



Correction du concours UE3a

Session janvier 2011

Rédaction : FADLI David

Relecture : BRUNET Maxime

Questions portant sur le cours de Monsieur C. JARRY

Question 1. Diagramme de Phases

Réponses justes : **B. D.**

A. Faux. Le point A n'est pas le point critique. Il est à la jonction des trois courbes de changement d'état. On l'appelle point triple.

B. Vrai. La courbe AB est bien une courbe de changement d'état : c'est la courbe d'ébullition (ou vaporisation) / condensation du corps pur représenté.

C. Faux. Le point triple est le seul point du diagramme où les trois phases sont en équilibre. A une pression donnée en dessous de celle du point triple, un corps pur ne peut être trouvé que dans 2 états : solide et gazeux.

D. Vrai. Le domaine hachuré représente bel et bien le domaine d'existence d'un état de la matière : l'état solide.

Questions portant sur les cours de Monsieur J.C. DELAUNAY

Question 2. Sur les propriétés colligatives des solutions

Réponses justes : **A. B. C.**

A. Vrai. C'est l'énoncé exact de la loi de Raoult : *La pression partielle d'un corps dans un mélange est proportionnelle à sa fraction molaire dans la solution et à sa pression de vapeur saturante quand il est pur.*

$$P_A(g) = X_A(l)P_{VS(A)}$$

B. Vrai. Le glucose et l'urée sont deux molécules qui ne se dissocient pas en solution. De ce fait, leurs concentrations osmolales sont égales à leurs concentrations molales (autant de particules introduites dans la solution que de particules individualisables et actives osmotiquement). Puisque dans ce cas les deux solutions aqueuses ont la même concentration osmolale, elles auront le même abaissement du point de congélation selon :

$$\Delta T_{eb} = K_{eb}c_{osm}$$

C. Vrai. C'est l'énoncé exact : la diffusion est un phénomène de transport irréversible qui se traduit par la migration d'espèces chimiques dans un milieu.

D. Faux. Dans une solution idéale (très diluée) la pression osmotique est donnée par la relation de Van't Hoff :

$$\pi = RTc_{osm}$$

où c_{osm} désigne la concentration **osmolale** !

♣ Pensez à l'analogie :

$$\pi = RT \frac{n}{V}$$

Question 3. Calcul de masse molaire à partir de la loi de Van't Hoff

Réponse juste : **B.**

Données :

Concentration massique : 18g pour 2L soit 9g/L soit $9 \cdot 10^3 \text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

$$\Pi = 2700 \text{ Pa}$$

$$T = 27^\circ\text{C} = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$R = 8 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$$

D'après la loi de Van't Hoff :

$$\pi = RTc_{osm}$$

$$\text{D'où } c_{osm} = \frac{\pi}{RT} = \frac{2700}{8 \cdot 300} = \frac{2700}{2400} = \frac{9}{8} \text{ osm}\cdot\text{m}^{-3}$$

Et comme

$$\frac{c_{mas}}{c_{osm}} = M$$

$$\text{On a : } M = 9 \cdot 10^3 \cdot \frac{8}{9} = 8000 \text{ g/mol}$$

Question 4. Sur les lasers

Réponses justes : **B. D.**

- A. Faux. Les lasers à solide fonctionnent autant sur un mode impulsionnel que continu.
 B. Vrai. En effet, dans les lasers à semi-conducteurs, un courant électrique permet le pompage.
 C. Faux. Le laser à CO2 fonctionne continu ou en mode impulsionnel pour les hautes puissances (refroidissement nécessaire) et émet dans l'infrarouge (entre 9,4 et 10,6 μm).
 D. Vrai. Cette inversion de population est effectivement nécessaire pour qu'une stimulation permette une transition radiative donc avec émission de photon des électrons d'un atome excité vers des niveaux énergétiques plus faibles.

Question 5. Sur les lentilles minces divergentes (1)

Réponse juste : **D.**

La lentille est mince et divergente : les foyers sont virtuels. On a donc le foyer objet du côté des objets virtuels et, de même, le foyer image du côté des images virtuelles:

$$\overline{OF'} = -4 \text{ cm}$$

Ainsi, d'après la formule de conjugaison pour les lentilles minces :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = -\frac{1}{4} - \frac{1}{12} = -\frac{3+1}{12} = -\frac{1}{3}$$

$$\overline{OA'} = -3 \text{ cm}$$

Question 6. Sur les lentilles minces divergentes (2)

Réponse juste : **C.**

-L'image est **virtuelle** car elle se situe du côté du foyer image virtuel : $\overline{OA'} = -3 \text{ cm}$.

