**ATTENTION le calcul d'angle se fait entre la normale et le rayon!**) on dit alors qu'il est d'incidence normale ($i = 0$), donc le rayon traverse le prisme sans être dévié donc l'angle de réfraction r est égal à 0° .

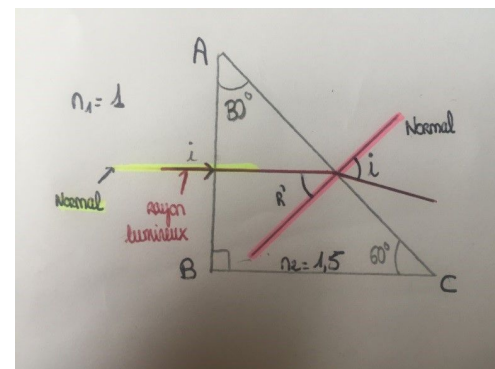
B. FAUX, le rayon ne passe pas par la normale, donc il est forcément dévié.

C. FAUX, pour savoir si le rayon subit une réflexion totale au niveau de la face AC, on calcule l'angle limite i_L . $\sin(i_L) = n_1/n_2 = 1/1,5 = 1/(3/2) = 2/3$, donc $\sin(2/3) = 42^\circ$. (**Lorsque l'indice entourant le milieu n'est pas précisé, on le considère dans l'air donc $n = 1$**).

Or ici, le rayon réfléchi fait un angle de 30° par rapport à la normale (voir schéma ci-dessous). On peut en déduire l'angle en disant que $A = r + r'$, sachant que A (angle au sommet) = 30° et que $r = 0$, $r' = A - r = 30 - 0 = 30^\circ$.

Donc $i (30^\circ) < i_L (42^\circ)$ alors il n'y a pas de réflexion totale.

D. FAUX, pour savoir la valeur de l'angle réfracté on utilise la loi de Snell-Descartes telle que $n_2 \cdot \sin r = n_1 \cdot \sin(i)$ donc $\sin(i) = n_2 \cdot \sin(r) / n_1 = 1,5 \cdot \sin(30^\circ) / 1 = (3/2) \cdot (1/2) = 3/4$. $\sin(49^\circ) = 3/4$, donc la valeur de l'angle réfracté (i) est de 49° .



QCM 30 : ABE

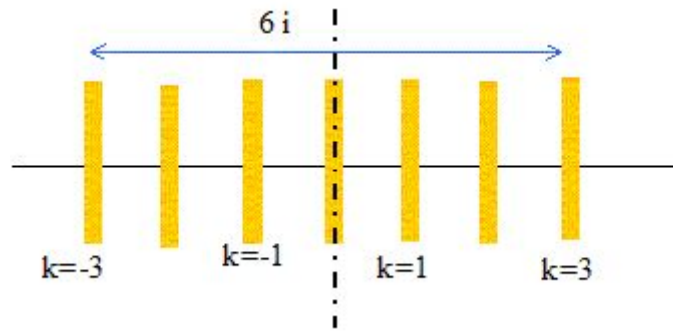
C. FAUX, la formule pour calculer l'interfrange dans l'étude d'interférences grâce aux fentes d'Young est la suivante : $i = \lambda D/a$ avec i l'interfrange correspondant à la distance entre deux franges sombres ou deux franges brillantes, λ la longueur d'onde de la lumière émise, D la distance entre les fentes et l'écran d'observation et a la distance entre les deux fentes.

On nous demande de calculer a , la formule devient $a = \lambda D/i$.

D'après l'énoncé : $\lambda = 600 \text{ nm}$ soit $600 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ donc $6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, $D = 1 \text{ m}$.

Pour i on nous dit que la distance séparant 6 franges brillantes est de 6 mm donc la distance séparant 2 franges brillantes = $6/6$ soit $i = 1 \text{ mm}$ soit $i = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Attention, il ne faut pas qu'on se positionne par rapport à la frange centrale, qu'elle soit blanche ou sombre comme expliqué sur le schéma ci dessous :



Donc $a = (6 \cdot 10^{-7}) \cdot 1 / (1 \cdot 10^{-3})$ soit $a = 6 \cdot 10^{-4}$ m soit **$a = 0,6$ mm ou $a = 600$ μ m**

D. FAUX, les franges sombres sont bien dues aux interférences destructives mais parce que les ondes sont en **opposition** de phases.

QCM 31 : AD

B. FAUX, il faut une lentille **convergente** car l'image se forme derrière la rétine dans le cas d'une hypermétropie.

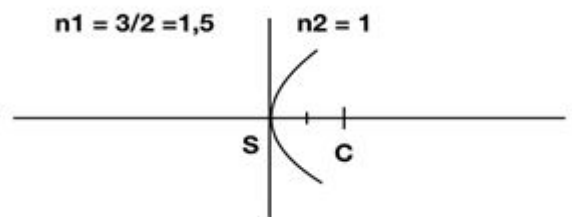
C. FAUX, il s'agit de la cornée qui compte pour plus de 2/3 de la réfraction d'un œil. Le cristallin quant à lui assure 1/3 de la réfraction, mais cette réfraction est modulable contrairement à celle de la cornée.

D. VRAI, le cœur de la fibre correspond au milieu n_1 . Si $n_1 > n_2$, alors il existe un angle limite. Lorsque l'on dépasse cet angle limite, on obtient une réflexion totale (voir diapo 45).

E. FAUX, le LASER est basé sur le principe d'émission **stimulée** de photons.

QCM 32 : BD

A. FAUX, $\overline{SC} = +2$ cm ; C est donc dans le milieu d'indice n_2 (la lumière étant dirigée de gauche à droite). On a $\overline{SC} > 0$. Sur le schéma, on observe que ce dioptre est **convexe**.



C. FAUX, C est situé dans le milieu n_2 qui possède l'indice de réfraction le moins élevé ($1 < \{3/2\}$). Lorsque le centre C est dans le milieu le moins réfringent, le dioptre est **divergent**.

E. FAUX, les foyers sont réels lorsque le dioptre est convergent, et virtuels lorsque le dioptre est divergent.

QCM 33 : BE

A, C. FAUX, d'après le QCM précédent, on sait que le dioptre est divergent, on en conclut que les foyers F et F' sont virtuels. On aura donc $\overline{SF} > 0$ et $\overline{SF'} < 0$. La formule à utiliser est : $V = -n_1 / \overline{SF} = n_2 / \overline{SF'} = (n_2 - n_1) / \overline{SC}$. On s'occupe d'abord de \overline{SF} : $(-3/2) / \overline{SF} = (1 - 3/2) / 2 \rightarrow -3 / \overline{SF} = -0,5 \rightarrow \overline{SF} = +6$ cm.

Pour $\overline{SF'}$: $1 / \overline{SF'} = (n_2 - n_1) / \overline{SC} = (-1/2) / 2$ donc $\overline{SF'} = -4$ cm.

D. FAUX, la formule à utiliser est : $n_1 / \overline{SA} - n_2 / \overline{SA'} = (n_1 - n_2) / \overline{SC} \rightarrow (3/2) / 10 - 1 / \overline{SA'} = (1/2) / 2 \rightarrow 1 / \overline{SA'} = -(3/2) / 10 - (1/4) = -(3/20) - 5/20 \rightarrow 1 / \overline{SA'} = -8/20 = -2/5$ donc $\overline{SA'} = -2,5$ cm et l'image est à gauche du dioptre donc il s'agit d'une **image virtuelle**. Ainsi on peut calculer le grandissement : $\gamma = (n_1 / n_2) * (\overline{SA'} / \overline{SA}) = (3/2) / 1 * (-2,5 / 10) = 3/8$. Comme $0 < \gamma < 1$ alors l'image est **droite et plus petite que l'objet**.

QCM 34 : ABD

A. VRAI, la formule à utiliser pour la vergence de la lentille est : $V = 1 / (\overline{OF'})$. Sachant que $\overline{OF'} = +4$ cm ; on a $V = 1 / (4 \cdot 10^{-2}) = 25$ d > 0. La vergence de cette lentille est donc positive.

B. VRAI, cf C.

C. FAUX, le foyer objet F est dans l'espace objet réel et le foyer image F' est dans l'espace image réelle. Les foyers sont donc réels. Dans ces conditions nous pouvons affirmer que cette lentille est convergente.

D. VRAI, cf C.

OCM 35 : CD

A, B. FAUX, la formule à utiliser est : $1/OA' - 1/OA = 1/OF'$ → $1/OA' = 1/4 + 1/2 = 3/4$. Donc $OA' = +4/3$ cm.

D. VRAI, $\gamma = OA'/OA = (4/3)/2 = 2/3$. $\gamma > 0$ donc l'image est **droite** (dans le même sens que l'objet) et $0 < |\gamma| < 1$ donc l'image est **plus petite que l'objet**.