

PREMIERE ANNEE DU PCEM
Faculté de Médecine de Grange Blanche
Année Universitaire 2008-2009

EXAMEN FINAL DE BIOPHYSIQUE MAI 2009

Ce fascicule n'est pas à remettre. Il peut servir de brouillon.

Seule la feuille de réponse est remise à la fin de l'épreuve.

Durée de l'examen : 60 minutes
Nombre de questions : 25

Pour tous les QCM il faut cocher la ou les propositions justes.
ATTENTION : il peut y avoir zéro proposition juste.

Usage du formulaire, des constantes et des données :

C'est vous qui devez penser à rechercher dans cette page une information dont vous avez besoin. Dans la liste il peut y en avoir qui ne servent pas.

Attention certains QCMs peuvent ne pas être en SI quand une autre unité (comme la calorie) est toujours utilisée en biologie ou en médecine.

Convention & notation

les QCMs sont classés en (*) (**) et (***) par ordre de difficulté et/ou de temps nécessaire pour trouver les réponses.

Les QCMs (***) valent double par rapport aux (*) et aux (**)



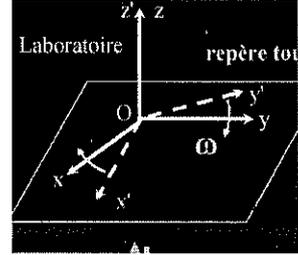
Formulaire

Les formules et constantes suivantes pourraient être utilisées

$$\frac{N^+}{N^-} = e^{\frac{-\Delta E}{kT}} \quad \left\{ \frac{dM_z}{dt} = -\frac{M_z - M_0}{T_1} \right\}$$

$$\frac{hc}{e\lambda} = \frac{12400}{\lambda(A)} \text{ eV} \quad \frac{dM_x}{dt} = -\frac{M_x}{T_2}$$

$$A_\lambda = \varepsilon_\lambda CL \quad \text{avec} \quad A_\lambda = \log\left(\frac{I_0}{I}\right)$$



$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}) \quad E_{if} = -13,6 \cdot Z^2 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \text{ eV}$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta V} = \frac{1}{2} \rho (2\pi N)^2 A^2$$

$$\frac{n_2}{p'} - \frac{n_1}{p} = \frac{n_2}{f'} - \frac{n_1}{f} = D \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{p' \cdot n_1}{p \cdot n_2}$$

Conventions

RMN plan transversal y, y' et x, x' (x, x' = référence, axe de la bobine de RF) - Champ B_0 orienté selon z .

Optique

Axe orienté de moins l'infini à plus l'infini dans le sens de la marche des rayons lumineux
Ordonnance convention : l'axe du verre correcteur est celui d'une génératrice du cylindre

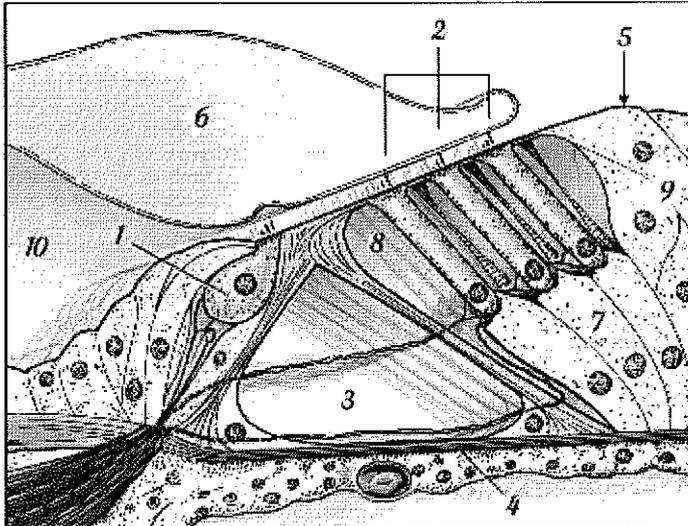
$$Z = \frac{p}{\frac{\partial u}{\partial t}} = \rho_0 V \quad \left| \frac{r}{i} \right| = \left| \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right| \quad \frac{I_t}{I_o} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2} \quad I = \frac{p_a^2}{2Z}$$

$$S = 10 \cdot \log_{10} (I/I_0) \text{ en dB SL} \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2} \quad \Delta H = 1000 \cdot \log(v_a / v_b)$$

Faraday = 96500 C ; Charge de l'électron : $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J ;
Avogadro = $6 \cdot 10^{23}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; Vit. du son dans l'air : 340 m.s^{-1} ; Cte de Planck : $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Cte de Boltzman : $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$; Indices de réfraction : air $n=1,0$; eau $n=1,333$; verre $n=1,5$. Masses volumiques : air $\rho=1,3 \text{ kg.m}^{-3}$, eau $\rho=1000 \text{ kg.m}^{-3}$

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|
| | 1,26 | 1,46 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 100 | 123 | 133 | 143 |
| Ln | 0,23 | 0,38 | 0,69 | 1,1 | 1,39 | 1,6 | 2,3 | 4,6 | 4,8 | 4,9 | 4,96 |
| Log | 0,1 | 0,16 | 0,3 | 0,48 | 0,6 | 0,7 | 1 | 2 | 2,09 | 2,1 | 2,16 |

1 (*) Schéma d'une section transversale de la cochlée



(Pujol & Blatrix, INSERM, IURC)

- A le n°6 référence la membrane basilaire
- B le n°2 référence des cellules ciliées externes et leurs cils
- C le n°3 référence la strie vasculaire
- D le n°1 référence une cellule ciliée interne
- E la cellule référencée sous le n°1 à plutôt une action de type musculaire efficace pour les faibles intensités sonores

1 Réponse
B, D

A est faux, c'est la membrane tectoriale. La membrane basilaire est référencée sous le n°4. **C** est faux : c'est le tunnel de Corti, la strie vasculaire est beaucoup plus externe, limitant la paroi du canal cochléaire. **D** vrai mais **E** faux : la CCI agit uniquement au niveau de la transduction.

2 (*) Entre 2000 Hz et 4000 Hz,

- A il existe 2 octaves
- B il existe 10 octaves
- C il existe environ 300 savarts
- D le seuil différentiel relatif de fréquence est de l'ordre de 5% chez un sujet normal
- E l'échelle d'intensité sonore de sons de même fréquence t peut s'exprimer en sones

2 Réponse

C, E

L'octave correspond à un rapport de fréquence égal à 2. Entre 2000 Hz et 4000 Hz, il y a donc un octave. Comme un octave = 300 savarts, il y a 300 savarts entre ces fréquences. E c'est du cours on peut l'exprimer en phones ou en sones

3 (*) La dualité onde corpuscule :

- A permet d'associer au photon de longueur d'onde λ une particule de quantité de mouvement p telle que $p=h/\lambda$
- B ne s'applique qu'aux particules de masse nulle
- C pour une particule, quantité de mouvement et longueur d'onde associée sont proportionnelles
- D a pour conséquence la quantification des grandeurs physiques.
- E permet d'expliquer qu'il est toujours possible de déterminer avec précision à la fois la position et la quantité de mouvement d'une particule

3 Réponse

A, D

- B Faux exemple avec la balle de tennis s'applique toujours
- C Faux : inversement proportionnelles avec $\lambda=h/p$.

Le reste voir cours

4 (*) La relaxation en RMN ^1H dans les milieux biologiques

- A est indépendante des mouvements des molécules portant les noyaux ^1H
- B les phénomènes de relaxation sont modélisés par deux exponentielles décroissantes dont l'une caractérise le retour à l'équilibre énergétique et l'autre des phénomènes de déphasage des moments nucléaires
- C le temps associé à la relaxation apparente T_2^* vaut $T_2 \text{ vrai} + T_2 \text{ inhomogénéités aimant}$
- D dans une première approche la relaxation longitudinale peut se décrire comme étant dépendante de l'existence, dans le milieu, d'ondes électromagnétiques à la fréquence de Larmor
- E la relaxation transversale vraie (T_2) dépend fortement du champ magnétique B_0

4 Réponse

D

l'item B est faux car formellement la repousse de l'aimantation longitudinale n'est pas une exponentielle décroissante. Cet item avait été donné au concours 2007 mais personne n'avait relevé le problème et il avait été noté Vrai . Pour éviter toute perte de chance cet item est neutralisé

- A est faux au contraire elle en est fortement dépendante (voir cours)
- C $1/T_2^* = 1/T_2 \text{vrai} + 1/T_2 \text{inhomogénéités}$: C est faux .
- E voir cours

5 (*) Psychophysologie de l'audition

- A le seuil différentiel de tonie suit la loi de Weber dans la zone conversationnelle
- B la courbe inférieure des courbes de Fechner et Munson est en fait celle du seuil absolu en fonction de la fréquence.
- C la sonie d'un son de 20 dB à 30 Hz est plus faible que la sonie d'un son de même niveau à 4000 Hz
- D l'octave vaut environ 1000 savarts
- E la sonie d'un son de 20 phones de fréquence 200 Hz est supérieure à la sonie d'un son de 20 phones de fréquence 2 000 Hz

5 Réponse

A, B, C

- A) est vrai – et ce dans une très grande plage de fréquence : 250 – 8000 Hz (à la différence du seuil différentiel de sonie).
- B) est vrai (cours).
- C) est vrai cf. le diagramme de Wegel. A très basse intensité les sons de basse fréquence (100 Hz) sont inaudibles (courbes d'isophonie très ascendantes vers les basses fréquences) alors que les sons de fréquence aiguë (jusqu'à 8000 Hz) s'entendent bien (courbes d'isophonie ascendantes seulement après 4000 Hz, surtout au dessus de 8000 Hz).
- D) est faux, $\Delta H = \alpha \cdot \log(2) \# 301$. L'octave est défini comme le rapport de 2. Par convention α est fixé à 1000 savarts.
- E) est faux. Le phone est l'unité permettant de comparer le niveau de sonie (sensation d'intensité au niveau de l'oreille), quelle que soit la fréquence. Par définition, deux sons d'égale sonie, bien que de fréquence différente, ont le même niveau en phone.

6 (*) Ondes électromagnétiques

- A les ondes électromagnétiques sont créées par des charges statiques
- B le champ électrique E peut s'exprimer en $N.C^{-1}$
- C la lumière se propage plus vite dans l'eau que dans le verre
- D la période d'ondes radio de $\lambda=3m$ est 10^{-6} s dans le vide
- E la période d'ondes radio de $\lambda=3m$ est $1,5 \cdot 10^{-8}$ s dans le verre

6 Réponse

B, C

- A faux, charges en mouvement
- B vrai (cf $F=qE$)
- C vrai $V_{\text{eau}}=c/1,33 > V_{\text{verre}}=c/1,5$
- D faux : $T = \lambda/c = 3/3 \cdot 10^8 = 10^{-8}$ sec
- E faux : la période ne dépend pas du milieu

7 (*) Un laser

- A repose sur le phénomène d'émission spontanée
- B nécessite un apport d'énergie
- C produit un faisceau de lumière extrêmement polychromatique
- D produit un faisceau de lumière extrêmement directionnel
- E peut utiliser un gaz comme milieu amplificateur

7 Réponse

B, D, E

E : exemple : laser à CO_2

8 (*) Soit une lentille convergente de centre O et de distance focale f. Soit un objet AB placé entre le foyer objet de la lentille et O sur l'axe optique et perpendiculaire à celui-ci.

- A un rayon lumineux parallèle à l'axe optique et frappant la lentille ressortira en semblant provenir du foyer objet de la lentille
- B tout rayon passant par le centre optique de la lentille ne sera pas dévié
- C l'image de l'objet sera virtuelle
- D l'image sera plus grande que l'objet
- E on peut calculer la coordonnée du point A' image de A sur l'axe optique par la formule :

$$\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \cdot f'}{\overline{OA} + f'}$$

8 Réponse

B, C, D, E

Cours

9 (*) & 10 (*) Un concert en plein air est sonorisé par 10 enceintes, produisant chacune un niveau d'intensité acoustique de 110 dB à 1 mètre

9 (*) Quelle est, en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$, l'intensité acoustique totale en un point situé à 10 mètres de chaque enceinte ?

A 10^{-2}

B 10^{-1}

C 1

D 2

E 4

9 Réponse

A

$110 = 10 \log(I(1m)/10^{-12})$ donc $I(1m) = 10^{-1} W.m^{-2}$ d'où $I(10m) = I(1m)/10^2$
Donc $I_{tot}(10m) = 10 * I(10m) = 10^{-2} W.m^{-2}$

10(*) Survient une voiture de police, dont la sirène produit un niveau d'intensité acoustique de 120 dB à 1 mètre. Quel est, en décibels, le niveau d'intensité acoustique produit par l'ensemble des sources sonores (enceintes + sirène) en un point distant de 10 mètres de chacune d'entre elles ?

A 103

B 108

C 115

D 120

E 126

10 Réponse

A

$120 = 10 \log(I_{police}(1m)/10^{-12})$ donc $I_{police}(1m) = 1 W.m^{-2}$
d'où $I_{police}(10m) = I_{police}(1m)/10^2 = 10^{-2} W.m^{-2}$
Donc $I_{tot} = I_{police}(10m) + I_{enceinte}(10m) = 2 \cdot 10^{-2} W.m^{-2}$
Donc $S_{tot}(10m) = 10 \log(2 \cdot 10^{-2}/10^{-12}) = 103 db$

C **Vrai** : Cet œil ne peut pas être myope car s'il l'était, son PR serait en avant de l'œil et donc il ne verrait pas à l'infini (à 5m l'accommodation est de 0,2 dioptrie et les tests sont pratiqués à 5m)

D **Vrai** : Cet œil ne peut pas être astigmatique car s'il l'était il ne pourrait pas voir les deux lignes nettes simultanément.

E **Faux** : Cet œil peut très bien être presbyte car la presbytie n'affecte pas la vision de loin et ne touche que les adultes (dans la définition donnée en cours).

E un astigmatisme est dit inverse quand le méridien vertical est moins convergent que l'horizontal : c'est à dire que la focale horizontale se trouve en arrière de la focale verticale : ce n'est pas le cas ici E **est faux**

14 (**) & 15(**) Une source, considérée comme ponctuelle, émet chaque seconde $1,5 \cdot 10^5$ photons (énergie du photon = 159 keV)
Le rayonnement est isotrope

14 (**) la puissance et l'intensité à la distance de 40 cm valent environ :

- A $4 \cdot 10^{-9}$ W ; $2 \cdot 10^{-9}$ W.m⁻²
- B $2 \cdot 10^{-7}$ W ; $4 \cdot 10^{-12}$ W.m⁻²
- C $4 \cdot 10^{-9}$ W ; $5 \cdot 10^{-9}$ W.m⁻²
- D $2 \cdot 10^{-2}$ W ; $2 \cdot 10^{-8}$ W.m⁻²
- E 10 W ; $2 \cdot 10^{-9}$ W.m⁻²

14 Réponse

A

Energie des photons : $1,5 \cdot 10^5 \cdot 159 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,8 \cdot 10^{-8}$ J
 Puissance (W) = énergie (J) / durée (s) = $3,8 \cdot 10^{-8} / 1 \text{sec} = 3,8 \cdot 10^{-9}$ W # $4 \cdot 10^{-9}$ W
 Aire d'une sphère de rayon r : $4 \pi r^2$; l'intensité est identique dans toutes les directions.
 $P = 4 \pi r^2 I$. $I = P / (4 \pi r^2) = 3,8 \cdot 10^{-9} / (4 \cdot 3,14 r^2) = 3,04 \cdot 10^{-10} / r^2$.

| | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| r(m) | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| I(W m ⁻²) | $3,0 \cdot 10^{-8}$ | $7,6 \cdot 10^{-9}$ | $1,9 \cdot 10^{-9}$ |

15 (**) Le nombre de photons reçus par seconde sur une surface de 1 cm² placée à une distance de 50 cm de la source est environ:

- A 5
- B 50
- C 500
- D 1000
- E 3000

15 Réponse

A

Intensité du rayonnement à la distance d= 0,5 m de la source :
 $I = P / (4 \pi r^2) = 3,8 \cdot 10^{-9} / (4 \cdot 3,14 \cdot 0,5^2) = 1,2 \cdot 10^{-9}$ W m⁻².
 $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$; puissance reçue sur cette surface : $1,2 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-4} = 1,2 \cdot 10^{-13}$ W.
 Energie reçue en 1 s par cette surface : $1,2 \cdot 10^{-13}$ J.
 Energie d'un photon : $159 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,54 \cdot 10^{-14}$ J.
 Nombre de photons : $1,2 \cdot 10^{-13} / 2,54 \cdot 10^{-14} = 4,7 \sim 5$ photons.

16(**) Onde électromagnétique

On considère une onde plane électromagnétique dont le champ magnétique vérifie :

$\vec{B} = B_0 \cos(\omega_0 t + k_0 y) \vec{u}_x$ où $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ forme un repère orthonormal direct

A cette onde se propage suivant $+\vec{u}_x$

B cette onde se propage suivant $-\vec{u}_y$

C la vitesse de propagation est k_0/ω_0

D $\vec{E} = cB_0 \cos(\omega_0 t + k_0 y) \vec{u}_x$

E $\vec{E} = cB_0 \cos(\omega_0 t + k_0 y) \vec{u}_z$

16 Réponse :

B

Propagation suivant $-\vec{u}_y$ car la phase dépend de y : onde régressive

k_0/ω_0 n'a pas la dimension d'une vitesse : C faux

E, B et la direction de propagation forment un trièdre direct, donc E est suivant $-\vec{u}_z$:

D et E faux

17(**) On donne les fréquences de vibrations pour les liaisons suivantes :

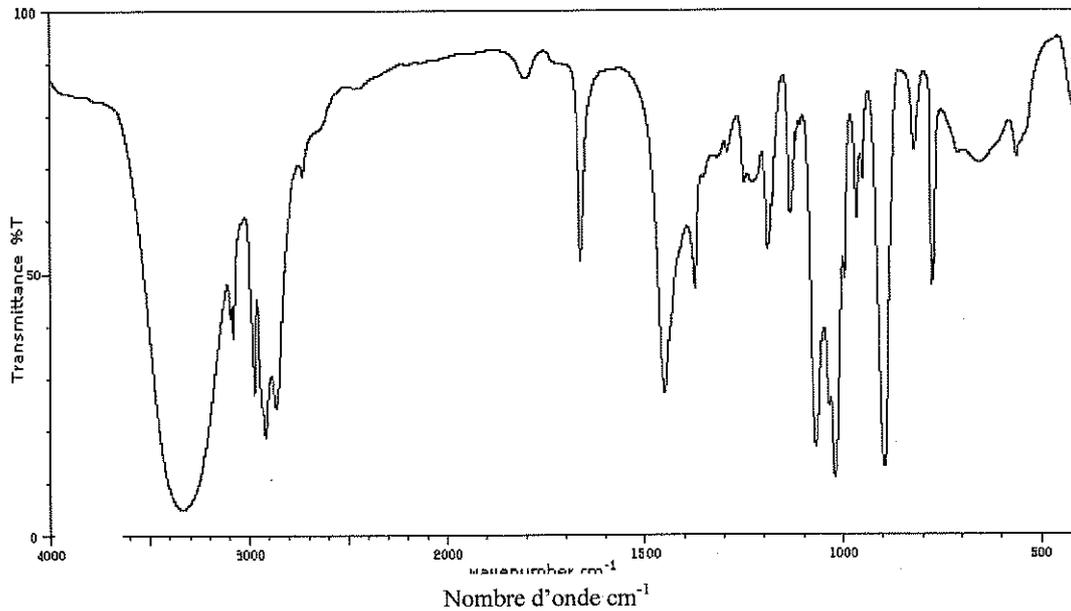
$\nu(\text{O-H})$: entre 3300 et 3600 cm^{-1}

$\nu(\text{C-C}) = 2900 \text{ cm}^{-1}$

$\nu(\text{C=C}) = 1630-1680 \text{ cm}^{-1}$

$\nu(\text{C=O}) = 1700-1800 \text{ cm}^{-1}$

On donne le spectre suivant



A quelle molécule parmi celles-ci dessous appartient ce spectre ?

A



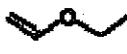
cyclobutanol

B



2-butanone

C



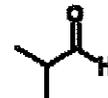
ethyl vinyl ether

D



2-methyl-2-propen-1-ol

E



2-methylpropanal

17 Réponse

D

Pic vers 3300 cm^{-1} → liaison O-H donc A ou D

pic vers 1680 cm^{-1} → liaison C=C

c'est donc le D

18 (**) Les configurations électroniques du titane et du plomb peuvent s'écrire :

On donne Z : argon = 18, titane = 22, xenon = 54, plomb = 82.

A titane : {Ar} $3d^4$

B titane : {Ar} $4s^2 3d^2$

C plomb : {Xe} $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$

D plomb : {Xe} $5s^2 4f^{14} 5p^2 5d^{10}$

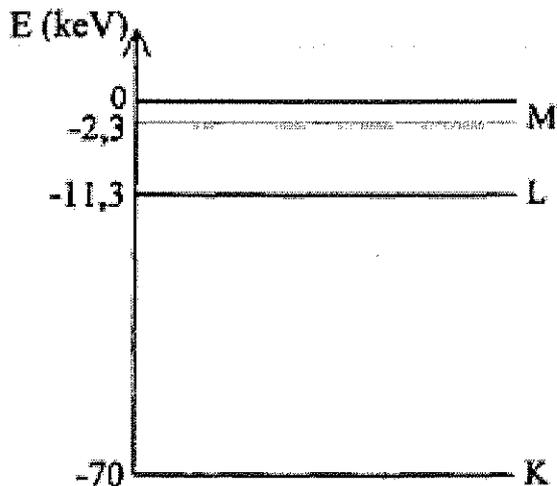
E plomb : {Xe} $5s^2 4f^{16} 5d^{10}$

18 Réponse :

B, C

Justification : application directe de la règle de Klechkowsky

19 (**) On donne le diagramme d'énergie simplifié du tungstène :



- A dans son état fondamental (couche M) , l'atome de tungstène a une énergie nulle
B un photon d'énergie 70 keV peut arracher un électron de la couche K
C les photons de fluorescence de la raie L_{α} (désexcitation $M \rightarrow L$) du tungstène ont une énergie de 11,3 keV
D les photons de fluorescence de la raie K_{α} (désexcitation $L \rightarrow K$) du tungstène ont une longueur d'onde d'environ 0,02 nm
E pour ioniser l'atome dans son état fondamental, il doit absorber un photon d'énergie au moins égale à $7 \cdot 10^{-15}$ J

19 Réponse

B, D

A faux, 0 keV correspond à l'atome ionisé.

B vrai

C faux : $E_M - E_L = -2,3 + 11,3 = 9$ keV

D Vrai : $\Delta E = E_L - E_K = -11,3 + 70 = 58,7$ keV = $hc/\lambda \Rightarrow \lambda = hc/\Delta E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / (58,7 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = 2 \cdot 10^{-11}$ m = 0,02 nm

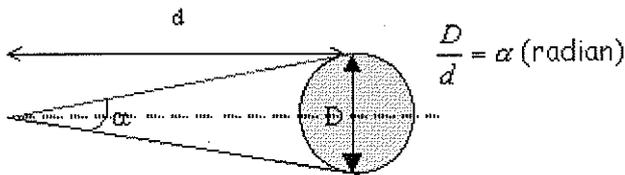
E Faux : ΔE (ionisation) = 70 keV = $70 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 11 \cdot 10^{-15}$ J

20 (**) Un soir de pleine Lune, deux amis veulent déterminer le diamètre apparent de la Lune. L'un d'eux trouve au fond de sa poche une pièce de 10 centimes (de 2 cm de diamètre), il la maintient sur la tranche entre son pouce et son index à la hauteur de l'œil de son camarade qui doit alors s'éloigner de 2,3 m pour occulter totalement la Lune derrière la pièce. On donne distance Terre-Lune : $3,8 \cdot 10^5$ km. Le diamètre apparent de la lune et le diamètre réel valent :

- A $8,7 \cdot 10^{-3}$ rad et 500 km
- B 10° et 1500 km
- C 210^{-2} rad 2500 km
- D $8,7 \cdot 10^{-3}$ rad et 3500 km
- E 2° et 4500 km

Réponse

D



α : diamètre apparent

diamètre apparent de la lune : $0,02 / 2,3 = 8,7 \cdot 10^{-3}$ rad.

diamètre de la Lune : $8,7 \cdot 10^{-3} * 3,8 \cdot 10^5 = 3306$ km.

Connaissant le diamètre apparent de la Lune et le diamètre de la Lune, on peut alors trouver la distance Terre Lune.

21 (**) Loi de Beer-Lambert

Une cuve d'épaisseur 2 cm est remplie d'une solution contenant :

- protéines (coef. d'extinction : $\epsilon_{260} = 0,6 \text{ (mg/ml)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, et $\epsilon_{280} = 1 \text{ (mg/ml)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)
- l'ADN ($\epsilon_{260} = 20 \text{ (mg/ml)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ et $\epsilon_{280} = 10 \text{ (mg/ml)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

On mesure une absorbance de 1,3 à 260 nm, et 1,0 à 280 nm. Les concentrations respectives des protéines et de l'ADN (exprimées en mg/ml) sont :

