

MINISTÈRE DES ARMÉES

EPREUVES D'ADMISSIBILITE DU CONCOURS 2018
D'ADMISSION A L'ECOLE DE SANTE DES ARMEES

Catégorie : Baccalauréat - Sections : Médecine et Pharmacie

Vendredi 13 Avril 2018

EPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

18-DEC4-06138

Durée : 1 heure 30 minutes

Coefficient 3

Durée conseillée pour les exercices de physique (20 pts/40) : 45 min

Durée conseillée pour les exercices de chimie (20 pts/40) : 45 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'EPREUVE DE PHYSIQUE

Le sujet de physique est formé de quatre exercices indépendants présentant des procédés pour traiter les tumeurs ; des simplifications ont été faites pour une étude adaptée au programme de Terminale S.

PHYSIQUE : EXERCICE 1 : (5 points) (traitement d'une tumeur par échothérapie)

Le traitement d'une tumeur par échothérapie consiste à y focaliser des ondes ultrasonores d'énergie élevée de manière à y produire un réchauffement rapide entraînant la nécrose des tissus tumoraux et ainsi leur destruction. On utilise ce procédé pour traiter une tumeur de diamètre 1 cm ; les ultrasons mis en jeu ont une intensité acoustique $I = 10^8 \text{ W.m}^{-2}$ au niveau du point de focalisation ; dans les tissus adipeux, la fréquence des ultrasons vaut 3 MHz et leur vitesse de propagation est de 1500 m.s^{-1} .

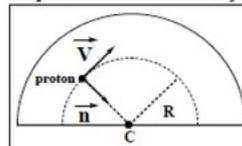
Constantes physiques – Aides aux calculs :

- Vitesse de propagation du son dans l'air : 340 m.s^{-1}
- Seuil d'audibilité de l'oreille humaine : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$
- $\text{Log}(2) \approx 0,3$; $\text{Ln}(2) \approx 0,7$; $\text{Log}(3) \approx 0,5$; $\text{Ln}(3) \approx 1,1$

- 1) Les ondes ultrasonores peuvent-elles se propager dans le vide ? Justifier.
- 2) Si les ultrasons utilisés pour l'échothérapie se propagent non plus dans les tissus adipeux mais dans l'air, la fréquence est-elle inférieure, égale ou supérieure à 3 MHz ? Justifier.
- 3) Quelle est, en mètre, la valeur de la longueur d'onde des ultrasons dans les tissus adipeux ?
- 4) Est-il pertinent de prendre en compte la diffraction des ultrasons par la tumeur ? Justifier.
- 5) Quelle est, en décibel, la valeur du niveau d'intensité sonore L des ultrasons utilisés ?
- 6) Un marteau piqueur produit un son de 100 dB ; combien de marteaux piqueurs faudrait-il pour égaler le niveau d'intensité sonore des ultrasons utilisés lors de cette échothérapie ?

PHYSIQUE : EXERCICE 2 : (5 points) (traitement d'une tumeur par protonthérapie) (partie 1)

Le traitement d'une tumeur par protonthérapie consiste à l'irradier par un faisceau mono énergétique de protons qui perdra la majeure partie de son énergie dans la tumeur générant ainsi sa destruction. Les protons utilisés sont au préalable accélérés grâce à un cyclotron formé d'électrodes semi-circulaires à l'intérieur desquelles règne un champ magnétique d'intensité B . Sous l'action du champ magnétique, les protons décrivent une trajectoire circulaire uniforme de rayon R et de centre C avec une vitesse V .



Dans l'électrode, on suppose que le proton de charge e et de masse m ne subit que l'action d'une force magnétique F dont l'expression est :

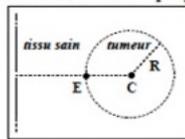
$$\vec{F} = eV.B.\vec{n}$$

où \vec{n} = vecteur unitaire lié au proton et orienté vers C

- 1) En vous aidant de l'expression de la force magnétique, proposer une unité, dans le système international, envisageable pour le champ magnétique B .
- 2) Dans quel référentiel doit-on se placer pour étudier le mouvement du proton ?
- 3) En appliquant la seconde loi de Newton au proton, établir l'expression de son vecteur accélération en fonction des grandeurs m , e , V , B et du vecteur unitaire.
- 4) Démontrer que le mouvement du proton dans l'électrode est circulaire uniforme.
- 5) Etablir l'expression de la vitesse V du proton en fonction des grandeurs m , e , R , B .
- 6) Démontrer que la durée Δt nécessaire au proton pour parcourir la demi-trajectoire circulaire décrite dans l'électrode admet pour expression : $\Delta t = (\pi m) / (e.B)$.

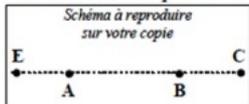
PHYSIQUE : EXERCICE 3 : (5 points) (traitement d'une tumeur par protonthérapie) (partie 2)

Le traitement d'une tumeur par protonthérapie consiste à irradier par un faisceau mono énergétique de protons qui perdra la majeure partie de son énergie dans la tumeur générant ainsi sa destruction. On utilise cette technique pour traiter une tumeur supposée sphérique de centre C et de rayon $R = 1$ cm.



Un proton est envoyé en direction de la tumeur ; il arrive à l'entrée E de la tumeur avec une énergie cinétique $E_{CE} = 2.10^{11}$ J et il stoppe son mouvement au centre C de la tumeur. On suppose qu'entre E et C, le proton est animé d'un mouvement rectiligne uniformément décéléré durant lequel il subit une force de frottement F_f de norme inconnue. Son poids est négligeable devant F_f .

- 1) On considère deux points A et B sur la trajectoire EC du proton (cf schéma ci-dessous).



- a) Représenter par des flèches en traits pleins les vecteurs vitesses en A et B ; justifier leurs longueurs relatives.
b) Représenter par des flèches en traits pointillés les vecteurs accélérations en A et B ; justifier leurs longueurs relatives.

- 2) Etablir l'expression du travail de la force de frottement entre E et C en fonction de F_f et R.
3) Durant le mouvement du proton de E vers C, décrire les évolutions de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle de pesanteur et de l'énergie mécanique du proton. Justifier vos réponses.
4) Etablir l'expression de la norme de la force de frottement F_f en fonction de E_{CE} et de R. En déduire la valeur numérique de la norme de la force de frottement.

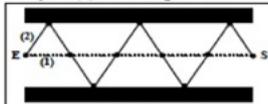
PHYSIQUE : EXERCICE 4 : (5 points) (traitement d'une tumeur par photothérapie dynamique)

Le traitement d'une tumeur par photothérapie dynamique consiste dans un premier temps à injecter un médicament photosensible dans la tumeur. Dans un second temps, ce médicament photosensible est activé en l'éclairant par une lumière laser qui est guidée jusqu'à la tumeur grâce à une fibre optique.

Formulaire – Constantes physiques – Aides aux calculs :

- Puissance énergétique (W) = Energie (J) / Durée (s)
- Nombre d'Avogadro : $N_A \approx 6,0.10^{23}$ particules.mol⁻¹
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,0.10^8$ m.s⁻¹
- Constante de Planck : $h \approx 6,0.10^{-34}$ J.s

- 1) On injecte dans la tumeur $6,0 \mu\text{g}$ de molécules photosensibles ; sachant que leur masse molaire moléculaire est de 150 g.mol^{-1} , calculer le nombre de molécules injectées.
2) Le laser émet dans l'air une lumière de longueur d'onde 600 nm à une puissance de 300 mW .
a) Que vaut la quantité de mouvement d'un photon laser ? Préciser son unité.
b) Que vaut, en joule, le quantum énergétique d'un photon laser ?
c) Quel est le nombre de photons émis par le laser en une seconde ?
3) Le schéma ci-dessous est une portion de la fibre optique dans laquelle on a fait figurer deux rayons lumineux se propageant de E vers S (le rayon (1) en pointillé se propage en ligne droite ; le rayon (2) en trait plein subit une suite de réflexions totales au niveau de la gaine de la fibre).



Pour simplifier l'étude, on suppose que :

- au point E, les deux rayons sont en phase
- la longueur d'onde dans la fibre reste $\lambda = 600 \text{ nm}$
- la distance entre deux points consécutifs (•) vaut 300 nm

- a) Calculer la différence de parcours des deux rayons (1) et (2) durant leur trajet de E vers S.
b) Déduire de la question (a) l'état vibratoire (ou état de phase) des deux rayons au point S.
c) Déduire de la question (b) si l'interférence des rayons en S est constructive ou destructive.

FIN DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE