

troisième épreuve de moyenne durée

- durée : 01h10 -

tous les étudiants doivent obligatoirement répondre sur la feuille de réponse présentée. Pour chaque question, une et une seule réponse. Si deux réponses ou plus sont proposées pour une même question, la réponse sera considérée fautive. [données : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ SI}$; Indice de réfraction de l'air $n_{\text{air}} = 1$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ SI}$; masse de l'électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$; masse d'un proton $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$; masse d'un neutron $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$; célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; masse atomique du deutérium : 2,0141 uma ; masse atomique de l'hélium : 4,0026 uma ; l'énergie au repos de l'électron est $E_0 = 511 \text{ KeV}$; l'énergie au repos du proton est $E'_0 = 938 \text{ MeV}$]

les questions 1 à 10 sont liées

[autres données : $K = 8 \cdot 10^5 \text{ W}/(\text{KeV})^2 \cdot \text{mA}$; $Z = 25$]

1- soit un tube de Coolidge qui produit des RX avec une énergie maximale E_{max} ($E_{\text{max}} = 250 \text{ KeV}$). Ce tube est caractérisé par une intensité de courant I ($I = 10 \text{ mA}$) et une différence de potentiel U entre ses bornes qui vaut :

- a- $U = 2500 \text{ KV}$ b- $U = 25 \text{ KV}$ c- $U = 250 \text{ KV}$ d- $U = 250 \cdot 10^6 \text{ KV}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

2- cette différence de potentiel U induit une très forte accélération des électrons entre la cathode et l'anode de ce tube à rayons X. L'énergie cinétique E_c de ces électrons, lorsqu'ils abordent l'anticathode, est :

- a- $E_c = 4 \cdot 10^{-14} \text{ J}$ b- $E_c = 25 \cdot 10^{-10} \text{ J}$ c- $E_c = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ d- $E_c = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ J}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

3- selon la théorie de la Mécanique Classique, la vitesse v' des électrons, lorsqu'ils abordent l'anode, serait :

- a- $v' = 1,64 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ b- $v' = 9,84 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ c- $v' = 2,22 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 d- $v' = 2,96 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

4- selon la théorie relativiste, la vitesse v des électrons, lorsqu'ils abordent l'anode, serait :

- a- $v = 1,64 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ b- $v = 9,84 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ c- $v = 2,22 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 d- $v = 2,96 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

5- l'énergie totale E_T d'un électron qui répond aux critères de la question précédente (en supposant $E_0 = 511 \text{ KeV}$) est :

- a- $E_T = 0,51 \text{ KeV}$ b- $E_T = 2500 \text{ KeV}$ c- $E_T = 41,9 \text{ KeV}$ d- $E_T = 761 \text{ KeV}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

6- suite à la question précédente, la longueur d'onde minimale λ_0 des photons X émis par ce tube à RX dans le spectre continu est : (il est supposé ici qu'ils se déplacent dans un vide absolu)

- a- $\lambda_0 = 1,63 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ b- $\lambda_0 = 4,95 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ c- $\lambda_0 = 0,47 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
 d- $\lambda_0 = 3,52 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

7- ce tube à RX offre un rendement de 8 %. La puissance ϕ du faisceau RX est :

- a- $\phi = 250 \text{ W}$ b- $\phi = 20 \text{ W}$ c- $\phi = 200 \text{ W}$ d- $\phi = 2500 \text{ W}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

8- l'intensité I du courant (évoquée à la question 1) dans le tube de Coolidge est maintenant multipliée par 4. Le rendement ρ du tube est :

- a- ρ est divisé par 4 b- ρ est divisé par 2 c- ρ reste inchangé
 d- ρ est multiplié par 4 e- toutes ces réponses sont fausses.

9- soient les niveaux électroniques K, L, et M de l'atome constituant l'anticathode. Dans le cas où nous considérons uniquement les énergies moyennes de liaison des niveaux électroniques K, L et M (qui seraient comme suit : $W_K = - 69,52 \text{ KeV}$; $W_L = - 11,27 \text{ KeV}$; $W_M = - 2,26 \text{ KeV}$), la longueur d'onde λ_α des photons d'énergie E' correspondant à la raie L_α est (en supposant être dans le vide) :

- a- $\lambda_\alpha = 0,73 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ b- $\lambda_\alpha = 1,29 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ c- $\lambda_\alpha = 1,37 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 d- $\lambda_\alpha = 9,58 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

10- soit un photon X de la question précédente qui pénètre dans un milieu M_2 d'indice de réfraction $n = 2$. La longueur d'onde caractérisant ce photon dans ce milieu M_2 est :

