



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ DU CONCOURS 2017 D'ADMISSION À L'ÉCOLE DE SANTÉ DES ARMÉES

Catégorie : Baccalauréat - Sections : Médecine et Pharmacie

Jeudi 13 Avril 2017

ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 1 heure 30 minutes

Coefficient 3

Durée conseillée pour les exercices de physique (25 pts/40) : 55 min

Durée conseillée pour les exercices de chimie (15 pts/40) : 35 min

Avertissements

- L'utilisation d'encre rouge, de téléphones portables, de calculatrices, de règles à calculs, de formulaires, de papiers millimétrés est interdite.
- Vérifiez que ce fascicule comporte 13 pages numérotées de 1 à 13, page de garde comprise
- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe.
- Toutes les réponses aux questions sous forme de QCM doivent être faites sur la grille de réponse jointe - Si le candidat répond aux QCM sur sa feuille et non sur la grille, ses réponses ne seront pas prises en compte par le correcteur.
- Pour chacun des QCM, il existe au minimum un item vrai parmi les cinq proposés.
- Des points seront retirés pour chaque erreur ; toutefois, la note obtenue à un QCM ne descendra pas en dessous de zéro (pas de report de points négatifs entre QCM).

DEBUT DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Le cancer du sein est le cancer le plus fréquemment observé chez la femme en France (1 femme sur 8). S'il est dépisté à un stade précoce, ce cancer peut être guéri dans 9 cas sur 10. Le sujet de physique est composé de cinq exercices indépendants portant sur les procédés diagnostiques et thérapeutiques de ce cancer ; des simplifications ont été réalisées pour une étude adaptée au programme de Terminale S.

PHYSIQUE : EXERCICE 1 : (3 points)

Dans les années 1960, la thermographie fut l'une des premières techniques utilisées pour diagnostiquer le cancer du sein. De nos jours, elle est formellement déconseillée dans de nombreux pays en raison de son manque de fiabilité (proportion importante de résultats faussement positifs et faussement négatifs).

Document 1 : principe de la thermographie

Le principe de la thermographie repose sur le phénomène physique selon lequel chaque corps dont la température est supérieure au zéro absolu (0 kelvin) émet des rayonnements électromagnétiques dont les longueurs d'onde dépendent de la température. Certaines tumeurs cancéreuses peuvent ainsi être vues par une caméra, car elles provoqueront des réactions inflammatoires qui réchaufferont la peau.

Document 2 : loi de Wien

Un corps chaud à une température T émet un rayonnement électromagnétique polychromatique dont l'intensité lumineuse est maximale à une longueur λ_{\max} qui est donnée par la loi de Wien :

$$\lambda_{\max} = \frac{A}{T} \text{ où } A \text{ est la constante de Wien (unité internationale : m.K)}$$

Pour le corps humain, à une température de 37°C : $\lambda_{\max} \approx 10 \mu\text{m}$.

QCM n°1 : (1 point) (document (2))

Sachant que la vitesse de propagation de la lumière dans l'air est de 3.10^8 m.s^{-1} , quelle est la valeur de la fréquence du rayonnement le plus intense émis par le corps humain à la température de 37°C ?

- A- $f_{\max} = 3.10^7 \text{ Hz}$
- B- $f_{\max} = 3.10^{10} \text{ Hz}$
- C- $f_{\max} = 3.10^{13} \text{ Hz}$
- D- $f_{\max} = 3.10^{16} \text{ Hz}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°2 : (1 point) (document (2))

Le rayonnement le plus intense émis par le corps humain à 37°C :

- A- Se situe dans le domaine ultra-violet
- B- Se situe dans le domaine infra-rouge
- C- S'il est absorbé par une molécule, il en modifiera son état énergétique vibrationnel
- D- S'il est absorbé par une molécule, il en modifiera son état énergétique électronique
- E- Les items A,B,C,D sont faux

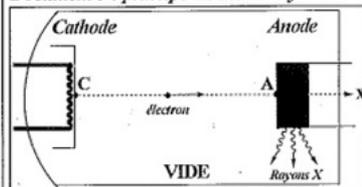
QCM n°3 : (1 point) (document (2))

En supposant que la température de la zone tumorale du sein vaut 38°C , quelle est la valeur de la nouvelle longueur d'onde (λ'_{\max}) du rayonnement électromagnétique le plus intense qui est émis ?

- A- $\lambda'_{\max} \approx (38/37) \times 10 \mu\text{m}$
- B- $\lambda'_{\max} \approx (37/38) \times 10 \mu\text{m}$
- C- $\lambda'_{\max} \approx (311/310) \times 10 \mu\text{m}$
- D- $\lambda'_{\max} \approx (310/311) \times 10 \mu\text{m}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

PHYSIQUE : EXERCICE 2 : (4,5 points)

De nos jours, la mammographie est l'examen de référence pour dépister le cancer du sein ; elle permet de mettre en évidence des cancers de petite taille avant l'apparition des premiers symptômes. Durant une mammographie, le sein est comprimé puis irradié par un faisceau de rayons X produit par un tube à RX ; la tumeur, plus dense, absorbera plus fortement ces RX générant ainsi un contraste sur l'image.

Document 3 : principe du tube à rayons X

Un tube RX est formé d'une cathode et d'une anode soumises à une différence de potentiels $V_A - V_C > 0$. La cathode chauffée va émettre des électrons avec une vitesse quasiment nulle ; sous l'action de la différence de potentiels, les électrons vont décrire de C vers A un mouvement rectiligne qui est uniformément accéléré. Arrivés à l'anode, les électrons interagissent avec les atomes de celle-ci conduisant à la production de RX.

Document 4 : grandeurs électriques

- ♦ Charge électrique d'un électron : $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- ♦ Une charge q en un point M au niveau duquel le potentiel électrique est V_M , possède une énergie potentielle électrique $E_{PE}(M)$ telle que : $E_{PE}(M) = q \cdot V_M$

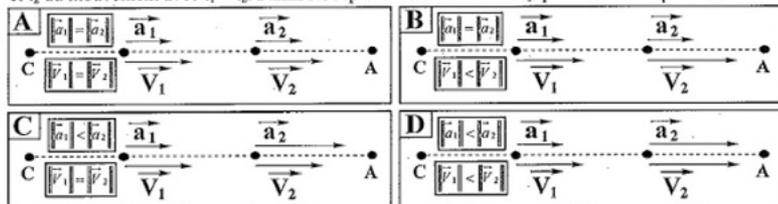
QCM n°4 : (0,5 point)

Pour étudier le mouvement de l'électron entre la cathode et l'anode, il est plus pertinent de se placer :

- A- Dans le référentiel terrestre
- B- Dans le référentiel géocentrique
- C- Dans le référentiel héliocentrique
- D- Dans le référentiel de l'électron
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°5 : (1 point) (document (3))

Dans cette question, on s'intéresse aux vecteurs accélération et vitesse de l'électron à deux instants t_1 et t_2 du mouvement avec $t_1 < t_2$. Parmi les représentations suivantes, quelle est celle qui est correcte ?



- A- La représentation (A)
- B- La représentation (B)
- C- La représentation (C)
- D- La représentation (D)
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°6 : (1 point) (documents (3),(4))

Si de C vers A l'électron n'est soumis qu'à l'action de la force électrique, alors on peut dire que :

- A- Son énergie cinétique augmente de C vers A
- B- Son énergie potentielle électrique augmente de C vers A
- C- Son énergie mécanique reste constante de C vers A
- D- Son énergie mécanique varie de C vers A
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°7 : (1 point)

Sachant que l'énergie cinétique de l'électron au niveau de l'anode est proportionnelle à la tension appliquée entre les électrodes, comment varie sa quantité de mouvement si la tension quadruple ?

- A- La quantité de mouvement est multipliée par deux
- B- La quantité de mouvement est multipliée par quatre
- C- La quantité de mouvement est multipliée par seize
- D- La quantité de mouvement est divisée par deux
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°8 : (1 point)

Si l'électron de masse m parvient au niveau de l'anode avec une vitesse V_A et une énergie cinétique E_{CA} , quelle est l'expression de la longueur d'onde λ de l'onde de matière qui lui est associée ? On notera : $h =$ constante de Planck ; $c =$ célérité de la lumière dans le vide

- A- $\lambda = \frac{hV_A}{E_{CA}}$
- B- $\lambda = \frac{hc}{E_{CA}}$
- C- $\lambda = \frac{h}{m \cdot c}$
- D- $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot E_{CA}}}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

PHYSIQUE : EXERCICE 3 : (6,5 points)

Dans certains cas, il est difficile de différencier une anomalie bénigne d'une anomalie cancéreuse avec les techniques d'imagerie conventionnelles ; on fait alors appel à l'imagerie par résonance magnétique.

Document 5 : principe de l'imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par Résonance Magnétique Nucléaire est basée sur la Résonance Magnétique Nucléaire des noyaux d'hydrogène ^1H présents dans le corps. Lors d'une expérience de RMN, on oriente dans un premier temps les noyaux d'hydrogène à l'aide d'un champ magnétique B_0 très intense. Ensuite, on fait raisonner les noyaux en les excitant par des ondes électromagnétiques appartenant au domaine des ondes radios. Enfin, on mesure le signal qu'ils émettent durant leur retour à l'état fondamental.

Document 6 : masse et composition moyenne d'un sein

- ♦ Masse moyenne d'un sein : 600 g
- ♦ Pourcentage massique en hydrogène : 10 %

Document 7 : constantes et aides aux calculs

- ♦ Masse molaire de l'atome d'hydrogène : $1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ♦ Constante d'Avogadro : $N_A \approx 6,10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- ♦ Constante de Planck : $h \approx 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- ♦ $I_0 =$ seuil d'audibilité de l'oreille humaine = $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- ♦ $\text{Log}(2) \approx 0,3$; $\text{Log}(3) \approx 0,5$; $1/1,1 \approx 0,91$; $1/6 \approx 0,16$; $10^{1,2} \approx 16$; $10^{0,6} \approx 4$

QCM n°9 : (1 point) (documents (6),(7))

Dans un sein, quel est le nombre moyen de noyaux d'hydrogène pouvant être mis en résonance ?

- A- $N(^1\text{H}) \approx 3,6 \cdot 10^{22}$
- B- $N(^1\text{H}) \approx 3,6 \cdot 10^{24}$
- C- $N(^1\text{H}) \approx 3,6 \cdot 10^{25}$
- D- $N(^1\text{H}) \approx 3,6 \cdot 10^{27}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

OCM n°10 : (1,5 points) (document 7))

Les ondes utilisées pour faire raisonner les noyaux d'hydrogène ont une longueur d'onde de 6 m. Quelle est la valeur de la quantité de mouvement des photons ayant cette longueur d'onde ?

- A- $p \approx 39,6 \cdot 10^{34}$ en unité internationale
- B- $p \approx 1,1 \cdot 10^{34}$ en unité internationale
- C- $p \approx 9,1 \cdot 10^{33}$ en unité internationale
- D- $p \approx 0,16$ en unité internationale
- E- Les items A,B,C,D sont faux

OCM n°11 : (2 points) (document 7))

L'un des inconvénients de l'IRM est le bruit de l'appareil durant son fonctionnement, ce qui nécessite de faire porter aux patients un casque anti-bruit qui atténue le son de 30 dB. Sachant que durant l'examen la patiente est à 1 m de l'appareil et qu'à cette distance le niveau d'intensité sonore L est de 100 dB, quelle sera l'intensité sonore I perçue par la patiente lorsqu'elle porte le casque anti-bruit ?

- A- $I = 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- B- $I = 10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- C- $I = 10^{-2} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- D- $I = 10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

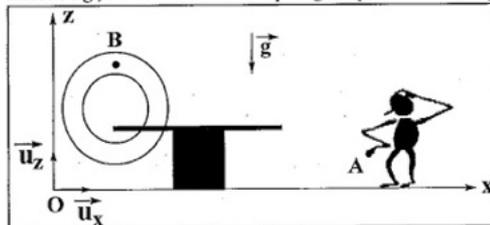
OCM n°12 : (1 point) (document 7))

On rappelle qu'à 1 m de l'appareil IRM, le niveau d'intensité sonore L mesuré est de 100 dB. Sachant que l'intensité sonore I d'un son diminue selon une loi en $1/d^2$ (d est la distance avec la source), à quelle distance doit être un radiologue pour que le niveau d'intensité sonore soit égal à 88 dB ?

- A- 2 mètres
- B- 4 mètres
- C- 8 mètres
- D- 16 mètres
- E- Les items A,B,C,D sont faux

OCM n°13 : (1 point)

Dans cette question, on se place dans le repère cartésien orthonormé (O ; x ; z) défini ci-dessous. Par mégarde, une personne entre dans la salle d'IRM en tenant dans sa main en A un trousseau de clés de masse 50 g ; sous l'action du champ magnétique intense de l'appareil, le trousseau vient s'y figer en B.



On prendra :
coordonnées du point A en mètres :
($x_A = 6 \text{ m}$; $z_A = 1 \text{ m}$)
coordonnées du point B en mètres :
($x_B = 2 \text{ m}$; $z_B = 4 \text{ m}$)

Vecteur accélération de la pesanteur :
 $\vec{g} = -10 \vec{m}_z$

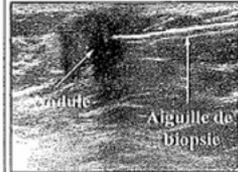
Quel est le travail de la force de pesanteur lorsque le trousseau se déplace de A vers B ?

- A- $W = -3,5 \text{ J}$
- B- $W = -2,5 \text{ J}$
- C- $W = -2,0 \text{ J}$
- D- $W = -1,5 \text{ J}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

PHYSIQUE : EXERCICE 4 : (6,5 points)

Pour confirmer la présence d'un cancer du sein, des échantillons de tissus provenant de deux nodules suspects sont prélevés grâce à une fine aiguille, puis examinés au microscope. Pour s'assurer que le médecin réalise le prélèvement au bon endroit, cette biopsie est guidée en temps réel par échographie.

Document 8 : principe de l'échographie mammaire



Lors d'un examen échographique, une sonde émet des ultrasons (US).

Les ondes US se propagent dans le sein et sont en partie réfléchies aux interfaces des nodules rencontrés et sur l'aiguille de biopsie.

Les ondes réfléchies sont ensuite récupérées par la sonde.

Le traitement numérique des données recueillies permet la reconstitution d'une image bidimensionnelle de la zone.

Document 9 : schématisation de la zone échographiée



Le sein échographié présente deux nodules (1) et (2) suspects séparés par une distance D. La sonde à ultrasons est placée à la surface du sein et émet vers les nodules des ultrasons selon la direction horizontale. Les ultrasons reçus par les nodules vont être réfléchis en A pour le nodule 1 et en B pour le nodule 2. On note Δt la durée séparant la réception, par la sonde, des ondes ultrasonores qui ont été réfléchies.

Document 10 : conditions d'interférence constructive et destructive de deux ondes

Soit Δx la différence de parcours de deux ondes (de longueur d'onde λ) pour se rendre au point d'interférence M ; l'interférence des deux ondes en M sera :

- ♦ destructive, si $\Delta x = (2n + 1) \cdot \lambda / 2$ avec $n =$ nombre entier négatif, nul ou positif
- ♦ constructive, si $\Delta x = n \cdot \lambda$ avec $n =$ nombre entier négatif, nul ou positif

Document 11 : constantes et aides aux calculs

- ♦ Masse volumique moyenne du tissu mammaire : $\rho = 900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- ♦ Célérité moyenne du son dans le tissu mammaire : $V = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

OCM n°14 : (1,5 points)

Les ondes ultrasonores utilisées pour réaliser l'échographie :

- A- Sont qualifiées d'ondes mécaniques
- B- Sont qualifiées d'ondes longitudinales
- C- Ont une célérité de $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans le vide
- D- Ont une fréquence pouvant être égale à 10 kHz
- E- Les items A,B,C,D sont faux

OCM n°15 : (1 point)

Si les célérités des ondes ultrasonores dans l'air et dans le tissu mammaire sont notées V_{air} et V_{tissu} , quelle est l'expression du rapport de fréquence des ultrasons dans ces deux milieux de propagation ?