- A 0,05 et 5
- B 0,5 et 0,1
- C 0,25 et 0,1
- D 0,25 et 0,025
- E 0,05 et 0,025

21 Solution :

D

L'application de la loi de Beer-Lambert conduit au système

$$1,3 = 1,2 C_{\text{prot}} + 40 C_{\text{ADN}} \quad (1)$$

$$1,0 = 2,0 C_{\text{prot}} + 20 C_{\text{ADN}} \quad (2)$$

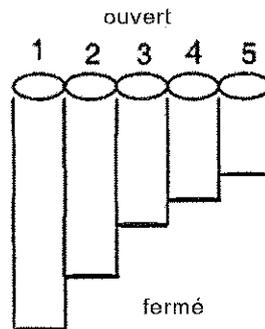
$$(1) - 2(2) \text{ donne } -0,7 = -2,8 C_{\text{prot}} \text{ d'où } C_{\text{prot}} = 0,25 \text{ mg/ml}$$

$$(1) - 0,6(2) \text{ donne } 0,7 = 28 C_{\text{ADN}} \text{ d'où } C_{\text{ADN}} = 0,025 \text{ mg/ml (réponse D)}$$

22 (**) Flûte de Pan

La flûte de Pan consiste en une série de tuyaux de longueurs différentes. Une extrémité de chaque tuyau par laquelle on souffle est ouverte, l'autre (le fond) est fermée. Un système d'onde stationnaires peut s'installer (cf cours atomistique) mais ici avec un ventre de déplacement à l'extrémité ouverte. La flûte représentée ici doit jouer les notes do_3 , mi_3 , sol_3 , do_4 et mi_4 .

Les deux dernières notes sont à l'octave respectivement des notes do_3 et mi_3 , c'est-à-dire qu'il y a une octave entre do_3 et do_4 (idem pour mi_3 et mi_4), la note do_4 étant plus aiguë que do_3 (idem pour mi_4 plus aiguë que mi_3). Les fréquences des trois premières notes sont : $f(do_3)=262 \text{ Hz}$, $f(mi_3)=328 \text{ Hz}$, $f(sol_3)=393 \text{ Hz}$.



- A la fréquence de do_4 est 454 Hz
- B la fréquence de do_4 est 656 Hz
- C la fréquence de mi_4 est 656 Hz
- D do_4 et mi_4 sont des harmoniques
- E la longueur d'onde de mi_4 est environ 1 m

22 Réponses

C

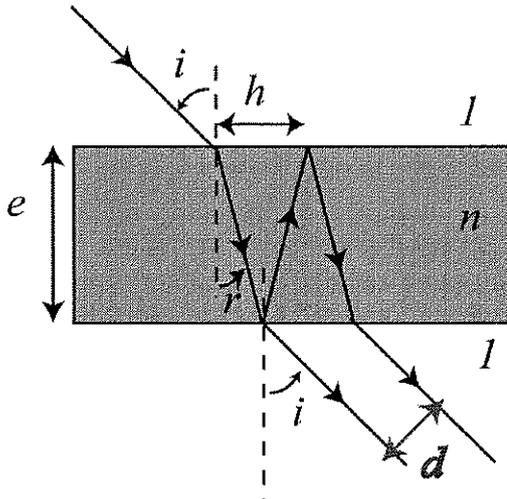
A, B sont faux : les fréquences de 2 notes séparées d'une octave sont telles que :
 $f(do_4) = 2 * f(do_3) = 2 * 262 = 524 \text{ Hz}$.

C vrai $f(mi_4) = 2 * f(mi_3) = 2 * 328 = 656 \text{ Hz}$.

D faux, cours

E faux, $\lambda(m) = c/f = 340/654 \sim 0,5 \text{ m}$

23. (***) On considère la propagation d'un rayon lumineux à travers une lame de verre (indice de réfraction $n=1.5$). Le milieu environnant est l'air (indice de réfraction : 1).