- a- $\lambda' = 6,87 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ b- $\lambda' = 9,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ c- $\lambda' = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 d- $\lambda' = 14,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

11- un expérimentateur tente de caractériser le coefficient d'atténuation linéique μ d'un matériau inconnu. Celui-ci réduit de 60% l'intensité d'un faisceau de photons γ d'énergie 0,3 MeV lorsque son épaisseur e est $e = 1,5 \text{ cm}$. Son coefficient d'atténuation linéique μ , en cm^{-1} , vaut alors :

- a- $\mu = 0,35 \text{ cm}^{-1}$ b- $\mu = 1,27 \text{ cm}^{-1}$ c- $\mu = 0,18 \text{ cm}^{-1}$ d- $\mu = 0,61 \text{ cm}^{-1}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

12- pour s'assurer d'une atténuation d'au moins 90%, il faut une épaisseur e' de ce matériau telle que :

- a- $e' = 1,5 \text{ cm}$ b- $e' = 2,49 \text{ cm}$ c- $e' = 3,77 \text{ cm}$ d- $e' = 4,03 \text{ cm}$ e- toutes ces réponses sont fausses.

- 13- pour former un écran de protection, l'idée lui est suggérée d'insérer entre deux feuilles de ce même matériau d'épaisseur identique e ($e = 5$ mm), une feuille de plomb (CDA du plomb = 0,25 mm) d'épaisseur $e' = 0,25$ mm. La réduction de l'intensité d'un faisceau de photons γ d'énergie 0,3 MeV à travers cet écran serait de :
- a- 50% b- 70% c- 35% d- 25% e- toutes ces réponses sont fausses.
- 14- un électron d'énergie totale $E_T = 3 E_0$ se déplace à une vitesse v . Son énergie cinétique E_C vaut :
- a- $E_C = 1,022$ MeV b- $E_C = 0,121$ MeV c- $E_C = 3,44$ MeV d- $E_C = 0,857$ MeV e- toutes ces réponses sont fausses.
- 15- l'énergie E totale d'un proton de même vitesse que celle de l'électron de la question précédente est (l'énergie au repos du proton $E'_0 = 938$ MeV) :
- a- $E = 2814 \cdot 10^6$ eV b- $E = 3714 \cdot 10^6$ eV c- $E = 8242 \cdot 10^6$ eV
 d- $E = 1285 \cdot 10^6$ eV e- toutes ces réponses sont fausses.
- 16- une source d'iode ^{131}I se caractérise par une activité A_0 ($A_0 = 300$ KBq). A un temps $t = 6 T$ (la période T de l'iode ^{131}I est de 8 jours), cette activité devient égale à A' :
- a- $A' = 4,7$ KBq b- $A' = 1,24$ KBq c- $A' = 0,73$ KBq d- $A' = 7,63$ KBq e- toutes ces réponses sont fausses.
- 17- soit une substance radioactive qui se caractérise par une activité de 5 KBq à un temps considéré comme initial. Au bout de 10 jours, cette activité n'est plus que de 3 KBq. La période T de cette substance est :
- a- $T = 14,5$ jours b- $T = 7,2$ jours c- $A' = 21,4$ jours d- $T = 13,6$ jours e- toutes ces réponses sont fausses.
- 18- soit la réaction de fusion suivante : ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He}$. Par cette réaction, l'on produit 0,5 g d'hélium (${}_2^4\text{He}$). L'énergie libérée dans ce cas est :
- a- $E = 67,9 \cdot 10^9$ J b- $E = 2,86 \cdot 10^{11}$ J c- $E = 0,43 \cdot 10^{11}$ J
 d- $E = 1,66 \cdot 10^{24}$ J e- toutes ces réponses sont fausses.
- 19- un système de deux lentilles (l'objectif L_1 , de centre optique O_1 et d'une puissance de 100 dioptries, et l'oculaire L_2 de centre optique O_2 , et de distance focale $\overline{O_2F_2} = 5$ cm) constitue un microscope utilisé par un expérimentateur emmétrope, caractérisé par un PP situé à 25 cm de son œil qu'il place sur le foyer image de l'oculaire. Cet individu observe, sans accommoder, un objet AB situé en avant du foyer objet de la lentille L_1 . La distance entre L_1 et L_2 est $d = 16$ cm. La distance $\overline{O_1A}$ vaut :
- a- $\overline{O_1A} = -1,21$ cm b- $\overline{O_1A} = 0,11$ cm c- $\overline{O_1A} = -1,1$ cm d- $\overline{O_1A} = -0,995$ cm e- toutes ces réponses sont fausses.
- 20- le pouvoir séparateur de l'œil de l'individu est $\alpha = 3 \cdot 10^{-4}$ rad. Dans les conditions de la question précédente, la taille D du plus petit objet qu'il peut voir est :
- a- $D = 0,75$ μm b- $D = 1$ μm c- $D = 1,25$ μm d- $D = 1,5$ μm e- toutes ces réponses sont fausses.
- 21- à l'aide d'un tube à tirage, l'expérimentateur éloigne de 10 cm les deux lentilles L_1 et L_2 . Toujours dans le cadre d'une vision sans accommodation, la puissance P du microscope devient :
- a- $P = 100$ δ b- $P = 300$ δ c- $P = 400$ δ d- $P = 500$ δ e- toutes ces réponses sont fausses.
- 22- suite à la question précédente, le grossissement G qu'offre ce microscope est :
- a- $G = 100$ b- $G = 50$ c- $G = 25$ d- $G = 3,5$ e- toutes ces réponses sont fausses.
- 23- suite à la question précédente, l'expérimentateur observe maintenant l'objet AB en accommodant au maximum. la puissance P' du microscope vaut :
- a- $P' = 130$ δ b- $P' = 340$ δ c- $P' = 420$ δ d- $P' = 570$ δ e- toutes ces réponses sont fausses.
- 24- suite à la question précédente, le grossissement commercial G_C de ce microscope vaut :
- a- $G_C = 150$ b- $G_C = 100$ c- $G_C = 50$ d- $G_C = 25$ e- toutes ces réponses sont fausses.
- les questions 25 à 30 sont des questions QCS (avec pénalités)
- 25- le LASER est un rayonnement :
- a- vibratoire mécanique de forte énergie ; b- vibratoire mécanique de fréquence élevée ;
 c- électromagnétique polychromatique et non cohérent ; d- électromagnétique monochromatique et cohérent ;
 e- toutes ces réponses sont fausses.
- 26- une seule affirmation est exacte :
- a- le processus β^- consiste en un neutron qui se désintègre en un proton, un électron, et un antineutrino ;
 b- le processus β^+ consiste en un proton qui se désintègre en un neutron, un électron, et un neutrino ;
 c- le processus β^+ consiste en un proton qui se désintègre en un neutron, un positon, et un antineutrino ;
 d- le processus β^- consiste en un neutron qui se désintègre en un proton, un électron, et un neutrino ;
 e- toutes ces réponses sont fausses.

