

CONCOURS 2015 D'ADMISSION
A L'ECOLE DE SANTE DES ARMEES

CATEGORIE BACCALAUREAT

Sections : Médecine – Pharmacie

EPREUVES ECRITES D'ADMISSIBILITE
PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 1 heure 30 minutes

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

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

Coefficient : 3

Mercredi 15 Avril 2015

Avertissements

- L'utilisation d'encre rouge est interdite
- L'utilisation de calculatrices, règles à calculs, formulaires, papier millimétré est interdite
- Vérifiez que ce fascicule comporte 15 pages numérotées de 1 à 15, page de garde comprise
- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe
- En ce qui concerne les Questions à Choix Multiples :
 - 1) Reportez vos réponses sur la grille de QCM sans les justifier
 - 2) Pour chacun des QCM, il existe au minimum une bonne réponse
 - 3) Une réponse à un item sera considérée comme incorrecte si l'item a été coché alors qu'il ne devait pas l'être ou si l'item n'a pas été coché alors qu'il devait l'être
 - 4) Des points seront retirés pour chaque item incorrect ; toutefois, la note obtenue à un QCM ne descendra pas en dessous de zéro (pas de report de points négatifs entre QCM)

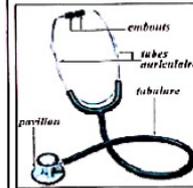
DEBUT DE L'EPREUVE DE PHYSIQUE

Un patient de 50 ans en surcharge pondérale vient consulter aux urgences suite à de fortes douleurs thoraciques accompagnées de vertiges. A travers les sept exercices indépendants suivants, nous vous présentons la prise en charge de ce patient. La réalité médicale et les valeurs numériques ont été volontairement simplifiées afin d'en réaliser une étude adaptée au programme de Terminale S.

PHYSIQUE : EXERCICE 1 : (2 points)

Le médecin ausculte le patient à l'aide d'un stéthoscope notant un assourdissement des bruits du cœur.

Document 1 : schéma et principe de fonctionnement d'un stéthoscope



Un stéthoscope comporte un pavillon, pièce métallique pourvue d'une membrane que l'on applique sur la peau du patient. Cette membrane, mise en vibration par les sons corporels, est reliée à une tubulure qui se divise en deux tubes auriculaires prolongés chacun par des embouts que le praticien place dans ses oreilles.

L'amplification du son par le stéthoscope est en partie due à la diminution de la surface de propagation entre pavillon et embout (surface du pavillon / surface de l'embout auriculaire ≈ 40).

Document 2 : relation entre intensité sonore et puissance acoustique

L'intensité sonore I ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) est reliée à la puissance acoustique P (W) et à la surface de propagation S (m^2) par l'expression : $I(\text{W}\cdot\text{m}^{-2}) = P(\text{W}) / S(\text{m}^2)$

Document 3 : constantes et aides aux calculs

I_0 = seuil d'audibilité de l'oreille humaine = $10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
 $\text{Log}(a.b) = \text{Log}(a) + \text{Log}(b)$; $\text{Log}(a^n) = n.\text{Log}(a)$
 $\text{Log}(2) \approx 0,3$; $\text{Log}(3) \approx 0,5$

QCM n°1 : (0,5 point) (documents (1), (3))

Un sonomètre plaqué à l'extrémité d'un seul embout mesure un niveau d'intensité sonore de 60 dB. Quelle est l'intensité sonore à la sortie d'un seul embout ?

- A- $10^{-3} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- B- $10^{-6} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- C- $10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- D- $10^{-18} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- E- Aucune réponse juste

QCM n°2 : (0,5 point) (documents (1), (3)) (suite du QCM n°1)

Si les deux embouts sont plaqués au sonomètre, quel niveau d'intensité sonore va-t-il mesurer ?

- A- 30 dB
- B- 60 dB
- C- 63 dB
- D- 120 dB
- E- Aucune réponse juste

QCM n°3 : (1 point) (documents (1), (2), (3))

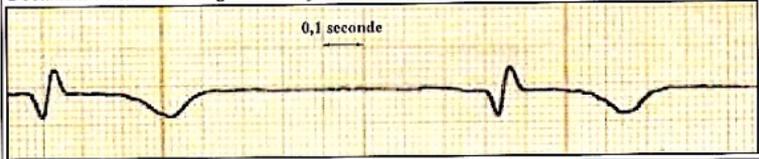
Quelle est l'augmentation du niveau d'intensité sonore due à la diminution de la surface de propagation lorsque le son passe du pavillon à un embout auriculaire ? On supposera que la puissance acoustique au niveau du pavillon est la même que celle au niveau de l'embout.

