

Questions des étudiants

Interaction rayonnement/matière :

- 1) Existent-ils des rayons X et gamma avec une énergie inférieure à 13,6 eV ? Ce à quoi j'ai répondu qu'effectivement de tels rayons existent, ils ne sont juste pas considérés comme ionisants. Pouvez-vous confirmer cela ?
J'ai montré le spectre des rayonnements électromagnétiques à plusieurs reprises. Ce sont tous des rayonnements électromagnétiques en effets. Mais leur dénomination (X ou gamma) dépend de leur origine (tube à Rx ou noyau radioactif) et de leur énergie. Les X et gamma démarrent à partir d'un keV approximativement. Donc forcément ionisants
- 2) Le même étudiant me demande si les rayons X sont toujours considérés comme ionisants.
Oui, cf supra.
- 3) L'effet Compton est-il complètement indépendant de la matière ? En effet, le numéro atomique n'intervient pas dans la formule mais vous auriez précisé en cours qu'il était « quasiment indépendant ». Les étudiants me demandent s'il l'est complètement.
Il est effectivement « quasi indépendant », en effet sa probabilité ne dépend pas du Z, mais vous avez peut être remarqué que sur les courbes, ce n'est pas strictement identique selon qu'il s'agit d'eau ou de plomb.
- 4) Considérez-vous que les photons X et les photons de fluorescence sont des synonymes ?
Les RX obtenus par collision sont des photons de fluorescence (mécanisme de réarrangement) mais tous les photons de fluorescence ne sont pas de RX (origine et énergie cf plus haut)

Radioactivité

- 5) Dans votre cours, professeur Darcourt vous préciseriez qu'il existe 274 noyaux stables et 51 noyaux radioactifs. Le professeur Humbert aurait dit en cours qu'il existe 2500 noyaux dont 250 stables. Les étudiants me demandent quelle version ils doivent retenir ?
Désolé de cette discordance (mineure), mais j'espère que personne n'imagine que nous pourrions prévoir une question qui porterait sur un tel piège !
- 6) Dans un item de QCM, j'ai dit que la radioactivité alpha concernait les atomes lourds. J'ai compté cet item faux car selon moi dans la radioactivité on s'intéresse aux noyaux et non pas à l'atome. Les étudiants aimeraient savoir si vous compteriez cet item vrai ?
Je n'aurais simplement pas posé cette question. D'abord parce que c'est un piège et ensuite parce que si l'atome est lourd le noyau l'est aussi ... Donc c'est un double piège !
- 7) Lois de conservation : Quand vous énoncez les lois de conservation pour une transformation radioactive est-ce que vous vous placez au niveau des atomes (entre l'atome père et l'atome fils) ou est-ce que vous considérez la réaction dans sa

globalité ? Dans le cours vous précisez bien que le nombre de charges (soit le numéro atomique) se conserve et vous précisez également que la charge totale se conserve. Les étudiants ne comprennent pas pourquoi le numéro atomique se conserve, car certes il se conserve au niveau de la réaction totale mais non pas au niveau des noyaux et dans les QCM vous comptez cet item faux. Quelle version doit retenir les étudiants ? et dans les QCM doivent-ils considérer la réaction dans sa globalité ou simplement les noyaux ?

Le nombre de nucléons et le nombre de charges se conservent globalement bien sûr (les numéros atomiques peuvent changer). Le cours ne manque pas d'exemples, cf transf alpha : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$

- 8) Pouvons-nous considérer que les spectres des transformations bêta + et bêta – soient des spectres électroniques étant donné que le positon est un électron positif et que bêta- est un électron négatif provenant du noyau

Pas le bêta plus qui n'est pas un électron.

- 9) Concernant l'application biomédicale de la transformation bêta moins : Un étudiant souligne que dans le cours sur les transformations isobariques vous dites que l'électron émis par la transformation va « tuer » les cellules cancéreuses ainsi que les tissus sains périphériques, alors que dans le cours sur les transformations isomériques, vous précisez que cela détruira les cellules de la thyroïde sans endommager les tissus périphériques. J'ai répondu cela à l'étudiant « Je pense effectivement que cela détruit les cellules thyroïdiennes saines qui avoisinent les cellules cancéreuses mais pas les tissus alentour car les particules bêta moins sont très peu pénétrantes. En résumé, c'est le tissu thyroïdien qui est touché (donc cellules cancéreuses et saines) mais pas les tissus sains voisins puisque les particules bêta moins sont chargées, très ionisantes donc elles agissent sur de courtes distances. »

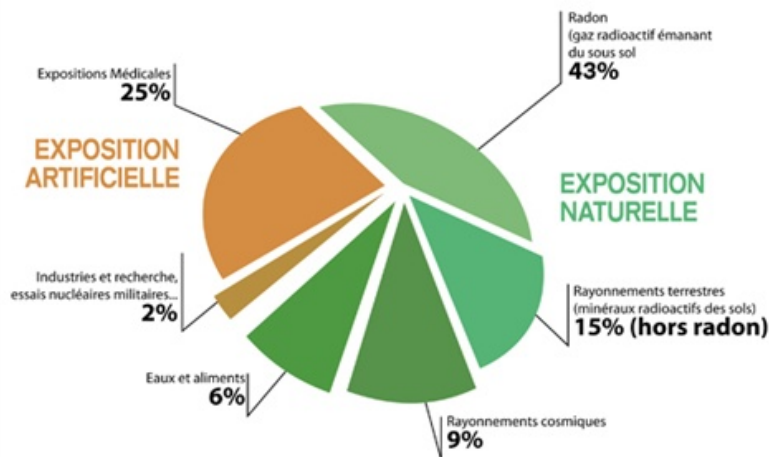
Cet étudiant aimerait avoir confirmation de votre part.

C'est une question de balistique. Le parcours des bêtas moins est relativement court dans la matière et donc, si la source est dans de la tumeur, l'irradiation va la concerner bien plus que les tissus environnants. Je ne vois pas où est la difficulté.

Radiobiologie :

- 10) . Une incompréhension persiste, quand vous dites dans le cours que l'irradiation médicale correspond à 25% c'est 25% de l'irradiation totale ou de l'irradiation artificielle ?

Il s'agit de 25% de l'irradiation totale Cf schéma ci-joint. Par ailleurs dans la diapositive suivante je donne les valeurs : 0,9 mSv pour l'irradiation artificielle dont 0,8 pour l'irradiation médicale. Je ne comprends que l'on puisse nous remonter des questions pareilles.



- 11) A la fin du cours, vous précisez (dans la partie sur l'organogénèse) que $100\text{mSv}=100\text{mGy}$, un étudiant me demande si l'on peut considérer cette équivalence sur tout le cours ?

Je rappelle que la dose déposée (en Gy) et la dose effective (en Sievert) sont reliées par un facteur dit de « dangerosité » D. Ce facteur est égal à 1 pour les X, gamma et les électrons. Donc la correspondance numérique vaut dans ces cas seulement.

- 12) Un de mes QCM (que vous aviez déjà relu) a posé quelques problèmes. Je le remets ci-dessous :

QCM 7 : Lors de l'accident de Fukushima Daiichi en 2011, on sait que les travailleurs de la centrale ont été exposés à une dose efficace légèrement supérieure à 100mSv . Les populations voisines ont été exposées à des doses inférieures à 100mSv . Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les suites de l'accident ?

- A) Étant exposés à une dose proche de la limite supérieure des faibles doses, les travailleurs de la centrale risqueraient de développer des pathologies dans le futur
- B) Comme pour l'accident de Tchernobyl, la population voisine a vu une augmentation du nombre de cancers de la thyroïde
- C) Il n'y a pas eu d'effets stochastiques démontrés
- D) Les travailleurs de la centrale ont été victimes d'un syndrome aigu d'irradiation
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

Les items posant problème sont le A et le D. Pour les étudiants, le fait que les travailleurs aient été exposés à une dose supérieure à 100mSv , rend l'item A vrai puisqu'ils risquent par la suite de développer des pathologies, ce n'est pas certain mais il y a un risque. Selon moi, cet item reste faux puisque dans le cours vous précisez que pour une dose proche de la limite supérieure des faibles doses, il n'y a aucun symptôme ni aucune conséquence pour la santé. Pour l'item D, c'est le même problème mais cette fois-ci j'ai répondu que pour le syndrome d'irradiation aigu il fallait être exposé à une dose proche de 1000mSv . Pouvez-vous nous éclairer ?

L'item A est à considérer comme juste, car aux faibles doses on n'a pas mis en évidence d'effet.

L'item D est faux puisqu'en effet un syndrome d'irradiation aiguë ne survient qu'à des doses 10 fois plus élevées.

- 13) Le professeur Humbert aurait dit dans son cours que la radiosensibilité de l'ADN fait partie des effets moléculaires alors que vous, professeur Darcourt, aurait précisé que cela appartient plutôt aux effets cellulaires.

Les deux sont vraies puisqu'une cellule est composée de molécules. C'est au sens strict un effet moléculaire (l'ADN est une molécule), mais comme c'est la cible de la cellule ... Quoiqu'il en soit, une fois encore, ce n'est pas sur ce genre de piège qu'on ira.

RMN :

- 14) Un étudiant souhaite que je vous pose la question suivante : l'item « La RMN est un examen invasif » est-il à compter juste ? Je lui ai répondu que non, car l'examen c'est l'IRM et non la RMN qui correspond au phénomène physique. Êtes-vous d'accord avec cela ?

Il n'est pas invasif, car invasif signifie une « invasion » c'est-à-dire un geste traumatisant. La question est plutôt de savoir si il est ionisant ou pas. La réponse est non. Quant à la subtilité RMN / IRM ; oui l'un décrit le phénomène physique et l'autre la technique appliquée à l'imagerie, mais à quoi bon jouer ces mots, cela n'a aucun intérêt.

IRM :

- 1) Peut-on dire, après $t=4T_2$, que le signal est nul ? Ou faut-il dire qu'il ne reste que 2% du signal initial ?

Comme c'est un phénomène exponentiel ce n'est théoriquement pas zéro. Cela dépend de la précision que l'on souhaite. Je dirais plutôt la deuxième formulation. Mais encore une fois ce n'est pas sur ces détails ambigus que nous vous interrogerons.

- 2) Les élèves se demandent pourquoi on parle de paramètre de relaxation rho, pour eux, ça serait seulement une source de contraste. Et dans le cours on parle seulement du champ magnétique qui se relaxe en T1 et T2.

Ce n'est pas faux, mais rho intervient dans la relaxation (si rho=0, pas de relaxation). C'est la formulation habituelle. L'important est de ne pas confondre paramètres de relaxation et paramètres de la séquence.

Le noyau :

- 1) Au concours blanc, j'ai demandé l'énergie de liaison du gadolinium ($Z=64$). Donc en calculant le défaut de masse puis ensuite l'énergie de liaison on trouve 985 MeV ce qui fait 6,7 MeV/nucléons. Mais si on regarde le graphique de l'énergie de liaison par nucléons les noyaux se situant autour de $Z=60$ ont une énergie de liaison par nucléons très élevée autour de 8MeV/ nucléons ce qui donne à peu près 1200 MeV pour l'énergie de liaison du noyau. Comment peut-on expliquer cette différence ?

Le graphe de l'énergie de liaison par nucléon est fonction de **A (nombre de nucléons)** et non du Z. Il s'agit d'un gros noyau (vous ne donnez pas la valeur du A que vous avez utilisée). Si vous avez la bonne valeur de la masse réelle (très difficile à obtenir avec la précision nécessaire), cela doit coller.