27- une seule affirmation est exacte :

- a- il existe plus de cinq familles radioactives dans le cadre de la radioactivité naturelle ;
- b- les radioéléments sont des éléments radioactifs artificiels ;
- c- une vache à isotope est un dispositif de dosimétrie à milieu scintillant ;
- d- dans le cadre de la dosimétrie, la dose dite efficace s'exprime en curie ;
- e- toutes ces réponses sont fausses.

28- l'activité d'une substance radioactive s'exprime comme :

- a- le nombre de désintégrations par unité de temps ;
- b- le nombre de désintégrations par unité de masse ;
- c- le nombre de désintégrations par nucléon ;
- d- le nombre de désintégrations par nucléide ;
- e- toutes ces réponses sont fausses.

29- dans un tube de Coolidge, l'énergie maximale du rayonnement X produit :

- a- augmente avec l'intensité du courant de chauffage ;
- b- augmente si la différence de potentiel U aux bornes du tube RX diminue ;
- c- est inversement proportionnelle à la longueur d'onde minimale ;
- d- est proportionnelle à la longueur d'onde minimale ;
- e- toutes ces réponses sont fausses.

30- dans le cadre de la biophysique, les radiations ionisantes entraînent des effets biologiques. Ceux-ci :

- a- ne peuvent entraîner la mort cellulaire ;
- b- ne peuvent entraîner de mutations cellulaires ;
- c- sont systématiquement d'ordre déterministe ;
- d- sont systématiquement d'ordre stochastique (aléatoire) ;
- e- toutes ces réponses sont fausses.

Barème :

- questions QCM (sans pénalités) :

questions 2, 3, 4, 6, 9, 11, 13, 16, 18, 19 : 1 pt (réponse juste : 1 pt ; réponse fausse ou pas de réponse : 0 pt)

questions 1, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24 : 0,5 pt (réponse juste : 0,5 pt ; réponse fausse ou pas de réponse : 0 pt)

- questions QCS (avec pénalités) :

questions 25 à 30 : 0,5 pt (réponse juste : 0,5 pt ; réponse fausse : - 0,5 pt ; pas de réponse : 0 pt)