- A- 6 dB
- B- 9 dB
- C- 16 dB
- D- 160 dB
- E- Aucune réponse juste

PHYSIQUE : EXERCICE 2 : (1 point)

A ce stade, le médecin suspecte un infarctus du myocarde ; pour valider ce diagnostic, il réalise sur le patient un électrocardiogramme, examen qui permet de mesurer son activité électrique cardiaque.

Document 4 : électrocardiogramme du patient



Document 5 : arythmie cardiaque

L'arythmie cardiaque est une perturbation du rythme cardiaque. Le rythme normal au repos chez l'adulte se situe entre 60 et 90 battements par minute (bpm) ; s'il est inférieur à 60 bpm, on parle de bradycardie et s'il dépasse les 90 bpm, on parle de tachycardie.

QCM n°4 : (1 point) (documents (4), (5))

Cochez la(les) proposition(s) correcte(s) :

- A- La période d'un cycle électrique cardiaque est de 420 ms à plus ou moins 60 ms
- B- La période d'un cycle électrique cardiaque est de 1100 ms à plus ou moins 60 ms
- C- Le patient est en arythmie : il bradycardise
- D- Le patient est en arythmie : il tachycardise
- E- Le patient n'est pas en arythmie

PHYSIQUE : EXERCICE 3 : (3 points)

L'allure de l'électrocardiogramme confirme un infarctus du myocarde. En attendant d'autres examens, le patient est monitoré pour surveiller l'évolution de son état de santé. Parmi les appareils utilisés, on trouve un saturomètre qui mesure la saturation en oxygène au niveau des capillaires sanguins.

Document 6 : composition du sang et d'un globule rouge

Un volume d'1 mm³ de sang contient environ 6 millions de globules rouges ; chaque globule rouge contient environ 300 millions de molécules d'hémoglobine ; chaque molécule d'hémoglobine peut fixer 4 molécules de dioxygène. L'hémoglobine oxygénée s'appelle l'oxyhémoglobine (HbO₂) et absorbe majoritairement dans l'infrarouge ($\lambda \approx 900$ nm) ; l'hémoglobine désoxygénée s'appelle la déoxyhémoglobine (Hb) et absorbe majoritairement dans le rouge ($\lambda \approx 660$ nm).

Document 7 : principe du saturomètre

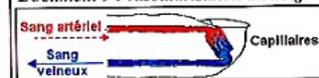


Il est composé de deux diodes : l'une émet dans le rouge et l'autre dans l'infrarouge ; ces deux lumières traversent les capillaires sanguins de l'extrémité du doigt et sont absorbées différemment en fonction des quantités de Hb et HbO₂ présent dans le sang ; la mesure des intensités reçues par le détecteur permet de remonter à la valeur de la saturation en oxygène.

Document 8 : définition de la saturation en oxygène

La saturation en oxygène permet d'évaluer le taux de remplissage d'un globule rouge en oxygène ; par exemple, si la saturation en oxygène est de 90 %, alors en moyenne, chaque globule rouge contient 90 % d'oxyhémoglobine (HbO₂) et 10 % de déoxyhémoglobine (Hb).

Document 9 : vascularisation du doigt



L'extrémité du doigt est vascularisée par des capillaires :
♦ les capillaires les plus gros ont un diamètre de 30 μ m
♦ les capillaires les plus petits ont un diamètre de 3 μ m

QCM n°5 : (1 point) (documents (6), (7))

Cochez la(les) proposition(s) correcte(s) :

- A- L'absorption de la lumière rouge modifie l'état vibrationnel de l'hémoglobine
- B- L'absorption de la lumière rouge modifie l'état électronique de l'hémoglobine
- C- L'absorption de la lumière infra-rouge modifie l'état vibrationnel de l'hémoglobine
- D- L'absorption de la lumière infra-rouge modifie l'état électronique de l'hémoglobine
- E- Aucune réponse : durant la mesure, l'hémoglobine émet de la lumière mais n'en absorbe pas

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

Dans quelle situation la diffraction de la lumière émise par la diode est-elle la plus importante ?