-Pour connaître le sens, on calcule le grandissement de l'image : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-3}{-12} = \frac{1}{4}$

Le grandissement est positif donc l'image est dans le **même sens que l'objet**.

Question 7. Généralités sur la lumière et sur l'optique géométrique

Réponse juste : **E.**

A. Faux. La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est à la fois indépendante de la fréquence et du référentiel d'étude choisit.

Petit rappel : la fréquence de l'onde lumineuse est indépendante de tout autre caractère de l'onde: elle est propriété intrinsèque de la source.

Petit rappel 2 : dans les milieux dispersifs, la vitesse de la lumière dépendra de la fréquence. Ainsi on aura un indice du milieu n qui variera pour chacune des fréquences. Il y aura donc un phénomène de réfraction différentielle selon ces dites fréquences et on aura donc une dispersion du rayon lumineux. C'est ce que l'on appelle la diffraction.

B. Faux. En fait, un miroir sphérique donne des images réelles/irréelles selon les situations :

Image réelle	Image virtuelle
Miroir concave avec objet réel non compris dans intervalle SF	Miroir convexe avec objet virtuel non compris dans intervalle SF
Miroir concave avec objet virtuel	Miroir convexe avec objet réel
Miroir convexe avec objet virtuel compris dans intervalle SF	Miroir concave avec objet réel compris dans intervalle SF

C. Faux. Dans un dioptre plan, il n'y a pas de sens à définir des foyers réels ou irrés.

D. Faux. Avec un miroir sphérique, l'image d'un objet situé à l'infini se formera non pas au niveau du centre du miroir mais au niveau du foyer.

Questions portant sur le cours de Monsieur T. Richard

Question 8. Sur les Ondes électromagnétiques

Réponse juste : E.

A. Faux. Un rayonnement est dit ionisant si son énergie est supérieure à 13,6 eV (soit une fréquence supérieure à $3 \cdot 10^{15}$ Hz, soit une longueur d'onde inférieure à 100nm).

B. Faux. Le domaine du visible du spectre électromagnétique est compris entre 400 nm (ou 380 nm...) et 760 nm (cela varie selon les cours bien sûr, ici ref. pr. Richard).

C. Faux. Bien sûr que la célérité d'une onde dépend du milieu de propagation. Pour une onde électromagnétique, $c_n = \frac{c}{n}$ avec $n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$

D. Faux. Dans un milieu isotrope, d'après la relation de la puissance surfacique :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

L'intensité d'une onde est proportionnelle au carré de la distance entre la source et l'observateur.

Question 9. Sur les bobines

Réponse juste : D.

Données :

Rayon de la bobine toroïdale : $r = 20\text{cm} = 0,2\text{ m}$

Nombre de spires : $N = 1000$

Intensité du courant : $I = 1\text{ A}$

Perméabilité magnétique du vide : $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\text{ T.m.A}^{-1}$

Pour une bobine toroïdale :

$$B = \frac{\mu_0 Ni}{2\pi r} = \frac{4\pi 10^{-7} * 1000 * 1}{2\pi * 0,2} = \frac{2 * 10^{-4}}{0,2} = 10^{-3}\text{ T}$$

Question 10. Généralités sur les atomes (1)Réponses justes : **A. B.**

A. Vrai. Les protons (comme les neutrons) sont constitués de particules fondamentales appelées quarks, au nombre de 3 pour les nucléons. Par exemple, soit e la valeur absolue de la charge électrique d'un électron, la charge d'un proton est :

$$c_p = 2up + 1down = 2 * \left(+\frac{2}{3}e\right) + \left(-\frac{1}{3}e\right) = +1e$$

B. Vrai. Deux isotones ont le même nombre de neutrons, soit $A - Z$

Pour le potassium39 : $A - Z = 39 - 19 = 20$

Pour le calcium40 : $A - Z = 40 - 20 = 20$

Potassium39 et calcium40 sont donc deux isotones.

C. Faux. Le deutérium 2_1H et le tritium 3_1H possèdent tous deux 1 proton et sont donc isotopes. Ce n'est pas le cas de l'hélium 4_2He pour qui $Z = 2$.