- A- $\frac{F_{\text{tissu}}}{F_{\text{air}}} = 1$
- B- $\frac{F_{\text{tissu}}}{F_{\text{air}}} = \frac{V_{\text{tissu}}}{V_{\text{air}}}$
- C- $\frac{F_{\text{tissu}}}{F_{\text{air}}} = \frac{V_{\text{air}}}{V_{\text{tissu}}}$
- D- $\frac{F_{\text{tissu}}}{F_{\text{air}}} = V_{\text{air}} \times V_{\text{tissu}}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°16 : (1 point) (document (11))

La célérité V du son dans un milieu dépend de sa masse volumique ρ et de sa compressibilité χ selon :

$$V = \frac{1}{\sqrt{\rho \cdot \chi}}$$

A l'aide d'une analyse dimensionnelle, quelle est l'unité internationale du coefficient χ ?

- A- $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
- B- $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- C- $\text{kg}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$
- D- $\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°17 : (1 point) (documents (9),(11))

La durée Δt séparant la réception des échos des deux nodules est de 40 μs ; que vaut la distance D ?

- A- $D = 6 \text{ cm}$
- B- $D = 3 \text{ cm}$
- C- $D = 60 \mu\text{m}$
- D- $D = 30 \mu\text{m}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°18 : (2 points) (documents (9),(10))

Les ondes ultrasonores émises en direction des nodules sont en phase au niveau de la sonde. Pour que les ondes réfléchies en A et B interfèrent de façon destructive à leur retour sur la sonde :

- A- Elles doivent y être en phase
- B- Elles doivent y être en opposition de phase
- C- La distance D doit vérifier : $D = k \cdot (\lambda/2)$ où k est un nombre entier impair
- D- La distance D doit vérifier : $D = k \cdot (\lambda/4)$ où k est un nombre entier impair
- E- Les items A,B,C,D sont faux

PHYSIQUE : EXERCICE 5 : (4,5 points)

Il a été démontré que le fait d'avoir un enfant diminuait le risque de développer un cancer du sein et des études épidémiologiques montrent que son allaitement contribuerait aussi à diminuer ce risque.

Document 12 : caractéristiques du lait maternel

- ◆ Masse volumique : $\rho = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$
- ◆ Capacité thermique massique : $c_m = 4000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Document 13 : expression du flux thermique de conduction

Le flux thermique Φ (en W) traversant par conduction une plaque d'épaisseur Δx et de surface S est :

$$\Phi = S \times \frac{\lambda}{\Delta x} \times \Delta T \text{ avec}$$

- ◆ ΔT : différence de température de part et d'autre de la plaque
- ◆ λ : conductivité thermique du matériaux formant la plaque

Document 14 : conductivité thermique de différents matériaux pour biberon maternel

- ◆ Plastique PES (Poly Ether Sulfone) : $\lambda = 0,2$ unité internationale
- ◆ Verre à 98 % de dioxyde de silicium : $\lambda = 1,4$ unité internationale

QCM n°19 : (1 point)

Dans la liste ci-dessous, indiquer la(les) forme(s) d'énergie qui constitue(nt) l'énergie interne U d'un lait maternel qui serait contenu dans un biberon :

- A- L'énergie cinétique des molécules de lait
- B- L'énergie potentielle d'interaction des molécules de lait
- C- L'énergie potentielle de pesanteur du lait contenu dans le biberon
- D- L'énergie cinétique du lait dans le cas où le biberon serait déplacé
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°20 : (1 point) (document (12))

Quelle est la variation d'énergie interne de 50 mL de lait maternel qui serait sorti du réfrigérateur à 4°C et réchauffé au bain marie jusqu'à une température de 50°C ?

- A- $\Delta U = 9,2 \text{ kJ}$
- B- $\Delta U = 63,8 \text{ kJ}$
- C- $\Delta U = 9\,200 \text{ kJ}$
- D- $\Delta U = 63\,800 \text{ kJ}$
- E- Les items A,B,C,D sont faux

QCM n°21 : (2,5 points) (documents (13),(14))

Une maman dispose de deux types de biberons : l'un est en plastique PES et l'autre est en verre.

- A- L'unité internationale de la conductivité thermique est le $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- B- La conductivité thermique d'un matériau dépend de son épaisseur
- C- La résistance thermique de conduction est donnée par : $R = (S \cdot \lambda) / \Delta x$
- D- Si la maman souhaite réchauffer rapidement son biberon, elle a tout intérêt à utiliser un biberon en verre
- E- Les items A,B,C,D sont faux

FIN DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE

idePac