Déterminer la distance d entre les deux rayons émergents, dans le cas où $i=30^\circ$ et $e=1\text{ cm}$

On donne, $\frac{\sqrt{3}}{2}=1,2$, $\sin(30^\circ) = \frac{1}{2}$ et $\cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$

- A 2 cm
- B 0,8 cm
- C 0,6 cm
- D 0,2 cm
- E 1 cm

Réponse:

C

$\sqrt{3}/2$ le 3 n'était pas lisible sur le document reproduit mais il était facile de le trouver ne serait ce que parceque l'étudiant avait besoin du cosinus ($30^\circ = \sqrt{3}/2$) donné et lisible et sur le résultat 1,2. Aucune remarque n'a d'ailleurs été déposée pendant le concours. le QCM a été conservé

$$\sin(i) = n \cdot \sin(r) \quad (1)$$

$$\cos(i) = d/h \quad (2)$$

$$\tan(r) = h/2e \quad (3)$$

$$(2) \text{ et } (3) \text{ donnent: } d = h \cos(i) = 2e \tan(r) \cos(i)$$

D'après (1):

$$\sin(r) = \sin(i)/n$$

$$\cos(r) = \sqrt{1 - \sin^2(r)} = \sqrt{1 - (\sin(i)/n)^2}$$

$$\tan(r) = \sin(r)/\cos(r) = \sin(i)/\sqrt{n^2 - \sin^2(i)}$$

D'où

$$d = \frac{2e \sin(i) \cos(i)}{\sqrt{n^2 - \sin^2(i)}}$$

Application numérique: $d = 2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{3}/2 / (\sqrt{(3/2)^2 - (1/2)^2}) = 1 \cdot \sqrt{3}/2 = 1,2/2 = 0,6 \text{ cm}$
(réponse C)

24(*)** On étudie par RMN des noyaux de facteur gyromagnétique de 42 MHz/T. On réalise une séquence de saturation-récupération à partir d'impulsions de 1,2 ms créées par un champ radiofréquence B_1 orthogonal au champ principal B_0 . On donne $e^{-3} = 0,05$ et $\cos 45^\circ = 0,7$

- A le champ B_1 vaut $5 \mu\text{T}$
- B au bout de $t=0,6 \text{ s}$ pendant l'impulsion, l'aimantation transversale est $0,7 M_0$
- C à la fin de l'impulsion, l'aimantation macroscopique est nulle
- D au bout de $t=3T_1$ pendant la récupération, l'aimantation longitudinale est $0,05 M_0$
- E au bout de $t=3T_2$ pendant la récupération, l'aimantation transversale est $0,05 M_0$

24 Réponse

A, B, E

A vrai $\theta = \pi/2 = 2\pi\gamma B_1 t \Rightarrow B_1 = 1/4 \cdot 42 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 5 \mu\text{T}$

B vrai : en $t = 1,2/2 = 0,6 \text{ s}$ & $\theta = \pi/4$ donc $M_z = M_{xy} = \cos(45^\circ) M_0 = 0,7 M_0$

C faux, seule l'aimantation longitudinale M_z est nulle

D faux $M_z = (1 - \exp(-3)) M_0 = 0,95 M_0$

E vrai $M_{xy} = M_0 \exp(-3) = 0,05 M_0$

25 (***) Gain du milieu amplificateur d'un laser

Un laser est constitué d'une cavité optique formée de deux miroirs plans (coefficients de réflexion : 50% chacun) et d'un milieu amplificateur dont le gain

dépend de la longueur d'onde : $G(\lambda) = 20 \exp\left(\frac{-(\lambda - \lambda_0)^2}{\Delta^2}\right)$ avec $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ et $\Delta = 10$

nm. On prendra $\ln(0,1) = -2,3$ et $2,3^{1/2} = 1,5$

Ce laser amplifie la lumière dans la gamme de longueurs d'onde:

- A 500 nm - 600 nm
- B 485 nm - 515 nm
- C 450 nm - 550 nm
- D 400 nm - 500 nm

E Aucune de ces réponses n'est juste

25 Réponse :

B

La condition «gain>pertes » est réalisée lorsque $G > 2$
(aller-retour dans la cavité laser : 2 passages dans le milieu amplificateur, 2 réflexions sur les miroirs).

$G > 2$

$$\Rightarrow 20 \exp(-(\lambda - \lambda_0)^2 / \Delta^2) > 2$$

$$\Rightarrow \exp(-(\lambda - \lambda_0)^2 / \Delta^2) > 0.1$$

$$\Rightarrow -(\lambda - \lambda_0)^2 / \Delta^2 > -2.3$$

$$\Rightarrow (\lambda - \lambda_0)^2 / \Delta^2 < 2.3$$

$$\Rightarrow |\lambda - \lambda_0| / \Delta < 1.5$$

$$\Rightarrow |\lambda - \lambda_0| < 15 \text{ nm} \Rightarrow \text{gamme } 485 \text{ nm} - 515 \text{ nm}$$