D. Faux. Pour comparer la stabilité de deux éléments, on compare l'énergie moyenne qu'il faut pour séparer un nucléon du noyau, soit $\frac{B}{A}$ (cf courbe d'Aston).

Pour le lithium6 : $B = 30 \text{ MeV}$ et $A = 6$ d'où $\frac{B}{A} = \frac{30}{6} = 5 \text{ MeV/nucléon}$

Pour l'hélium4 : $B = 28 \text{ MeV}$ et $A = 4$ d'où $\frac{B}{A} = \frac{28}{4} = 7 \text{ MeV/nucléon}$

Comme $\frac{B}{A_{He}} > \frac{B}{A_{Li}}$ c'est donc l'hélium4 le plus stable des deux. (Se rappeler que c'est une exception de la courbe d'Aston).

Question 11. Sur l'émission de γ lors de l'interaction rayonnement-matièreRéponse juste : **B.**

A. Faux. L'effet photoélectrique entraîne l'émission d'un électron avec une certaine énergie cinétique.

B. Vrai. La capture radiative d'un neutron entraîne l'émission d'un photon de désexcitation qui, issu d'un processus nucléaire, est un photon gamma.

C. Faux. La diffusion élastique d'un neutron est la capture d'un neutron par un noyau, avec la libération d'un neutron d'une énergie inférieure à l'énergie cinétique du noyau incident, car don d'une énergie cinétique de recul au noyau.

D. Faux. Le rayonnement de freinage d'un faisceau d'électrons est du au passage des électrons au voisinage d'un noyau, dont l'interaction électrostatique entraîne déviation et décélération de l'électron, avec de l'énergie émise sous la forme de photon X.

Question 12. Généralités sur les atomes (2)Réponses justes : **A. C. D.**

A. Vrai. En effet, dans le modèle de Bohr, les orbites électroniques sont quantifiées : l'ensemble des orbites sur lesquelles peut « graviter » un électron est une répartition discrète qui obéit à des équations contenant n nombre entier naturel. Par exemple, pour l'électron de l'atome d'hydrogène, on a :

$$r = a_0 * n^2 \quad \text{et} \quad E = \frac{E_1}{n^2}$$

Avec a_0 le rayon de Bohr et E_1 l'énergie de Rydberg, et n entier naturel

B. Faux. Toutes les longueurs d'onde d'émission du spectre de l'atome d'hydrogène ne sont pas dans le domaine du visible. En effet, on regroupe toutes ces longueurs d'ondes en séries : la série de *Lyman* correspond à toutes les désexcitations depuis les orbites n jusqu'à l'orbite $n = 1$, et qui ont des petites longueurs d'onde de type λ_{1n} correspondant au domaine UV. La série de *Balmer*, avec des longueurs d'onde λ_{2n} , plus importantes, sont dans le visible :

$$\lambda_{23} = 658 \text{ nm}$$

$$\lambda_{24} = 487 \text{ nm}$$

$$\lambda_{25} = 435 \text{ nm}$$

$$\lambda_{26} = 411 \text{ nm}$$

Enfin, la série de *Paschen* avec des longueurs d'onde λ_{3n} dans le domaine de l'IR

C. Vrai. Cf formule dans réponse A.

D. Vrai. Dans le modèle quantique l'état d'un électron est totalement caractérisé par quatre nombre quantiques :

Le nombre quantique principal : n

Le nombre quantique azimutal : l

Le nombre quantique magnétique : m

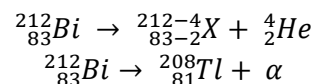
Le spin : s

Remarque : le spin est $\frac{1}{2}$ entier donc l'électron fait partie de la statistique de Fermi-Dirac : deux électrons ne peuvent pas être trouvés dans un même état quantique ; d'après le principe d'exclusion de Pauli, les 4 nombres ne peuvent pas être identiques.

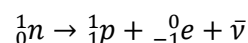
Question 13. Sur la radioactivité

Réponse juste : C.

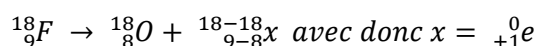
A. Faux.



B. Faux. Dans une émission β^- , il y a transformation d'un neutron en proton avec émission d'un électron avec un antineutrino.

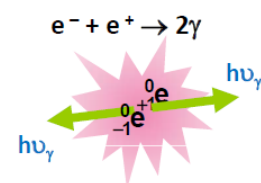


C. Vrai. Selon la transformation radioactive du fluor18 en oxygène18 :



En effet cette transformation radioactive est une émission β^+

D. Faux. Une émission β^+ est suivie d'une réaction d'annihilation conduisant à l'émission de deux photons chacun d'énergie 511 keV.



Question 14. Sur l'interaction rayonnement-matière

Réponse juste : B.

A. Faux. Dans l'effet photoélectrique, l'énergie cinétique de l'électron émis n'est pas tout à fait égale à l'énergie du photon incident, car une partie de l'énergie a été dépensée pour arracher l'électron de son orbite :

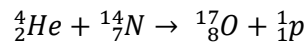
$$E_{ce} = h\nu_i - w_k$$

B. Vrai. Lors d'une diffusion (Thomson-Rayleigh ou Compton), le photon incident a au moins changé de direction après interaction avec le nuage électronique.

- C. Faux. Dans la diffusion Compton, le photon incident ne conserve pas son énergie, une partie va permettre d'arracher un électron de son orbite et de lui insuffler une énergie cinétique.
- D. Faux. La matérialisation (création de paires) est un phénomène qui reste marginal en imagerie médicale.

Question 15. Divers

Réponses justes : **A. D.**



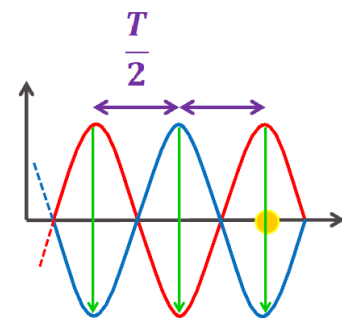
A. Vrai. C'est bien dans l'expérience de Rutherford qu'on transforme un azote 14 en oxygène 17 par l'intermédiaire d'une réaction (α , p).

B. Faux. Dans un accélérateur linéaire, les particules gagnent leur énergie cinétique, donc de la vitesse, entre les électrodes, grâce à la différence de potentiel $U = \Delta V = V_2 - V_1$. Au niveau d'une électrode donc la vitesse d'une particule reste constante. Pour que l'efficacité de l'accélérateur linéaire soit maximale, il faut que le système et la particule soient synchronisés, c'est-à-dire que cette dernière parcourt l'électrode en un temps exactement identique à la demi-période du courant électrique alternatif au niveau de l'électrode, c'est-à-dire qu'elle sorte de l'électrode au moment où le courant alternatif est maximal pour cette électrode et minimal pour la suivante, pour une particule chargée positivement, de façon à obtenir une ddp négative accélératrice.

A chaque électrode donc, le temps de traversée doit donc être égal à la demi-période du courant alternatif, donc on calcule la longueur de la $n^{\text{ème}}$ électrode se calcule grâce à la vitesse d'entrée de la particule : $L_n = v_n \frac{T}{2}$

C. Faux. Dans un cyclotron, le champ magnétique est uniforme et permet de faire obtenir une trajectoire circulaire à la particule (Force de Lorentz sur une particule chargée en mouvement). C'est une tension alternative la cause de l'accélération des particules.

D. exactement ce qui est décrit.



Question 16. Sur les détecteurs

Réponse juste : **A. B.**

A. Vrai. Exact, utilisé en mode proportionnel, un compteur est utilisé en compteur de particules grâce à cette proportionnalité ainsi qu'en spectrométrie (énergie).

B. Vrai. L'introduction d'une impureté pentavalente au milieu d'atomes tétravalents fera qu'on aura un électron qui ne pourra pas s'apparier correctement : on a un dopage type N.

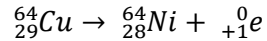
C. Faux. Dans un détecteur à scintillation, le scintillateur est un matériau qui n'émet pas directement un faisceau d'électrons à la suite de l'absorption d'un RI. En fait, ces électrons, qui seront ensuite multipliés par des dynodes, sont obtenus après effet photoélectrique entre les photons de scintillation (de fluorescence) et une photocathode. Après la première rencontre avec un RI, le matériau scintillant émet donc un faisceau de $h\nu_X$ qui permettront la suite précédemment expliquée.

D. Faux. Le facteur géométrique est simplement le rapport entre l'angle solide de perception représentée par la fenêtre du détecteur et l'angle solide d'émission de la source, soit une sphère. Le

rendement est un autre facteur, représentant l'efficacité du compteur par un coefficient e de valeur comprise entre 0 et 1.

Question 17. Une désintégration β^+

Réponse juste : **A.**



Donc pour une réaction de désintégration β^+

$$Q = (m_{\text{Cu}} - m_{\text{Ni}} - 2m_e)c^2 = (63,9312 - 63,9280 - 2 * 0,0005)c^2 = 0,0022c^2 = \mathbf{2,2 \text{ MeV}}$$

Question 18. Iode-123 (1)

Réponses justes : **B. C.**

A et B. Données : masse initiale : $m_i = 2,46 \text{ g}$

Masse molaire de l'iode 123 : $M_{I-123} = 123 \text{ g/mol}$

$$n_i = \frac{m_i}{M_{I-123}} = \frac{2,46}{123} = 2 * 10^{-2} \text{ mol}$$

$$N_i = n_i * N_A = 2 * 10^{-2} * 6,02 * 10^{23} = 12,04 * 10^{23-2} = \mathbf{1,2 * 10^{22}}$$

C et D. Pour la constante radioactive, on utilise la formule :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ soit } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,7}{14} = \mathbf{5 * 10^{-2} \text{ h}^{-1}}$$

Question 19. Iode-123 (2)

Réponse juste : **D.**

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \text{ soit } \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \text{ soit } \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t$$

$$\text{or, } \frac{A(t)}{A_0} = \frac{2 * 10^{15}}{6 * 10^{15}} = \frac{1}{3} \text{ d'où } \ln \frac{1}{3} = -\lambda t \text{ soit enfin } t = -\frac{\ln 1/3}{\lambda} = \frac{\ln 3}{\lambda} = \frac{1,1}{5 * 10^{-2}} = \mathbf{22h}$$

Question 20. Problème dans le service

Réponses justes : **B. D.**

$$\frac{A_{\text{réception}}}{A_{r+8j}} = \frac{16 * 10^9}{1 * 10^9} = 16 = 2^4$$

Ces 8j ont connu une diminution de 2^4 donc correspondent à 4 demi-vies.

La demi-vie du radioélément est donc de 2 jours.

Etant donné que l'on reçoit l'échantillon deux jours après expédition soit une demi-vie après, l'activité lors de l'expédition était le double de ce qu'elle était lors de la réception. Lors de l'expédition l'activité était donc de $32 * 10^9 \text{ Bq}$.

Question 21. Coefficient linéique d'absorption

Réponse juste : **D.**

Si l'on considère qu'après avoir traversé 3 CDA le faisceau a été diminué de $2^3 = 8$ donc il n'en reste que $100/8 = 12,5$ soit environ 10%.

Les 0,1 cm de cuivre traversés par le faisceau de photons sont donc considérés comme 3 CDA soit

$$\text{CDA} = \frac{0,1}{3} = 0,033 \text{ cm}$$

De là on calcule le coefficient linéique d'atténuation :

$$\mu = \frac{\ln 2}{CDA} = \frac{0,7}{0,033} = 0,7 * \frac{1}{0,1 * 1/3} = 0,7 * 3 * 10 = 21 \text{ cm}^{-1}$$

De part l'approximation initiale, on peut dire que $\mu = 23 \text{ cm}^{-1}$.

Questions portant sur le cours de Madame A. PERROT MINNOT

Question 22. Sur la lumière polarisée

Réponse juste : **E**.

A. Faux. Il semblerait que les abeilles s'orientent grâce à la lumière polarisée. De plus, il se pourrait que chez les oiseaux marins le fait de pouvoir sélectionner la polarisation de la lumière soit un avantage sélectif important étant donné que les reflets à la surface de l'eau seraient majoritairement polarisés horizontalement et qu'ils seraient un frein à la vision de proies ou de prédateurs.

B. Faux. L'œil humain est incapable de percevoir la polarisation de la lumière.

C. Faux. Si l'on parle de mélange racémique on sait que les deux énantiomères sont présents en concentration égales dans la solution, donc que le mélange n'aura aucun effet sur la rotation du plan de polarisation de la lumière. *Peut importe le fait qu'il y ait plusieurs carbones asymétriques, il n'existe qu'à chaque fois un couple d'énantiomères.*

D. Faux. Il n'y a ici qu'un seul énantiomère donc il y a déviation (peu importe de savoir le sens) du plan de polarisation de la lumière.

Question 23. Sur l'absorption des solvants

Réponse juste : **A**.

Pour mesurer l'absorption d'un composé dans l'UV-Visible, il faut que le solvant n'absorbe pas dans l'UV-Visible.

Question 24. Electrophysiologie cardiaque (1)

Réponse juste : **B**.

A. Faux. La repolarisation des cellules du nœud sinusal ne provoque pas la repolarisation des cellules myocardiques auriculaires. Après dépolarisation d'une cellule auriculaire, il y a formation d'un plateau de dépolarisation avant une phase de repolarisation indépendante de tout phénomène extracellulaire. Une cellule auriculaire ne reste jamais en constante dépolarisation, et n'a besoin d'une excitation de la part du tissu nodal (automatique) que pour la dépolarisation.

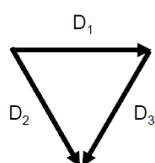
B. Vrai. Une cellule du faisceau de His peut entrer en dépolarisation d'elle-même. Cependant, elle suit le rythme imposée par les cellules nodales sus-jacentes.

C. Faux. L'intervalle P-Q est isoélectrique, il n'y a pas de phase de dépolarisation apparente car les cellules auriculaires sont d'une part totalement dépolarisées, les cellules ventriculaires d'autre part totalement en phase de repos : l'influx est bloqué dans le NAV.

D. Faux. Les cellules myocardiques (auriculaires et ventriculaires) n'ont pas la possibilité de se dépolariser spontanément, alors que les cellules du tissu nodal le peuvent.

Question 25. Electrophysiologie cardiaque (2)

Réponses justes : **A. B**.



A. Vrai. En effet le signal enregistré en D1 est la mesure au cours du temps de la différence des potentiels recueillis entre l'épaule gauche et l'épaule droite.

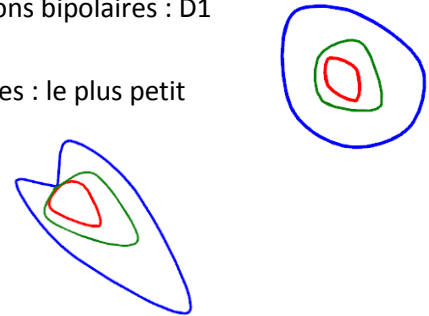
$$D_1 = V_L - V_R$$

B. Vrai. En effet :

$$\vec{V}_R - \sum \vec{V}_i = \vec{V}_R - (\vec{V}_R + \vec{V}_L + \vec{V}_F) = \vec{V}_R - \vec{0} = \vec{V}_R$$

C. Faux. Il n'y a que 3 dérivations unipolaires : V_R V_L V_F et 3 dérivations bipolaires : D1 D2 D3

D. Faux. A chaque cycle cardiaque, on observe 3 vectocardiogrammes : le plus petit (rouge) correspondant aux ondes P, pour la dépolarisation des oreillettes, le plus grand (bleu) pour le complexe QRS et la dépolarisation des ventricules (qui masque aussi la repolarisation des oreillettes) et un dernier (vert) pour la repolarisation des ventricules. Cela, dans le plan frontal comme dans le plan horizontal :



Questions portant sur le cours de Madame M.DABADIE

Question 26. Atteintes directes et indirectes de l'ADN par les RI

Réponses justes : **B. C.**

A. Faux. On peut avoir des atteintes directes comme des atteintes indirectes de l'ADN (par la production de radicaux libres lors de la radiolyse de l'eau et qui attaquent ensuite l'ADN) par des rayonnements directement ionisants (particules chargées) ou indirectement ionisants (rayonnement électromagnétique fortement énergétique X ou γ , et neutrons).

B. Vrai. On a d'abord la formation d'un radical hydroperoxyde $H^\bullet + O_2 \rightarrow HO_2^\bullet$ puis la formation de H_2O_2 .

C. Vrai. Les DML (dommages multiples localisés) sont d'autant plus fréquents que le TLE est fort : on dépose plus d'énergie sur une plus faible distance donc les lésions de l'ADN vont être plus nombreuses et plus rapprochées.

D. Faux. Les cassures double brin et les dommages multiples localisés sont très caractéristiques des RI, en revanche, la création de sites abasiques ou l'oxydation des bases sont par exemple des phénomènes fréquents (20000 lésions de bases/24H par noyau d'après un tableau du cours).