- A- Diffraction de la lumière rouge par les capillaires de diamètre 3 μ m
- B- Diffraction de la lumière rouge par les capillaires de diamètre 30 μ m
- C- Diffraction de la lumière infra-rouge par les capillaires de diamètre 3 μ m
- D- Diffraction de la lumière infra-rouge par les capillaires de diamètre 30 μ m
- E- Les items C et D sont faux car seule une lumière visible peut être diffractée

QCM n°7 : (1 point) (documents (6), (8))

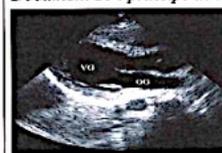
La saturation en oxygène du patient chute à 80 % puis redevient normale après l'avoir oxygéné sous masque. Quel était le nombre de mole de molécules de dioxygène contenues dans un volume d'un mm³ de sang lorsque le patient était en hypoxie ? On donne : nombre d'Avogadro $\approx 6.10^{23}$ mol⁻¹.

- A- 2,4.10⁻⁹ mole
- B- 3,0.10⁻⁹ mole
- C- 9,6.10⁻⁹ mole
- D- 1,2.10⁻⁸ mole
- E- 9,6.10⁻³ mole

PHYSIQUE : EXERCICE 4 : (3 points)

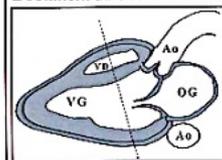
L'un des examens complémentaires réalisés est une échographie cardiaque ; ce procédé d'imagerie permet de visualiser le fonctionnement du cœur et de mesurer ses longueurs caractéristiques (diamètre ventriculaire, ...) pour en déduire des grandeurs liées à son fonctionnement (fraction d'éjection, ...).

Document 10 : principe de l'échographie cardiaque



Lors d'un examen échographique, une sonde émet des ultrasons. Ces ondes se propagent dans le cœur et sont partiellement réfléchies aux interfaces des différents tissus rencontrés. Les ondes réfléchies sont ensuite récupérées par la sonde. Le traitement numérique des données recueillies permet la reconstitution d'une image bidimensionnelle du cœur.

Document 11 : schéma anatomique simplifié du cœur



VG = ventricule gauche
VD = ventricule droit
OG = oreille gauche
Ao = aorte

..... = direction d'émission de la sonde
(utilisation pour le QCM n°8)

Document 12 : condition d'interférence constructive et destructive de deux ondes

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

- ♦ destructive si $\delta = (2.n + 1).\lambda$ avec $n =$ nombre entier négatif, nul ou positif
- ♦ constructive si $\delta = n.\lambda$ avec $n =$ nombre entier négatif, nul ou positif

QCM n°8 : (1 point) (documents (10), (11))

On réalise une mesure échographique en utilisant la direction d'émission du document (11). Quel est le diamètre du ventricule gauche sachant que l'on mesure un décalage temporel $\Delta t = 60 \mu s$ entre les deux échos relatifs aux deux parois de ce ventricule ? On donne : célérité du son dans VG $\approx 1500 \text{ m/s}$

- A- 22,5 mm
- B- 45 mm
- C- 67,5 mm
- D- 90 mm
- E- 112,5 mm

QCM n°9 : (1 point) (document (12))

Si Δt est la différence de temps de parcours de deux ondes pour se rendre au point d'interférence M et si T est la période temporelle des deux ondes, l'interférence des deux ondes en M sera constructive si :

- A- $\Delta t = (n/c).T$
- B- $\Delta t = (c/n).T$
- C- $\Delta t = 1/(n.T)$
- D- $\Delta t = T/n$
- E- $\Delta t = n.T$

QCM n°10 : (1 point) (document (12))

La sonde ultrasonore utilisée est constituée d'un cristal piézoélectrique de rayon R. La surface de ce cristal se décompose en une infinité de sources ultrasonores ponctuelles émettant des ultrasons interférant dans l'espace. On se limite aux deux sources S_1 et S_2 situées aux extrémités du cristal ; elles émettent des ondes interférant au point M situé sur l'axe de la sonde.



