

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1

FACULTE DE MEDECINE LYON - EST

CONCOURS DE PCEM 1

280

07 Janvier 2010

Examen Partiel Biophysique – Partie Physique
Pr Christian Scheiber

16 points sur 200
90 minutes

Vous devez vérifier que ce fascicule est complet. Il doit comporter 25 QCM
et avoir 11 pages numérotées de 1 à 11

LES CALCULATRICES SONT INTERDITES

Pour chaque question, le nombre de propositions justes peut être de 0 à 5

Usage du formulaire, constantes et données : c'est vous qui devez penser à rechercher dans cette page une information utile. Dans la liste il peut y en avoir qui ne servent pas.

Attention !! certains QCM peuvent ne pas être en SI quand une autre unité (ex la calorie) est toujours utilisée en biologie ou en médecine

Les QCM sont classé en difficulté/temps de résolution croissants (*), (**), (***).
Les QCM (***) seront comptés double

1 (*) Dimensions

- A La raideur d'un ressort a pour dimension MT^{-1}
- B Un champ électrique a pour dimension $MLT^{-3}I^{-1}$
- C L'électron volt (eV) est une unité d'énergie
- D La constante de Planck h a pour dimension ML^2T^{-1}
- E La dimension d'une pression est $ML^{-2}T^{-2}$

2 (*) Loi de Beer-Lambert

Une solution de molécules absorbantes de masse molaire 1 kg/mol est introduite dans une cuve d'épaisseur 1 cm.

Le coefficient d'extinction de ces molécules est $\epsilon=1 \text{ (mg/mL)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ à la longueur d'onde utilisée. Seule 10% de la lumière incidente est transmise à travers la cuve

- A L'absorbance est 1
- B L'absorbance est 2
- C La concentration est 1 mg/mL
- D La concentration est 10 mg/mL
- E La concentration est 10^{-3} mol/L

3 (*) Champ électrique uniforme

Un champ électrique est dit uniforme si le champ électrique a la même valeur (que l'on supposera ici non nulle) en tout point de l'espace

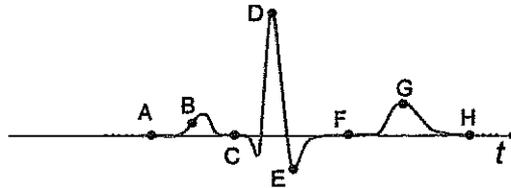
- A Une charge électrique peut créer un champ électrique uniforme
- B Un dipôle électrique peut créer un champ électrique uniforme
- C Le potentiel électrique V est nul en tout point dans un champ électrique uniforme
- D Le potentiel électrique V est uniforme dans un champ électrique uniforme
- E Une particule chargée introduite sans vitesse initiale dans un champ électrique uniforme va entrer en mouvement

4 (*) RMN

Soit B_0 le champ magnétique principal, le référentiel tournant

- A Tourne perpendiculairement à B_0 avec une vitesse angulaire proportionnelle à la moitié de l'amplitude du champ magnétique généré par la bobine
- B Tourne autour de B_0 avec une fréquence égale à la fréquence du courant qui parcourt la bobine à la résonance
- C Tourne autour de B_0 à la fréquence de Larmor
- D Est généré par l'application d'une série d'échos de spin
- E N'est qu'une abstraction mathématique utilisée dans l'approche classique de la RMN

5 (*) Dérivations



Soit un tracé physiologique d'ECG en dérivation D_{II} ci-dessus.

- A La dérivation D_{II} est une dérivation bipolaire
- B La dérivation D_{II} est une dérivation qui explore le cœur dans un plan transversal
- C Lors d'un trouble de repolarisation ventriculaire, les points B et D seraient vraisemblablement plus proches l'un de l'autre
- D Le point B est contemporain de la dépolarisation auriculaire
- E Le point G est contemporain de la repolarisation auriculaire

6 (*) Lentille mince convergente

- A Une lentille est un système optique stigmatique dans l'approximation de Gauss (rayons proches de l'axe optique)
- B L'image du foyer objet est le foyer image
- C L'image d'un objet placé avant le foyer objet est toujours réelle
- D L'image d'un objet placé entre le foyer objet et la lentille est inversée
- E L'image d'un objet placé avant la lentille peut être située entre la lentille et le foyer image

7 (*) Fréquence de Larmor

Une aimantation M_0 , précessant dans un champ statique $B_0 = 4,5T$, est basculée d'un angle inconnu grâce à un champ radiofréquence $B_1 = 900\mu T$. Cette aimantation a effectué 1000 tours autour de B_0 pendant le temps de la bascule. De quel angle l'aimantation a-t-elle basculé autour du champ B_1 ?

- A $1,25^\circ$ B 90° C 50° D 72° E Autre valeur

8 (*) Ondes

Soit une onde plane électromagnétique de fréquence $N=5.10^6$ Hz se propageant dans l'eau d'indice de réfraction $n=1,5$. Que vaut approximativement la pulsation ω et de quel type d'onde s'agit-il ?

- A 3.10^7 rad.s⁻¹ et onde radio
- B 3.10^7 rad.s⁻¹ et onde micrométrique
- C 10^{-6} rad.s⁻¹ et onde X
- D 10^{-6} rad.s⁻¹ et onde radio
- E 3.10^8 rad.s⁻¹ et onde visible

9 (*) Radioactivité

Lors d'une radiothérapie par l'iode 131 (période physique de 8 jours), on administre à un patient une activité de 4000 MBq. Quelle est la masse d'iode administrée, en supposant que la dose thérapeutique ne contient que de l'iode-131 et aucun autre isotope de l'iode

- A 870 μg B 0,87 μg C 0,66 mg D 0,6 g E 0,0066 μg

10 (*) Dosimétrie

- A La dimension de la dose absorbée est une énergie et son unité est le Gray (Gy)
B La dose n'a pas le même effet biologique selon la nature du rayonnement ; la dose équivalente (en Sievert) est calculée à partir des courbes de Bragg
C La dose efficace est calculée en faisant la somme des doses reçues par différentes parties du corps, chacune affectée d'un facteur de pondération spécifique W_T
D En France, l'irradiation naturelle entraîne une exposition annuelle moyenne de 0,25 mSv
E Une irradiation de 40 mSv en 1 fois entraîne la mort immédiate

11 (**) Dimensions

Un balancier d'horloge est constitué d'une tige de masse m , de longueur l au bout de laquelle se trouve un disque de rayon R et de masse M

- A Le terme MR^2 a la dimension d'un moment d'inertie
B g a la dimension d'une force
C Si une relation n'est pas homogène cela veut dire qu'elle est fautive
D Si une relation est homogène cela signifie qu'elle est obligatoirement juste
E La formule ci-dessous reliant la période T_0 aux autres paramètres est dimensionnellement correcte :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{ml^2}{3} + \frac{MR^2}{2} + M(R+l)^2}{g\left(M(l+R) + m\frac{l}{2}\right)}}$$

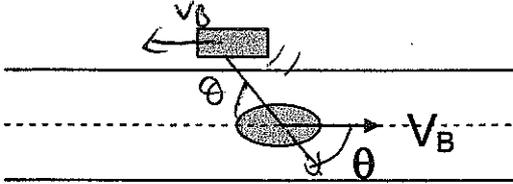
12 (**) Césium

Le césium 137 est un élément radioactif de demi-vie $t_{1/2} = 30$ ans

- A Après 15 ans, le nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon de césium 137 a diminué d'exactly 25%
B Après 60 ans, le nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon de césium 137 a diminué d'exactly 75%
C La durée nécessaire à la disparition de 99% du nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon de césium 137 est d'environ 50 ans
D Cette durée est d'environ 200 ans
E Cette durée est d'environ 400 ans

13 (**) Effet Doppler

Un hors-bord de course se déplaçant à une vitesse $V_B = 34\text{m.s}^{-1}$ dépasse une voiture arrêtée sur la berge. La voiture klaxonne avec une fréquence N . La fréquence apparente N_a du son reçu par les passagers du bateau dépend de l'angle θ entre l'axe de déplacement du bateau et la ligne voiture-bateau comme dans l'échographie Doppler



- A Si $\theta = 90^\circ$, $N_a = (9/10) N$
- B Si $\theta = 90^\circ$, $N_a = N$
- C Si $\theta = 60^\circ$, $N_a = (9/10) N$
- D Si $\theta = 60^\circ$, $N_a = (19/20) N$
- E Si $\theta = 0^\circ$, $N_a = (9/10) N$

14 (**) Choc élastique

Deux corps de masse identique se déplacent le long d'un même axe à des vitesses $v_1 = 2v$ et $v_2 = -v$ et subissent un choc élastique. Les vitesses suivant le choc sont notées v'_1 et v'_2

- A L'énergie cinétique totale est conservée
- B $v'_1 = 1,5 v$ et $v'_2 = -1,5 v$
- C $v'_1 = 1,5 v$ et $v'_2 = -3 v$
- D $v'_1 = -v$ et $v'_2 = 2 v$
- E $v'_1 = -2 v$ et $v'_2 = v$

15 (**) Oscillateur

Un oscillateur est constitué par un solide de masse m attaché à l'extrémité d'un ressort, de masse négligeable et de constante de raideur $k = 8 \text{ N.m}^{-1}$. Le solide oscille sans frottement selon l'axe horizontal Ox . On repère la position, à l'instant t , du centre d'inertie du solide par l'abscisse $x(t)$. L'origine O du repère correspond à la position du centre d'inertie à l'équilibre. L'équation horaire du mouvement s'écrit : $x(t) = 0,1 \cos(10t + 0,314)$ avec toutes les grandeurs en unités S.I.

- A A l'instant $t=0$, le solide est sans vitesse initiale
- B L'énergie mécanique de l'oscillateur est 80 mJ
- C La vitesse maximale du solide est 1 m.s^{-1}
- D La masse du solide est 80 g
- E L'accélération maximale du solide est 1 m.s^{-2}

16 (**) Spectroscopie d'émission d'une solution moléculaire

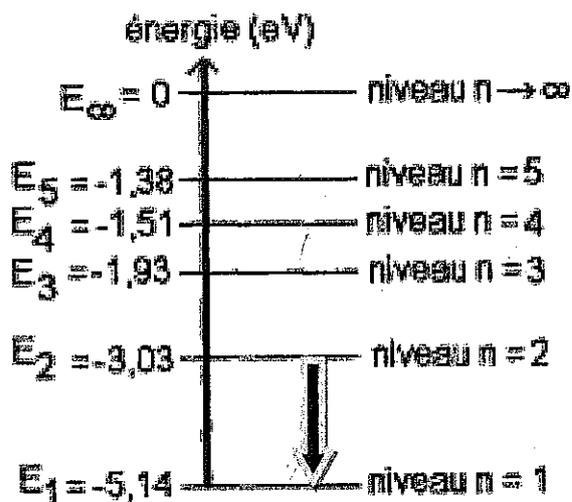
On prendra ici la définition du nombre d'onde $\sigma = 1/\lambda$ utilisée en spectroscopie. ←

On donne $\exp(-0,025) = 0,97$; $\exp(-5) = 0,007$; $\exp(-10) = 5 \cdot 10^{-5}$; $\exp(-15) = 3 \cdot 10^{-7}$

- A L'absorption d'un photon par une molécule entraîne une baisse de l'énergie de celle-ci
- B La différence d'énergie entre deux niveaux de rotation ($E_j > E_i$) impliqués dans une transition de nombre d'onde $\sigma = 5 \text{ cm}^{-1}$ vaut environ 10^{-22} J
- C Le rapport de leurs populations n_j/n_i à 25°C pour cette transition à $\sigma = 5 \text{ cm}^{-1}$ vaut environ 0,1
- D La différence d'énergie entre deux niveaux de vibration ($E_j > E_i$) impliqués dans une transition de nombre d'ondes $\sigma = 3000 \text{ cm}^{-1}$ vaut $6 \cdot 10^{-20} \text{ J}$
- E Le rapport de leurs populations n_j/n_i à 25°C pour cette transition à $\sigma = 3000 \text{ cm}^{-1}$ est comprise entre 10^{-7} et 10^{-6}

17 (**) Lampe à vapeur de sodium

Les niveaux d'énergie du sodium sont représentés ci-dessous :



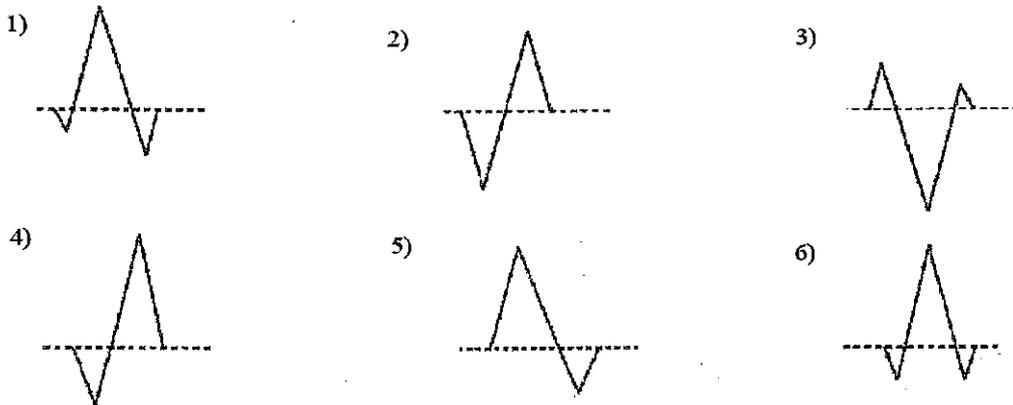
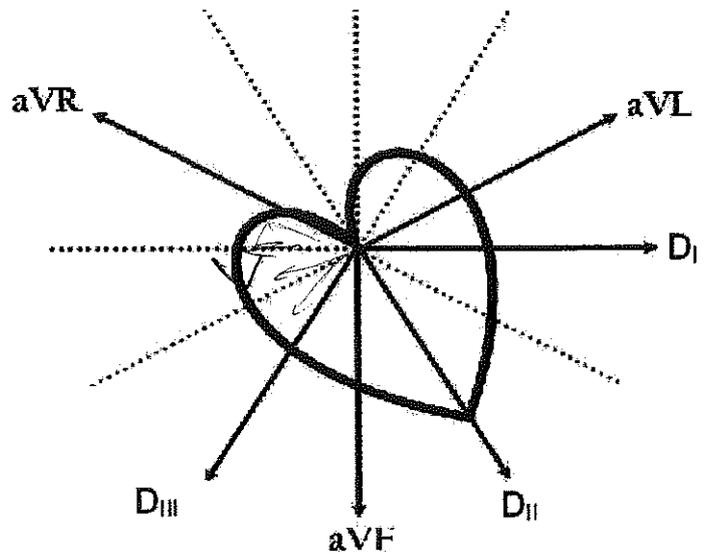
Le niveau $n = 1$ est celui de plus basse énergie.

- A La longueur d'onde émise lors de la transition de $n=2$ vers $n=1$ est 588 nm
- B Le photon le plus énergétique que peut émettre l'atome de sodium a une énergie de 2,11 eV
- C La lumière émise change de fréquence lorsqu'elle traverse un prisme d'indice de réfraction $n=1,5$
- D La lumière émise change de longueur d'onde lorsqu'elle traverse ce prisme
- E La désexcitation à partir du niveau $n=5$ peut produire 7 longueurs d'onde différentes

18 (**) Soit ce vectocardiogramme

Le tracé correspondant à :

- A aVF est le N°6
- B aVR est le N°3
- C D_I est le N°2
- D D_{III} est le N°4
- E D_{III} est le N°1



19 (**) Détection de photons

On mesure l'activité d'une source de photons à l'aide de deux détecteurs de sensibilité identique. Le détecteur 1, placé à 1 m de la source, enregistre un flux de photons de $10 \cdot 10^3$ photons par minute. Un écran de 2 cm d'épaisseur et de coefficient d'absorption $\mu = 0,5 \text{ cm}^{-1}$ est placé devant le détecteur 2, situé à 5 m de la source. Quel est le flux de photons (arrondi) enregistré par le détecteur 2 placé à 5 m de la source ?

On donne $\exp(-1) = 0,37$

- A $5 \cdot 10^3 \text{ photons} \cdot \text{min}^{-1}$
- B $10^3 \text{ photons} \cdot \text{min}^{-1}$
- C $400 \text{ photons} \cdot \text{min}^{-1}$
- D $150 \text{ photons} \cdot \text{min}^{-1}$
- E $40 \text{ photons} \cdot \text{min}^{-1}$

20 (***) Incertitudes

La force F d'attraction capillaire entre deux plaques comprimant une goutte de liquide dépend de la tension de surface γ du liquide (force par unité de longueur) et des rayons de courbures R_1 et R_2 de la goutte suivant la formule :

$$F = \gamma \pi R_1 \left[1 - \left(\frac{R_1}{R_2} \right) \right]$$

Un expérimentateur mesure $\gamma = 4 \pm 1 \text{ mN.m}^{-1}$, $R_1 = 1 \pm 0,1 \text{ mm}$ et $R_2 = 2 \pm 0,1 \text{ mm}$ pour en déduire F et son incertitude ΔF . On prendra $\pi = 3$.

A $\frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta \gamma}{\gamma} + \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2}$

B $\frac{\Delta F}{F} = \left(\frac{\Delta \gamma}{\gamma} \right) + \left| \frac{2R_1 - R_2}{R_1(R_1 - R_2)} \right| \Delta R_1 + \left| \frac{R_1}{R_2(R_1 - R_2)} \right| \Delta R_2$

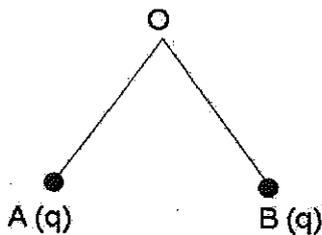
C $\frac{\Delta F}{F} = \left(\frac{\Delta \gamma}{\gamma} \right) + \left| \frac{R_2}{R_1(R_1 - R_2)} \right| \Delta R_1 + \left| \frac{R_1}{R_2(R_1 - R_2)} \right| \Delta R_2$

D $\Delta F = 1,8 \text{ } \mu\text{N}$

E $\Delta F = 2,7 \text{ } \mu\text{N}$

21 (***) Pendule électrique

On considère dans le vide de permittivité ϵ_0 deux charges électriques ponctuelles identiques de charge q et de masse m . Elles sont suspendues à un point fixe O par deux fils sans masse, inextensibles et isolants de même longueur L .



On donne $L = 0,24 \text{ m}$; $m = 1 \text{ g}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $k = 9 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$; $6^{1/2} = 2,5$; $10^{1/2} = 3$; $17^{1/2} \approx 4$; $3^{1/2} = 1,7$

La valeur de la charge q pour que le triangle AOB soit équilatéral est égale à

A $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

B $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

C $3,2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

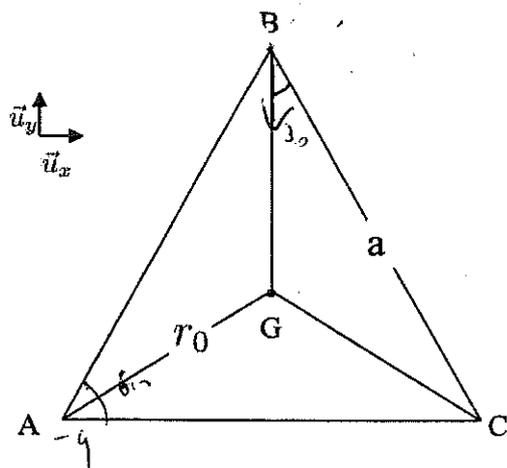
D $4,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

E $5,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

22 (***) Electrostatique

Trois charges $(-q)$ sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté a , et une charge $+Q$ est placée au centre de gravité du triangle.

Quelle doit être la valeur de Q pour que la force résultante sur chacune des charges négatives soit nulle ?



- A $Q = \frac{q}{\sqrt{3}}$
- B $Q = \frac{q}{\sqrt{2}}$
- C $Q = 0$
- D $Q = -\frac{q}{\sqrt{3}}$
- E $Q = -\frac{q}{\sqrt{2}}$

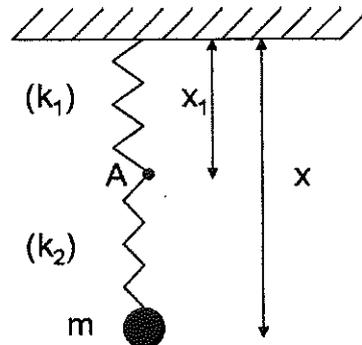
23 (***) Période radioactive

Une source radioactive est constituée de 2 radioéléments d'activités initiales égales et de périodes physiques respectives 1h et 3h. Au bout de combien de temps, l'activité de l'une des sources sera huit fois inférieure à celle de l'autre ? données: $\ln(8)=3 \ln(2)$

- A 30 min
- B 1 h 30 min
- C 2 h 30 min
- D 4 h 30 min
- E 6 h 30 min

24 (***) Ressorts en série

On considère une masse m suspendue à deux ressorts en série de masse et de longueur d'équilibre nulles et de raideurs k_1 et k_2 (voir schéma ci-contre)



A A l'équilibre $x = mg \frac{k_1 - k_2}{k_1 k_2}$

B A l'équilibre $x = mg \frac{k_1 + k_2}{k_1 k_2}$

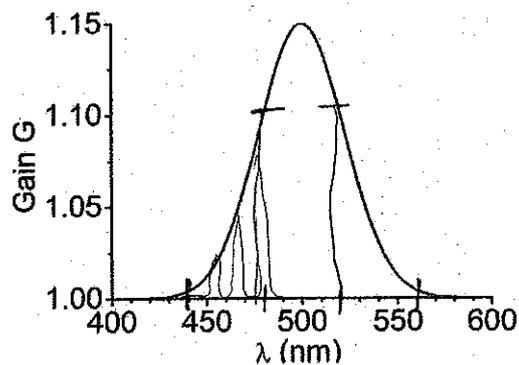
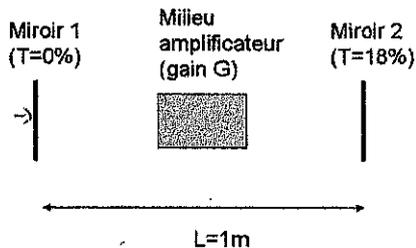
C La pulsation des oscillations libres est $\omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$

D La pulsation des oscillations libres est $\omega = \sqrt{\frac{k_2}{m}}$

E La pulsation des oscillations libres est $\omega = \sqrt{\frac{k_1 k_2}{(k_1 + k_2)m}}$

25 (***) Lasers

Un laser est formé d'un milieu amplificateur de gain G inséré dans une cavité linéaire de longueur $L=1\text{m}$, dont le miroir de sortie a une transmission $T=18\%$ (voir schéma; on néglige les autres causes de pertes). On donne ci-dessous la courbe de gain du milieu amplificateur en fonction de la longueur d'onde de la lumière le traversant. On utilisera $0,82^{-1} \approx 1,21$



- A Le gain excède les pertes pour les longueurs d'onde entre 440 et 560 nm
- B Le gain excède les pertes pour les longueurs d'onde entre 480 et 520 nm
- C Ce laser a 3 modes
- D Ce laser a environ $3 \cdot 10^3$ modes
- E Ce laser a environ $3 \cdot 10^5$ modes

Annale 2010

Medecine (Pr Scheiber)

1-BCD

2-ACE

3-E

4-BCE

5-AD

6-AC

7-D

8-A

9-B

10-BC

11-ACE

12- BD

13-BDE

14-AD

15-CD

16-BDE

17-AD

18-B

19-D

20-BD

21-A

22-A

23-D

24-BE