Question 27. Atteintes cellulaires

Réponses justes : **A. B.**

A. Vrai. Retenir que c'est la « protéine gardienne du génome » et qu'elle induit soit l'arrêt du cycle cellulaire pour permettre la réparation de l'ADN, soit l'induction de l'apoptose ou mort cellulaire programmée. Elle permet ces différents mécanismes de protection en activant la transcription de certains autres gènes clés (p21, Bax...)

B. Vrai. La réparation de l'ADN ne peut se faire que lorsque le cycle cellulaire a été bloqué au niveau d'un checkpoint.

C. Faux. Il peut toujours y avoir des mutations de l'ADN, même pour des faibles doses d'irradiation.

D. Faux. La promotion est la stimulation de la prolifération soit le deuxième stade de la radiocarcinogénèse, et il faut que l'initiation (généralement inactivation d'un gène suppresseur de tumeur) soit suivie de cette promotion pour que la radiocarcinogénèse se poursuive, ce qui n'est pas toujours le cas.

Question 28. Sur les courbes de survie cellulaire

Réponses justes : **A. B. D.**

A. Vrai. La dose létale moyenne de la population A est plus faible que celle de la population B, il lui faut moins de dose pour autant de dégâts, donc la population A est donc plus radiosensible que la population B.

B. Vrai. $D = 2Gy$ est la dose létale moyenne de la population A, donc la dose pour laquelle 37% des cellules survivent soit : $0,37 * 10^{10} = 3,7 * 10^9$ cellules.

C. Faux. $D_{0B} = 3Gy$ donc pour D_{0B} , $0,37 * 10^{10}$ cellules survivent.

D. Vrai. $4 Gy$ pour la population A correspond à deux doses létales moyennes, tout comme $6 Gy$ pour la population B. Ainsi, il restera le même nombre de cellules si l'on afflige ces deux traitements aux deux populations différentes, leurs courbes de survie étant toutes deux exponentielles.

Question 29. Traitement thyroïdien (1)

Réponse juste : **D.**

La période d'un élément radioactif dans l'organisme est plus petite que la plus petite des périodes biologique et physique :

$$\frac{1}{T_{tot}} = \frac{1}{T} + \frac{1}{T_b} \quad \text{soit} \quad \frac{1}{T_{tot}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{3}{8} \quad \text{soit} \quad T_{tot} = \frac{8}{3} j = 8 * 24/3 = \mathbf{64h}$$

Question 30. Traitement thyroïdien (2)

Réponses justes : **A. B. C.**

A. Vrai. Rappelons la formule de la dose absorbée :

$$D = \frac{dE_a}{dm} \quad \text{soit} \quad dE_a = D * dm = 40 * 0,030 = \mathbf{1,2 J}$$

B. Vrai. Etant donné que l'iode-131 est un émetteur β^- , γ on pondère par le facteur 1 :

$$H = D * w_R = 40 * 1 = \mathbf{40 Sv}$$

C. Vrai. La dose équivalente traduit une irradiation locale en termes d'exposition globale corps entier :

$$E = w_T * H = 0,04 * 40 = \mathbf{1,6 Sv}$$

Question 31. Traitement thyroïdien (3)

Réponses justes : **A. D.**

A. Vrai. Avec l'énergie moyenne $E_m(\beta^-) = 606 keV$ et $TLE(\beta^-) = 2 MeV/cm$

$$D_{max} = \frac{E_m(\beta^-)}{TLE(\beta^-)} = \frac{606}{2000} = 0,3cm = \mathbf{3mm}$$

Petit rappel : la formule du professeur Richard pour la portée des électrons dans de l'eau (\cong tissu organisme).

$$L (cm) = \frac{E (MeV)}{2} = \frac{0,606}{2} = 0,3cm = \mathbf{3mm}$$

B. Faux. La dose délivrée à la thyroïde n'est pas essentiellement due aux gamma car c'est un traitement par voie orale, avec un iodotropisme thyroïdien d'où la libération locale de l'énergie des électrons.

C. Faux. On a vu que les photons étaient peu pénétrants, d'où le fait qu'on ne capte que les gamma résiduels à l'extérieur du corps, alors que les électrons en radiothérapie interne sont généralement absorbés par les tissus localement.

D. Vrai

$$D_1 d_1^2 = D_2 d_2^2 \Leftrightarrow D_2 = \frac{d_1^2}{d_2^2} D_1 = \frac{0,5^2}{2^2} * 40 = \frac{1}{4 * 4} * 40 = 2,5 \mu Sv/h$$

$$t_{max} = \frac{10}{2,5} = 4 h$$

Question 32. *Sur les effets tissulaires et pathologiques*Réponses justes : **A. B. C.**

A. Vrai lorsque les follicules sont touchés.

B. Vrai. Les hématies, très différenciées et sans noyau, sont très peu radiosensibles. Les lymphocytes, eux, sont très radiosensibles.

C. Vrai, c'est ce que l'on appelle la phase de latence dans les différentes séquences du syndrome d'irradiation aiguë.

D. Faux. Les troubles gastro-intestinaux majeurs arrivent lorsque l'exposition globale est de 6 à 10 Gy

Question 33. *Effets déterministes et stochastiques*Réponse juste : **D.**A. Faux. $2,5 mSv/an$ est une dose trop faible pour entraîner des effets déterministes. Cela n'exclut pas une probabilité d'occurrence d'effets stochastiques. (On remarque que c'est la dose due à la radioactivité naturelle moyenne en France chaque année).

B. Vrai. En irradiation localisée, la dose seuil d'apparition des effets déterministes est fonction des organes.

C. Faux. La gravité des effets stochastiques n'augmente pas avec la dose, c'est seulement la probabilité d'occurrence. Il n'y a de relation dose-effet que pour les effets déterministes.

D. Vrai. *Concernant les familles touchées par les catastrophes nucléaires d'Hiroshima et de Nagasaki, aucune conclusion n'est possible avant que l'on atteigne la 5^e génération.***Questions portant sur le cours de Madame L. BORDENAVE****Question 34.** *Sur l'utilisation de l'iode-131 (1)*Réponse juste : **E.**

A. Faux. Pour l'iode 131 émetteur bêta – et gamma, les électrons permettent le dépôt d'énergie pour traiter le tissu néoplasique, alors que les gamma permettent le suivi en imagerie. L'iode-131 est donc utilisé en IRA thérapie.

B. Faux. N'est pas pratiqué systématiquement avant le traitement chirurgical. On peut y avoir recours après ablation pour avoir l'assurance que l'on a bien retiré ou détruit tout tissu thyroïdien.

C. Faux. L'objectif est donc curatif.

D. Faux. L'iode-131 est un radioélément qui a de lui-même cette caractéristique d'être concentré par les thyrocytes pour permettre l'élaboration des hormones thyroïdiennes. Ainsi, il n'a pas besoin de vecteur car étant lui-même le meilleur vecteur pour son action.

Question 35. *Sur l'utilisation de l'iode-131 (2)*Réponse juste : **B.**

A. Faux. Chez la jeune femme un test de grossesse est d'ailleurs systématiquement réalisé, avec test HCG.

B. Vrai. Le patient est placé en isolement pour son entourage sans visite d'enfants ou femmes enceintes pendant 1 semaine et pour sa radioprotection propre, on limite le risque de radiocancérogenèse secondaire. Par exemple on l'hyperhydrate et vérifie qu'il y a des vidanges vésicales régulières, on lui administre des laxatifs...

C. Faux. C'est davantage le rayonnement bêta qui permet le traitement que le rayonnement gamma.

D. Faux. Ce n'est pas du tout une radiothérapie externe mais une IRAthérapie ou radiothérapie métabolique ou interne vectorisée.

Question 36. *Sur le traitement tumoral en radiothérapie externe*

Réponse juste : **A. B. C. D.**

Question 37. *Sur le respect des tissus sains*

Réponse juste : **B. C.**

A. Faux. Au contraire, il faut un matériel de contention stable et spécifique au patient pour permettre reproductibilité de l'irradiation (masques thermoformés...)

B. En électrothérapie, on va davantage s'intéresser aux tumeurs assez superficielles, donc on va réduire le TLE des électrons pour qu'ils pénètrent le moins possible l'organisme et ciblent leur dépôt en surface au niveau de la tumeur à traiter.

C. Vrai.

D. Faux. Au contraire, il faut que le PTV (le volume réellement traité) soit le plus précis possible autour du CTV (le volume de la tumeur et de ses extensions microscopiques). Dans l'idéal, ils doivent être confondus.