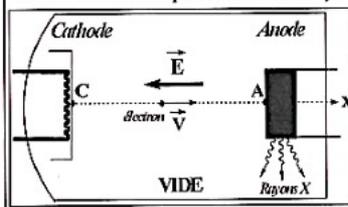
En M, l'interférence des ondes issues de S_1 et S_2 :

- A- Est toujours constructive
- B- Est toujours destructive
- C- Est constructive à certains instants seulement
- D- Est destructive à certains instants seulement
- E- Est tantôt constructive, tantôt destructive

PHYSIQUE : EXERCICE 5 : (3 points)

La surcharge pondérale du patient le rend faiblement échogène et ne permet donc pas des mesures précises en échographie cardiaque. Dans ce cas de figure, une des possibilités est de réaliser une angiocardigraphie : elle consiste à injecter au patient un produit iodé opaque aux rayons X et à prendre des clichés radiographiques du cœur à différents instants pour en voir son fonctionnement.

Document 13 : description d'un tube à rayons X



Un tube RX est formé d'une cathode (C) et d'une anode (A) séparées par une distance L entre lesquelles on impose une différence de potentiel $V_A - V_C > 0$.

La cathode chauffée émet des électrons avec une vitesse négligeable ; ils sont ensuite accélérés jusqu'à l'anode grâce au champ électrique E généré par la différence de potentiel entre (C) et (A).

Arrivés à l'anode, les électrons interagissent avec les atomes de celle-ci conduisant à la production de RX.

Document 14 : grandeurs électriques

- ♦ La charge électrique d'un électron est $q = -e$ avec $e =$ charge élémentaire
- ♦ Une charge q placée dans un champ électrique E est soumise à une force électrique :
 $\vec{F} = q.\vec{E}$
- ♦ Le champ électrique E généré entre deux points A et B de potentiel V_A et V_B est :
 $V_A - V_B = \vec{E}.AB$

QCM n°11 : (1 point) (documents (13), (14))

Entre la cathode et l'anode, l'électron n'est soumis qu'à l'action de la force électrique et il est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

- A- Le mouvement est étudié en se plaçant dans le référentiel de l'électron
- B- L'accélération de l'électron augmente régulièrement entre la cathode et l'anode
- C- La dérivée temporelle de la quantité de mouvement est égale à la force électrique
- D- L'énergie mécanique de l'électron reste constante entre la cathode et l'anode
- E- Le poids étant négligé, l'électron n'a aucune forme d'énergie potentielle

QCM n°12 : (1 point) (documents (13), (14))

Quelle est l'expression du travail de la force électrique entre la cathode et l'anode ?

- A- $W = 0$
- B- $W = e.(V_A - V_C)$
- C- $W = e.(V_C - V_A)$
- D- $W = [e.(V_A - V_C)] / L$
- E- $W = [e.(V_C - V_A)] / L$

QCM n°13 : (1 point) (document (13))

Si l'électron de masse m parvient au niveau de l'anode avec une vitesse V et une énergie cinétique E_{C0} , 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- $\lambda = \frac{h.V}{E_{C0}}$
- B- $\lambda = \frac{h.c}{E_{C0}}$
- C- $\lambda = \frac{h}{m.c}$
- D- $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2.E_{C0}}}$
- E- $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2.E_{C0}.m}}$

PHYSIQUE : EXERCICE 6 : (3 points)

Quelques années plus tard, l'état du patient se dégrade au point qu'une greffe cardiaque s'impose.

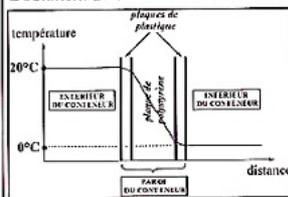
Document 15 : extrait du protocole pour le conditionnement du greffon cardiaque

- ♦ placer le greffon dans un récipient stérile, étanche, à usage unique
- ♦ immerger le greffon avec un volume adapté de sérum froid à une température de 4°C
- ♦
- ♦ déposer un lit de glace pilée non stérile au fond du conteneur de transport pour que la température à l'intérieur de celui-ci soit de 0°C
- ♦ sceller le conteneur de transport

Document 16 : caractéristiques du greffon cardiaque

- ♦ température initiale lors de son retrait du patient donneur : 37°C
- ♦ capacité thermique massique $\approx 4 \cdot 10^3$ unités du système international
- ♦ masse ≈ 300 grammes

Document 17 : structure et caractéristique thermique de la paroi du conteneur de transport



La paroi du conteneur de transport est formée d'une plaque de polystyrène entourée de deux plaques de plastique de même épaisseur.

Pour un flux thermique constant, l'évolution de la température à la traversée de la paroi du conteneur est représentée dans le graphique de gauche.

La résistance thermique de la paroi du conteneur est : $R_{\text{paroi}} \approx 2$ USI (unité système international)

Document 18 : expression du flux thermique de conduction

- Le flux thermique Φ (en W) traversant par conduction une plaque a pour expression : $\Phi = \Delta T / R$ où
- ♦ ΔT = différence de température de part et d'autre de la plaque
 - ♦ R = résistance thermique de la plaque

OCM n°14 : (1,5 points) (documents (15), (16))

A propos du refroidissement du greffon dans le sérum :

- A- La variation de température du greffon lors de son refroidissement est de -306 kelvin
- B- L'échange thermique entre le sérum et le greffon est principalement réalisé par convection
- C- L'unité dans le système international de la capacité thermique massique est $\text{J} \cdot \text{C}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
- D- La variation d'énergie interne du greffon lors de son refroidissement est de $-39,6$ kJ
- E- L'énergie potentielle de pesanteur du cœur fait partie de son énergie interne

OCM n°15 : (1,5 points) (documents (17), (18))

A propos de l'échange thermique par conduction à travers la paroi du conteneur de transport :

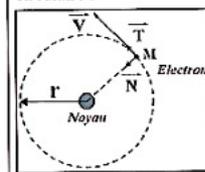
- A- Le transfert thermique est réalisé de l'intérieur du conteneur vers l'extérieur
- B- Le flux thermique échangé par conduction à travers la paroi du conteneur est de 10 W
- C- Le transfert est plus important si la température intérieure est de 5°C et l'extérieur de 25°C
- D- La résistance thermique d'une plaque en plastique est plus petite que celle en polystyrène
- E- La résistance thermique de la paroi du conteneur est le produit des résistances de chacune des plaques constituant cette paroi (2 plaques en plastique + 1 plaque en polystyrène)

PHYSIQUE : EXERCICE 7 : (5 points)

L'imagerie de Résonance Magnétique Nucléaire cardiaque donne des clichés de meilleure qualité que l'angiocardigraphie ; elle est basée sur la mise en résonance des noyaux d'hydrogène présents en très grande quantité dans le cœur. Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement de l'électron d'un atome d'hydrogène décrit avec le modèle de Rutherford, appelé modèle atomique planétaire.

Document 19 : modèle de Rutherford de l'atome d'hydrogène et repère d'étude

L'atome est formé d'un noyau chargé positivement et d'un électron chargé négativement autour de celui-ci, telle une planète qui graviterait autour du Soleil. L'orbite décrite est une orbite circulaire uniforme dont la valeur du rayon r peut évoluer de façon continue.



Le mouvement de l'électron (masse m) est étudié dans le repère mobile ($M; \vec{T}; \vec{N}$) lié à l'électron dont les axes sont perpendiculaires entre eux.

Document 20 : force électrique exercée sur l'électron

On néglige le poids de l'électron face à la force électrique ; dans le repère présenté au document (19), l'expression de la force électrique attractive exercée par le noyau sur l'électron à la distance r est :

$$\vec{F}_e = K \cdot \frac{e^2}{r^2} \cdot \vec{N} \text{ où } K \text{ est une constante}$$

Document 21 : spectre d'absorption de l'atome d'hydrogène éclairé en lumière blanche



- 1) A l'aide des documents (19) et (20), établir l'expression vectorielle de l'accélération en fonction de K , e , r , m ainsi que des vecteurs unitaires du repère mobile.
- 2) Démontrer, en vous aidant du résultat de la question (1), que le mouvement de rotation circulaire est forcément un mouvement uniforme.
- 3) Etablir l'expression de la vitesse V en fonction de K , e , r , m .
- 4) Montrer que la période de révolution de l'électron autour du noyau vérifie une expression du type $T = a \times \sqrt{b \times r^3}$; exprimer a et b .
- 5) Dans ce modèle, on montre que l'énergie totale de l'électron sur son orbite circulaire de rayon r vérifie la relation : $E = -0,5 \cdot K \cdot e^2 / r$. En vous aidant de cette formule et du document (19), expliquer pourquoi le document (21) met en défaut le modèle de Rutherford.

FIN DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE