

**ANNALES**  
**DE**  
**PHYSIQUE**  
4<sup>e</sup> année

Durée de l'épreuve : 2 heures

NOM et Prénoms : \_\_\_\_\_

(en caractères d'imprimerie)

Epreuve de : PHYSIQUE - Mai 1987

(Notation sur 40)

N° de place

TABLEAU DES CONSTANTES LES PLUS COURANTES

c	Vitesse de la lumière dans le vide : $299\,792\,458\text{ m.s}^{-1}$
e	Charge élémentaire : $1,60218.10^{-19}\text{ C}$
G	Constante de gravitation : $6,673.10^{-11}\text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
h	Constante de Planck : $6,6261.10^{-34}\text{ J.s}$
k	Constante de Boltzmann : $1,38066.10^{-23}\text{ J.K}^{-1}$
$m_0$	Masse de l'électron au repos : $9,1094.10^{-31}\text{ kg}$
$m_n$	Masse du neutron au repos : $1,67493.10^{-27}\text{ kg}$
$m_p$	Masse du proton au repos : $1,67263.10^{-27}\text{ kg}$
$N_A$	Nombre d'Avogadro : $6,0221.10^{23}\text{ mol}^{-1}$
R	Constante des gaz parfaits : $8,314\text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
$R_\infty$	Constante de Rydberg : $1,09737315.10^7\text{ m}^{-1}$
u	Unité de masse atomique : $1,66054.10^{-27}\text{ kg} = 931,493\text{ MeV}$
$\epsilon_0$	Permittivité du vide : $8,854188.10^{-12}\text{ F.m}^{-1}$
$\mu_0$	Perméabilité du vide : $1,256637.10^{-6}\text{ H.m}^{-1}$

\*\*Question 1 : (5 points)

Quelles sont les dimensions des grandeurs suivantes :

- Tension superficielle  $\text{N.T}^{-2}$
- Flux lumineux énergétique  $\text{W.L}^2\text{T}^{-3}$
- Transmittance sans dimension
- Dose absorbée (rayonnement ionisant)  $\text{L}^2\text{T}^{-2}$
- Indice de réfraction sans dimension

**\*Question 2 : (5 points)**

Quels sont les systèmes dispersifs utilisables dans un monochromateur ?

**Question 3 : (4 points)**

Un faisceau parallèle de RX est constitué de deux radiations de longueur d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  dont les flux respectifs valent  $\phi_1$  et  $\phi_2$ . Ce rayonnement traverse un écran de cuivre d'épaisseur  $e = 2,4$  mm. Pour le cuivre, l'épaisseur de demi-atténuation correspondant à  $\lambda_1$  vaut 0,6 mm et celle correspondant à  $\lambda_2$  vaut 0,4 mm.

Sachant que le rapport des flux incidents  $\phi_1/\phi_2$  est égal à 1/4 :

1) Calculer le rapport  $\phi'_1/\phi'_2$  des deux flux émergents

$$\begin{aligned} \frac{\phi'_1}{\phi'_2} &= \frac{\phi_1 e^{-\mu_1 e}}{\phi_2 e^{-\mu_2 e}} = \frac{\phi_1}{\phi_2} e^{-(\mu_1 - \mu_2) e} \\ &= \frac{1}{4} e^{-\left(\frac{1}{0,6} - \frac{1}{0,4}\right) \cdot 2,4} \\ &= \frac{1}{4} e^{-1} \\ &= 1 \end{aligned}$$

2) Calculer la fraction transmise du flux total (en %)

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\phi_1' + \phi_2'}{\phi_1 + \phi_2} = \frac{2 \phi_1'}{5 \phi_1} = \frac{2}{5} \\
 &= \frac{2}{5} e \\
 &= \frac{2}{5} e \quad - \frac{0,2}{0,6} \cdot 2,4 \\
 &= 2,5\%
 \end{aligned}$$

Question 4: (6 points)

Deux charges électriques ponctuelles  $q_1$  ( $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ) et  $q_2$  ( $-3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ) sont placées, dans le vide, en deux points A et B distants de 1 mètre.

1) Localiser, sur la droite passant par A et B, le point C où l'intensité du champ électrique est nulle. Calculer la distance AC.



$$V_C = 0 = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \left( \frac{q_1}{AC} + \frac{q_2}{BC} \right)$$

$$\frac{q_1}{AC} = - \frac{q_2}{BC}$$

$$\frac{q_2}{q_1} \overline{AC} = -\overline{BA} + \overline{AC}$$

$$\overline{AC} \left( \frac{q_2}{q_1} + 1 \right) = +\overline{AB}$$

$$\overline{AC} = \overline{AB} \left( 1 + \frac{q_2}{q_1} \right)^{-1} = -2$$



2) Calculer le potentiel électrique au point D situé entre A et B, à 10 cm de A.

$$\begin{aligned}
 V_D &= V_A + V_B \\
 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{AD} + \frac{q_2}{BD} \right) \\
 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{2 \cdot 10^{-5}}{0,1} + \frac{-1 \cdot 10^{-5}}{0,2} \right) \\
 &= 1,5 \cdot 10^5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

3) Il faut fournir un travail de 1,5 J pour amener une charge  $q_3$  de l'infini jusqu'en D. Cette charge est-elle positive ou négative ? Quelle est sa valeur ?

$$\begin{aligned}
 -W &= q_3 (V_\infty - V_D) \\
 -1,5 &= q_3 (0 - 1,5 \cdot 10^5) \\
 q_3 &= +
 \end{aligned}$$

Question 5 : (4 points)

Une particule en mouvement a une masse égale à 3 fois sa masse au repos, celle-ci étant équivalente à une énergie de 0,5 MeV.

1) Calculer son énergie cinétique (en MeV)

$$\begin{aligned}
 E_0 &= 0,5 \text{ MeV} \\
 E_T &= 3E_0 = 1,5 \text{ MeV} \\
 E_c &= E_T - E_0 = 1 \text{ MeV}
 \end{aligned}$$

2) Calculer sa vitesse

$$E_c = (\gamma - 1) E_0$$

$$\gamma = \frac{E_c}{E_0} + 1$$

$$\gamma = (1 - \beta^2)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\Leftrightarrow \beta^2 = 1 - \gamma^{-2}$$

$$\Leftrightarrow v = c (1 - \gamma^{-2})^{\frac{1}{2}}$$

$$v = c (1 - (\frac{E_c}{E_0} + 1)^{-2})^{\frac{1}{2}} = 2,83 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Question 6 : (6 points)

On considérera que, pour un débit moyen de 105 ml par seconde, l'écoulement sanguin dans une aorte de 13 mm de diamètre reste laminaire.

1) Quelle est dans ces conditions, en mètre par seconde, la vitesse moyenne du sang dans l'aorte ?

$$D = \Delta \cdot v$$

$$v = \frac{D}{\Delta} = \frac{D}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4 \cdot D}{\pi d^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 105 \cdot 10^{-6}}{\pi (13 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$= 0,73 \text{ m/s}$$

2) La viscosité du sang étant de  $2,084 \cdot 10^{-3}$  Pa.s, quelle est la perte de charge sur une longueur de 10 cm d'aorte ?

$$D = \frac{\pi R^4 \Delta E}{8 \eta l}$$

$$\Delta E = \frac{8 \eta l D}{\pi R^4} = \frac{8 \cdot 2,084 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 105 \cdot 10^{-6}}{\pi (6,5 \cdot 10^{-3})^4}$$

$$= 31,2 \text{ Pa}$$

3) Quelle puissance l'organisme doit-il fournir pour maintenir constant le débit sanguin sur cette longueur ?

Il doit compenser la perte de charge

$$\begin{aligned} \text{cad : } P &= \frac{W}{t} = \frac{\Delta E \cdot V}{t} \\ &= \Delta E \cdot D \\ &= 3,276 \cdot 10^{-3} \text{ W} \end{aligned}$$

Question 7 : (10 points)

On a constaté que  $^{111}\text{In}$ , isotope radioactif de l'indium, perdait 17 % de son activité en 18 heures.

1) Calculer la constante radioactive, la période et la durée de vie moyenne de ce radioisotope .

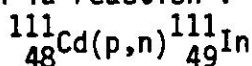
$$\begin{aligned} A_x &= (1 - 0,17) A_0 \\ &= e^{-\lambda t} A_0 \end{aligned}$$

$$e^{-\lambda t} = 0,83$$

$$-\lambda t = \ln 0,83 \quad \lambda = \frac{\ln 0,83}{18 \cdot 3600} = 2,88 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = 3,48 \cdot 10^5 \text{ s}$$

2) La production de  $^{111}\text{In}$  s'effectue classiquement par irradiation protonique d'une cible de  $^{111}\text{Cd}$  selon la réaction :



Quels sont les deux types de désintégration nucléaire prévisibles pour  $^{111}\text{In}$  ?

3) Lors de cette production, il se forme également, en faible quantité,  $^{114\text{m}}\text{In}$  qui a une période de 50 jours. Ce radioisotope représente une impureté indésirable lorsque  $^{111}\text{In}$  est utilisé comme traceur in-vivo chez l'homme (médecine nucléaire). Dans ce cas la réglementation recommande de ne plus utiliser la préparation lorsque l'activité en  $^{114\text{m}}\text{In}$  est supérieure à 0,5 % de celle de  $^{111}\text{In}$ .

Si au temps  $t_0$  il y a 0,2 % (en activité) de  $^{114\text{m}}\text{In}$  dans la préparation injectable (radiopharmaceutique), au bout de combien de temps cette préparation sera-t-elle inutilisable ?

4) Au temps  $t_0$  l'activité en  $^{114\text{m}}\text{In}$  est de 723 kBq.  
Quelle masse de  $^{114\text{m}}\text{In}$  y a-t-il au moment où la préparation n'est plus utilisable ?



NOM et Prénoms : .....  
(en caractères d'imprimerie)

Epreuve de : PHYSIQUE - Mai 1988

(Notation sur 40)

N° de place

TABLEAU DES CONSTANTES LES PLUS COURANTES

c	Vitesse de la lumière dans le vide : 299 792 458 m.s <sup>-1</sup>
e	Charge élémentaire : 1,60218.10 <sup>-19</sup> C
G	Constante de gravitation : 6,673.10 <sup>-11</sup> N.m <sup>2</sup> .kg <sup>-2</sup>
h	Constante de Planck : 6,6261.10 <sup>-34</sup> J.s
k	Constante de Boltzmann : 1,38066.10 <sup>-23</sup> J.K <sup>-1</sup>
m <sub>0</sub>	Masse de l'électron au repos : 9,1094.10 <sup>-31</sup> kg
m <sub>n</sub>	Masse du neutron au repos : 1,67493.10 <sup>-27</sup> kg
m <sub>p</sub>	Masse du proton au repos : 1,67263.10 <sup>-27</sup> kg
N <sub>A</sub>	Nombre d'Avogadro : 6,0221.10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>
R	Constante des gaz parfaits : 8,314 J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
R <sub>∞</sub>	Constante de Rydberg : 1,09737315.10 <sup>7</sup> m <sup>-1</sup>
u	Unité de masse atomique : 1,66054.10 <sup>-27</sup> kg = 931,493 MeV
ε <sub>0</sub>	Permittivité du vide : 8,854188.10 <sup>-12</sup> F.m <sup>-1</sup>
μ <sub>0</sub>	Perméabilité du vide : 1,256637.10 <sup>-6</sup> H.m <sup>-1</sup>

Question 1 (5 points)

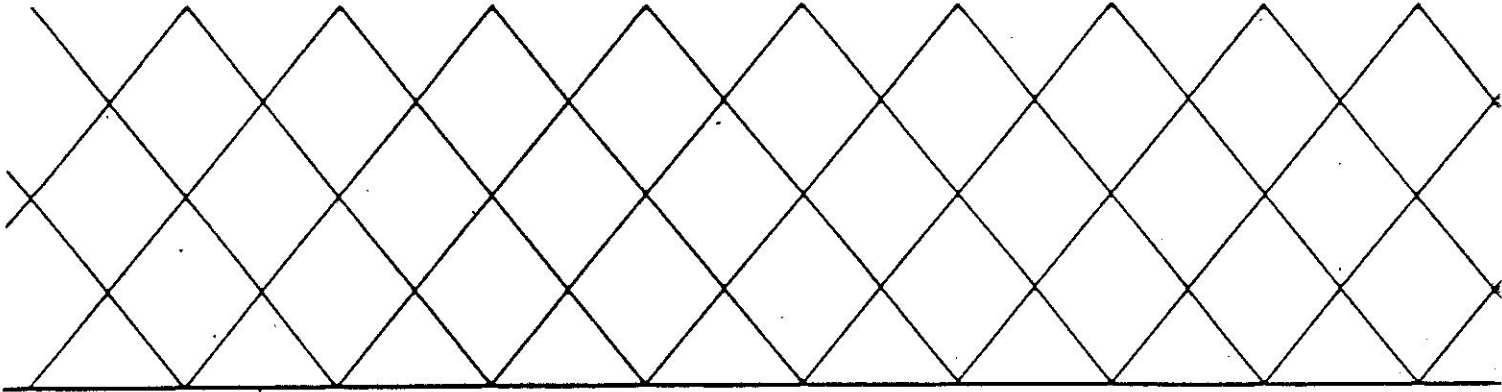
Chez les mammifères, la dépense énergétique de base par unité de temps (P) varie avec la masse M du corps selon la loi de Kleiber :

$$P = k.M^{0,75}$$

1) Quelle est la dimension de k ?

$$ML^2T^{-2} = [k] \cdot M^{3/4}$$

$$[k] = M^{1/4} L^2 T^{-2}$$



2) D'autre part P est proportionnelle à la fréquence cardiaque N et au volume total de sang, lui-même proportionnel à la masse :

$$P = k' \cdot M \cdot N$$

Quelle est la dimension de k' ?

$$ML^2T^{-1} = [k'] \cdot M \cdot T^{-1}$$

$$[k'] = L^2T^{-1}$$

3) Il en résulte, entre N et M, une relation de la forme :

$$N = k'' \cdot M^a$$

Quelle est la dimension de k'' ?

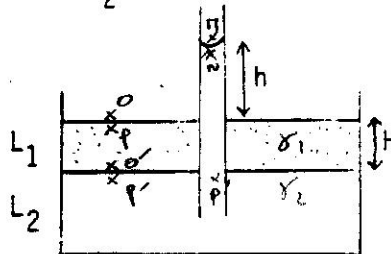
$$h \cdot \pi^{3/4} = h' \pi N$$

$$N = \frac{h}{h'} \pi^{1/4}$$

$$[k''] = \frac{[h]}{[h']} = \frac{L^2T^{-1}}{L^2T^{-1}} = \pi^{1/4} T^{-1}$$

Question 2 (5 points)

Un récipient contient deux liquides non miscibles  $L_1$  et  $L_2$  dont les tensions superficielles respectives sont  $\gamma_1$  et  $\gamma_2$  et les masses volumiques respectives  $\rho_1$  et  $\rho_2$ . La masse volumique de l'air  $\rho_0$  est négligeable devant  $\rho_1$  et  $\rho_2$ . Un tube capillaire de rayon interne  $r$  est plongé verticalement dans le liquide  $L_2$  (voir schéma).



Etablir l'expression de l'ascension capillaire  $h$  du liquide  $L_2$  par rapport à la surface libre de  $L_1$ .

On appellera  $\alpha$  l'angle de raccordement du liquide  $L_2$  avec la paroi du tube capillaire.

$$p_p' - p_N = (h + H) \rho_2 g \quad p_p' - p_0 = H \rho_1 g \Leftrightarrow p_0 = p_p' - H \rho_1 g$$

$$p_0 = p_N = p_N + \frac{2\sigma \cos \alpha}{R}$$

$$P_N + \frac{\rho \delta \cos \alpha}{2} = P_P - H_P g$$

$$\begin{aligned} P_P - P_N &= H_P g + \frac{\rho \delta \cos \alpha}{2} \\ &= (H + h) g \rho z \end{aligned}$$

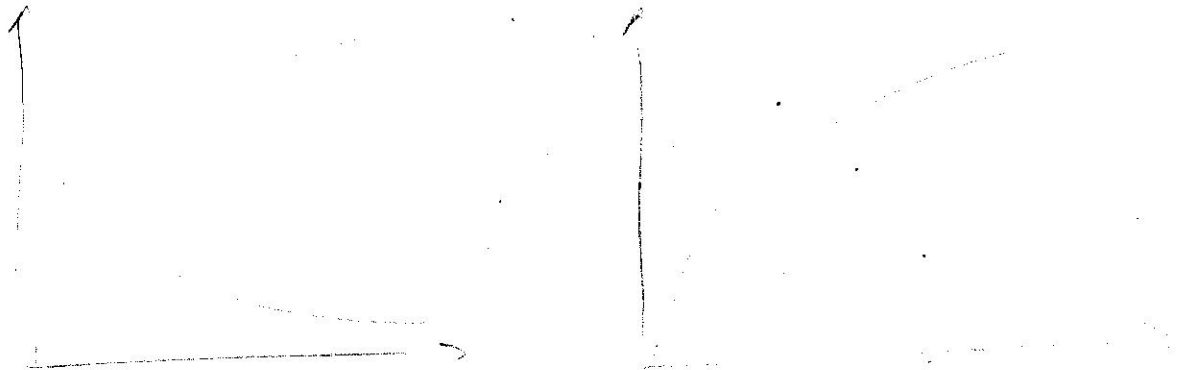
$$h = \frac{1}{g \rho z} \left( H g (P_P - P_N) + \frac{\rho \delta \cos \alpha}{2} \right)$$

$$h = H \frac{(P_P - P_N)}{\rho z} + \frac{\rho \delta \cos \alpha}{g \rho z}$$

Question 3 (3 points)

Deux nucléides (1) et (2) sont en filiation. En admettant qu'à l'instant initial  $t = 0$  seuls les noyaux (1) sont présents, représenter :

- d'une part les courbes  $N_1(t)$  et  $N_2(t)$ ,  $N_1$  et  $N_2$  étant les nombres de noyaux radioactifs de père et de fils présents à chaque instant,
- d'autre part les courbes  $A_1(t)$  et  $A_2(t)$ ,  $A_1$  et  $A_2$  étant les activités du père et du fils .



Question 4 (11 points)

A la température de 25°C, la résistivité  $\rho$  d'un cristal de silicium pur est égale à 2300  $\Omega \cdot m$ . Soit  $k_n$  et  $k_p$  les mobilités respectives des électrons de conduction et des trous positifs.

1) Sachant que  $k_n = 1350 \text{ cm}^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$  et  $k_p = 480 \text{ cm}^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$ , en déduire le nombre  $n$  de porteurs de charge mobiles<sup>p</sup> de chaque signe par  $\text{cm}^3$ , à 25°C.

$$\rho = \frac{1}{\sum n_i e k_i} = \frac{1}{n e (k_n + k_p)}$$

$n$  électrons =  $n$  trous positifs.

$$n = \frac{1}{e e (k_n + k_p)} = 1,48 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}$$

$$n^+ = \frac{n}{2} = 7,42 \cdot 10^{11}$$

$$n^- = n^+ = 7,42 \cdot 10^{11}$$

2) En première approximation, la variation de la conductivité intrinsèque avec la température  $T$  est exprimée par la loi :

$$\lambda \approx K \cdot \exp\left(-\frac{\Delta E}{2kT}\right)$$

où  $K$  est une constante,

$\Delta E$  est l'énergie nécessaire à la création d'une paire de porteurs mobiles  
 $k$  est la constante de Boltzmann.

Sachant que  $\Delta E = 1,106 \text{ eV}$ , quelle doit être la température du cristal pour que la conductivité soit multipliée par 10 ? Exprimer le résultat en °C.

$$\lambda \cdot 10 = K \cdot e^{-\frac{\Delta E}{2kT_2}}$$

$$\lambda = K \cdot e^{-\frac{\Delta E}{2kT_1}}$$

$$10 = e^{-\frac{\Delta E}{2k} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$$

$$\ln 10 = -\frac{\Delta E}{2k} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$T_1 - T_2 = -\frac{\Delta E}{2k \ln 10}$$

$$T_2 - T_1 = \frac{\Delta E}{2k \ln 10} = 2783 \text{ } ^\circ\text{C}$$



- \*\* 3) Dans un cristal de silicium on introduit du phosphore à raison de 5 atomes de P pour  $10^7$  atomes de Si.  
Quel type de semi-conducteur obtient-on ? Pourquoi ?

type N ; car P est pentavalent.

- 4) En admettant que chaque électron excédentaire du phosphore devient un électron de conduction, quelle est, à  $25^\circ\text{C}$ , la valeur de la résistivité du silicium ainsi dopé ?

Masse volumique de Si :  $2,32 \text{ g.cm}^{-3}$   
Masse molaire de Si :  $28,09 \text{ g.mol}^{-1}$

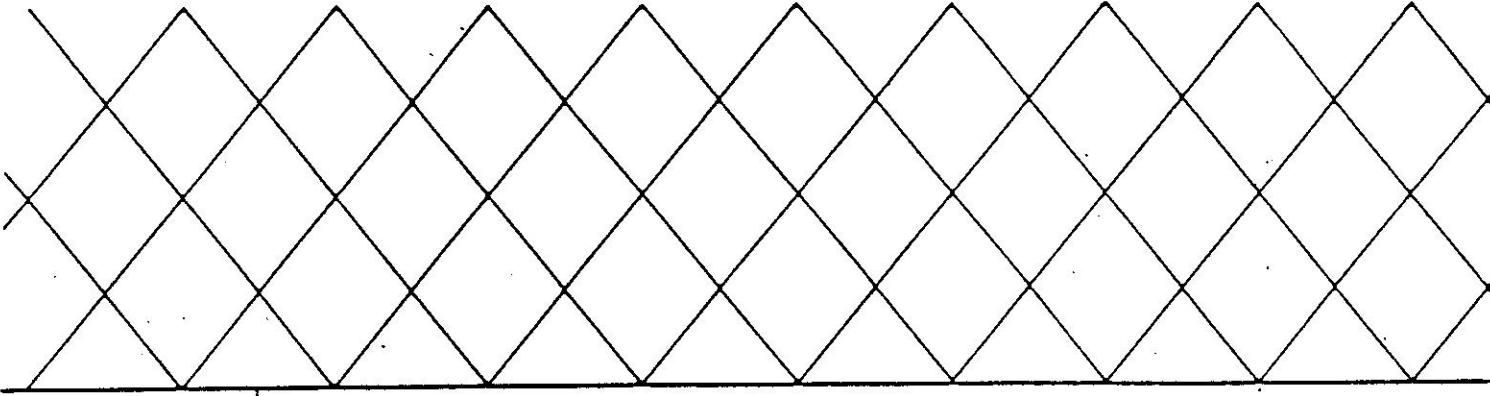
$$\rho = \frac{1}{n^+ e \mu_p + (n^- + n) e \mu_n} = 0,186$$

nb atomes Si de  $1 \text{ cm}^3$  :  $N = \frac{2,32}{28,09} \cdot N_A$

nb atomes de P du phosphore :  $n = \frac{5}{10^7} \cdot N = \frac{5}{10^7} \cdot \frac{2,32}{28,09} \cdot N_A$

\*\* Question 5 (4 points)

Les postulats de Bohr.



Question 6 (4 points)

Un électron de masse  $m_0$  au repos a été accéléré par une tension  $U$ . Sa vitesse est  $v$ .

- 1) Exprimer la longueur d'onde associée à cet électron en fonction de  $m_0$  et  $v$ .

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_0 v}$$

- 2) Ecrire l'expression de  $U$ , tension nécessaire pour communiquer à l'électron la vitesse  $v$ .

$$eU = (\gamma - 1) mc^2 \Leftrightarrow U = \frac{mc^2}{e} \left( \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1 \right)$$

- 3) Application numérique :  $v = 2,70 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .  
Calculer la longueur d'onde associée.

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 2,7 \cdot 10^8} = 2,63 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Calculer la tension  $U$  correspondante.

$$U = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} \left( \left(1 - \frac{(2,7)^2}{3^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1 \right) = 6,63 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Question 7 (4 points)

L'absorptivité molaire de l'adénine dans HCl 0,1N est de  $1,34 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{cm}^{-1}$  pour son maximum d'absorption à  $\lambda = 262 \text{ nm}$ .

Soit une cuve de 1 cm d'épaisseur contenant une solution à  $0,2 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$  d'adénine dans HCl 0,1N, traversée par un faisceau de longueur d'onde  $\lambda = 262 \text{ nm}$ .

1) Quel est le pourcentage de lumière absorbée par la solution ?  
Masse molaire de l'adénine :  $135 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

$$\begin{aligned} A &= \epsilon c l \\ &= 1,34 \cdot 10^4 \cdot \frac{0,2 \cdot 10^{-6}}{135} \cdot 1 \\ &= 1,98 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\text{opacité} = \frac{I_0 - I}{I_0} = 10^5 = 100\%$$

2) La longueur d'onde du faisceau incident est déplacée à  $\lambda' = 270 \text{ nm}$ .  
Que devient l'absorbance de la solution, les autres conditions expérimentales restant identiques ? Expliquez votre réponse.

Question 8 (4 points)

On considère une solution constituée d'un mélange de deux sucres, du glucose de concentration  $C_G = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  et du lévulose.

On remplit une cuve polarimétrique de 30 cm de long avec cette solution et on mesure un angle de rotation de la vibration incidente  $\alpha = -1,55^\circ$ , pour la longueur d'onde  $\lambda_D$  du sodium et à  $20^\circ\text{C}$ .

\*\* 1) Exprimer la loi de Biot.

2) Quelle est la concentration du lévulose en  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  ?

On donne :

pouvoir rotatoire du glucose :  $\alpha_{D_G}^{20} = 52,7^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ml}$

pouvoir rotatoire du lévulose :  $\alpha_{D_L}^{20} = -91,8^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ml}$

masse molaire du glucose :  $180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

NOM et Prénoms : .....

(en caractères d'imprimerie)

Epreuve de : PHYSIQUE - Mai 1989

(Notation sur 40)

N° de place

TABLEAU DES CONSTANTES LES PLUS COURANTES

c	Vitesse de la lumière dans le vide : $299\,792\,458\text{ m.s}^{-1}$
e	Charge élémentaire : $1,60218.10^{-19}\text{ C}$
G	Constante de gravitation : $6,673.10^{-11}\text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
h	Constante de Planck : $6,6261.10^{-34}\text{ J.s}$
k	Constante de Boltzmann : $1,38066.10^{-23}\text{ J.K}^{-1}$
$m_0$	Masse de l'électron au repos : $9,1094.10^{-31}\text{ kg}$
$m_n$	Masse du neutron au repos : $1,67493.10^{-27}\text{ kg}$
$m_p$	Masse du proton au repos : $1,67263.10^{-27}\text{ kg}$
$N_A$	Nombre d'Avogadro : $6,0221.10^{23}\text{ mol}^{-1}$
R	Constante des gaz parfaits : $8,314\text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
$R_\infty$	Constante de Rydberg : $1,09737315.10^7\text{ m}^{-1}$
u	Unité de masse atomique : $1,66054.10^{-27}\text{ kg} = 931,493\text{ MeV}$
$\epsilon_0$	Permittivité du vide : $8,854188.10^{-12}\text{ F.m}^{-1}$
$\mu_0$	Perméabilité du vide : $1,256637.10^{-6}\text{ H.m}^{-1}$

\*\*Question I (4 points)

Quelles sont les dimensions des grandeurs suivantes :

- Moment cinétique
- Moment dipolaire électrique
- Absorbance
- Polarisabilité électrique d'une molécule



\*Question II (3 points)

Expressions des résistivités des semi-conducteurs extrinsèques de type n et de type p.

\*Question III (3 points)

A partir de la définition du moment cinétique, établir l'expression du théorème du moment cinétique.

$$[\vec{\sigma}_0]_R = \vec{OM} \wedge [\vec{p}_{CM}]_R$$

$$\left(\frac{d\vec{\sigma}_0}{dt}\right)_R = \frac{d\vec{OM}}{dt} \wedge (\vec{p})_{R_0} + \vec{OM} \wedge \left(\frac{d\vec{p}}{dt}\right)_{R_0}$$

$$\text{car } \frac{d\vec{OM}}{dt} = \vec{\omega} \quad \vec{p} = m\vec{v}$$

$$\text{donc } \left(\frac{d\vec{\sigma}_0}{dt}\right) = \vec{OM} \wedge \vec{f} \quad \text{car } \vec{f} = \frac{d\vec{p}}{dt} \text{ par définition}$$

Question IV (5 points)

Une source radioactive de  $^{60}\text{Co}$  (période  $T=5,3$  ans) utilisée en radiothérapie a une activité de  $4,0 \cdot 10^{13}$  Bq.

1) Quelle masse de  $^{60}\text{Co}$  contient-elle ?

2) Quelle sera son activité au bout de 10 ans ?

Question V (11 points)

Un tube de rayons X à anode de molybdène ( $Z=42$ ) fonctionne sous une tension  $V$ .

1) Pour  $V=60$  kV, quelle est la valeur de la longueur d'onde minimale  $\lambda_0$  du spectre continu de rayons X émis par le tube ? Exprimer le résultat en nm.

2) La distribution spectrale de l'intensité du rayonnement de freinage est donnée, en première approximation, par la relation :

$$I_{\lambda} = K.Z.\frac{1}{\lambda^2} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda} \right)$$

où  $I_{\lambda}$  est l'intensité de rayonnement X à la longueur d'onde  $\lambda$ , Z le numéro atomique de l'élément de l'anode et K une constante.

a) En déduire la relation entre la longueur d'onde  $\lambda_m$  du maximum d'intensité et  $\lambda_0$ .

b) Quelle est la valeur de  $\lambda_m$  (en nm) à la tension de 60 kV ?

3) Le rendement en énergie R de l'émission totale du rayonnement de freinage est donné par la relation empirique :

$$R = k.Z.V$$

a) Quelle est la dimension de la constante k ?

b) Sachant que  $k=1,1 \cdot 10^{-9}$  unité SI, quel est le pourcentage de l'énergie des électrons incidents dissipée sous forme de chaleur par l'anode du tube lorsque  $V=60$  kV ? On négligera l'émission des raies caractéristiques.

4) L'énergie d'ionisation K du molybdène (matériau de l'anode) a pour valeur  $E_{iK}=20,002$  keV. Observe-t-on l'émission des raies K du molybdène lorsque le tube fonctionne dans des conditions électriques telles que  $\lambda_0=0,065$  nm ?

Question VI (7,5 points)

Une fibre optique cylindrique à saut d'indice est constituée d'un coeur d'indice  $n_1=1,55$  entouré d'une gaine optique d'indice  $n_2=1,48$ . A la longueur d'onde  $\lambda=600$  nm, cette fibre est caractérisée par une atténuation de  $6 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$ .

1) A la longueur d'onde considérée, quel est le pourcentage d'intensité lumineuse transmise sur une longueur de 100 m ?

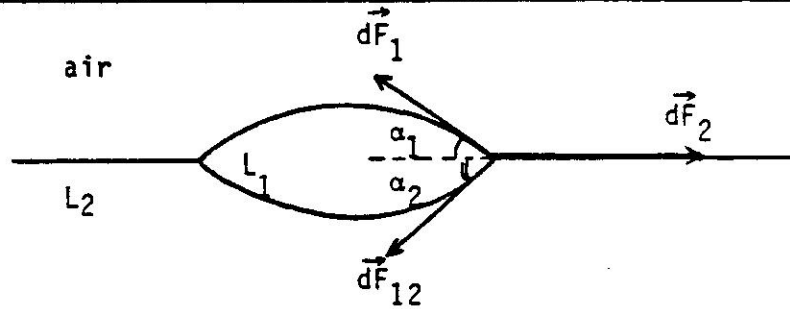


2) Un rayon lumineux incident, de longueur d'onde  $\lambda$ , faisant un angle  $\alpha = 25^\circ$  avec la normale à la face d'entrée, peut-il être transmis par réflexion totale à l'intérieur de la fibre ? La face d'entrée de la fibre se trouve dans l'air.

3) Même question lorsque la face d'entrée de la fibre se trouve dans l'eau, d'indice de réfraction  $n = 1,33$ .

Question VII (6,5 points)

Une goutte d'un liquide  $L_1$  (tension superficielle  $\gamma_1$ , masse volumique  $\rho_1$ ) est déposée sur la surface libre plane et horizontale d'un liquide  $L_2$  (tension superficielle  $\gamma_2$ , masse volumique  $\rho_2$ ). Les deux liquides n'étant pas miscibles et  $\rho_2$  étant  $> \rho_1$ , il s'établit une position d'équilibre dans laquelle la goutte prend une forme lenticulaire (voir figure).



$\vec{dF}_1$ ,  $\vec{dF}_2$ ,  $\vec{dF}_{12}$  : forces superficielles s'exerçant sur un élément de longueur  $dl$  de la ligne de contact.

$\alpha_1$  et  $\alpha_2$  : angles de contact.

1) Donner les expressions des normes de  $\vec{dF}_1$ ,  $\vec{dF}_2$  et  $\vec{dF}_{12}$ . On appellera  $\gamma_{12}$  la tension interfaciale entre  $L_1$  et  $L_2$ .

2) En posant  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ , établir l'expression de  $\alpha$  en fonction de  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  et  $\gamma_{12}$ .

On rappelle la relation :  $\cos(a + b) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$

NOM et Prénoms : .....

(en caractères d'imprimerie)

Epreuve de : PHYSIQUE - Mai 1990

N° de place

TABLEAU DES CONSTANTES LES PLUS COURANTES

c	Vitesse de la lumière dans le vide : $299\,792\,458\text{ m.s}^{-1}$
e	Charge élémentaire : $1,60218.10^{-19}\text{ C}$
G	Constante de gravitation : $6,673.10^{-11}\text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
h	Constante de Planck : $6,6261.10^{-34}\text{ J.s}$
k	Constante de Boltzmann : $1,38066.10^{-23}\text{ J.K}^{-1}$
$m_0$	Masse de l'électron au repos : $9,1094.10^{-31}\text{ kg}$
$m_n$	Masse du neutron au repos : $1,67493.10^{-27}\text{ kg}$
$m_p$	Masse du proton au repos : $1,67263.10^{-27}\text{ kg}$
$N_A$	Nombre d'Avogadro : $6,0221.10^{23}\text{ mol}^{-1}$
R	Constante des gaz parfaits : $8,314\text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
$R_\infty$	Constante de Rydberg : $1,09737315.10^7\text{ m}^{-1}$
u	Unité de masse atomique : $1,66054.10^{-27}\text{ kg} = 931,493\text{ MeV}$
$\epsilon_0$	Permittivité du vide : $8,854188.10^{-12}\text{ F.m}^{-1}$
$\mu_0$	Perméabilité du vide : $1,256637.10^{-6}\text{ H.m}^{-1}$

\* QUESTION I (3 points)

La loi de Laplace exprime la différence de pression  $\Delta P$  de part et d'autre d'une interface liquide/gaz, en fonction du rayon de courbure moyen  $\rho$  de l'interface et de la tension superficielle  $\gamma$  du liquide.

Donner l'expression de la surpression :

- dans une goutte de liquide, par rapport à la pression de l'air externe

- dans une bulle d'air au sein d'un liquide, par rapport à la pression du liquide dans lequel elle se trouve

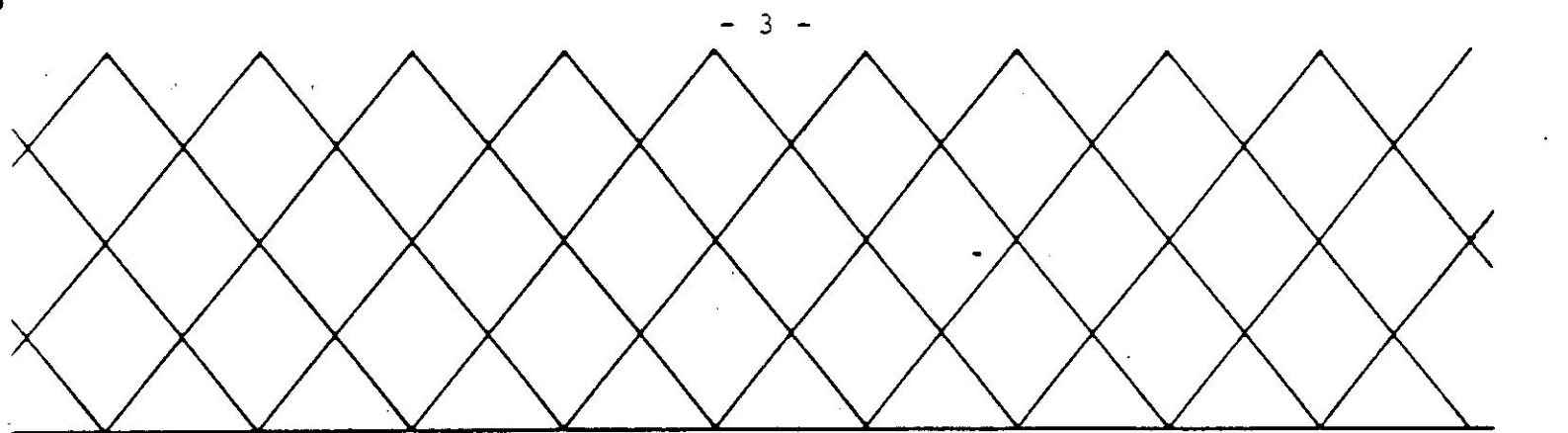
- dans une bulle d'eau savonneuse en suspension dans l'air, par rapport à la pression de l'air externe

---

\*QUESTION II (4 points)

Représenter la coupe transversale et le profil d'indice :

a) d'une fibre optique à saut d'indice



b) d'une fibre optique à gradient d'indice

---

\*QUESTION III (3 points)

a) Donner les règles de sélection portant sur les nombres quantiques  $l$  et  $j$ , concernant les transitions électroniques d'émission atomique.

b) Représenter les transitions d'émission permises entre les niveaux L et le niveau K.

QUESTION IV (4 points)

La vitesse initiale d'une réaction enzymatique a pour expression :

$$v_0 = \left( \frac{d[P]}{dt} \right)_0 = \left( \frac{d[P]}{dt} \right)_{\max} \cdot \frac{[S]_0}{K_m + [S]_0}$$

relation dans laquelle [P] est la concentration (en mol.l<sup>-1</sup>) en produit formé, [S]<sub>0</sub> la concentration initiale (en mol.l<sup>-1</sup>) en substrat, t le temps et K<sub>m</sub> la constante de Michaelis.

1) Quelle est la dimension de v<sub>0</sub> ?

*[v<sub>0</sub>] = [c][s]<sup>-1</sup> = [mol.l<sup>-1</sup>][s]<sup>-1</sup> = mol.l<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>*

2) Quelle est la dimension de K<sub>m</sub> ?

*$\frac{[S]_0}{K_m + [S]_0}$  sans dimension  
[c] = [K<sub>m</sub>] = [S] donc K<sub>m</sub> = [S]*

QUESTION V (11 points)

Une solution aqueuse est contenue dans un récipient parallélépipédique dont deux faces opposées sont constituées par deux électrodes métalliques. On applique entre les électrodes une différence de potentiel constante.

Sous l'action du champ  $\vec{E}$  les ions se trouvant dans la solution se déplacent tout en étant soumis chacun à une force de frottement  $\vec{f} = -K\vec{v}$ ,  $\vec{v}$  étant leur vitesse et K le coefficient de frottement.

1) A partir de la relation fondamentale de la dynamique, écrire l'équation différentielle décrivant le mouvement d'un ion Cu<sup>++</sup> de masse m, en supposant sa vitesse nulle à l'instant t = 0.

*SI: Cu<sup>++</sup> (ion)  
FF:  $\vec{f} = -K\vec{v}$ ;  $\vec{F} = q\vec{E}$ ;  $\vec{P}$  négligeable devant  $\vec{F}$*

*RFD:  $\vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$*

*$-K\vec{v} + q\vec{E} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$*

*$\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{K}{m}\vec{v} = \frac{q}{m}\vec{E}$*

$$\frac{dv}{dt} + \frac{h}{m} v = z e \|\vec{E}\|$$

2) La solution générale de cette équation différentielle est la somme de la solution de l'équation sans second membre, soit  $v = a \cdot e^{-\frac{h}{m}t}$ , et d'une solution particulière de l'équation complète. En déduire la loi du mouvement  $v = f(t)$ , en explicitant la constante d'intégration  $a$ .

soit  $v = A e^{-\frac{h}{m}t}$

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{h}{m} A e^{-\frac{h}{m}t}$$

$$0 = -\frac{h}{m} A + z e \|\vec{E}\| \quad A = \frac{z e \|\vec{E}\| m}{h}$$

$$\text{donc } v(t) = a e^{-\frac{h}{m}t} + \frac{z e \|\vec{E}\| m}{h}$$

à  $t=0, v=0$

$$a = -\frac{z e \|\vec{E}\| m}{h}$$

$$v(t) = \frac{z e m \|\vec{E}\|}{h} \left( 1 - e^{-\frac{h}{m}t} \right)$$

3) Quelle est l'expression de la vitesse limite  $v_l$  ?

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{z e m \|\vec{E}\|}{h} \left( 1 - e^{-\frac{h}{m}t} \right) = \frac{z e m \|\vec{E}\|}{h}$$

4) Quelle est l'expression de la constante de temps  $\tau$  du phénomène régissant l'établissement de la vitesse limite ?

5) Déterminer au bout de quel temps  $t$  un ion  $\text{Cu}^{++}$  atteint sa vitesse limite à 1 % près .

On donne :  $m = 1,055 \cdot 10^{-25}$  kg,  $K = 6,4 \cdot 10^{-12}$  unité SI

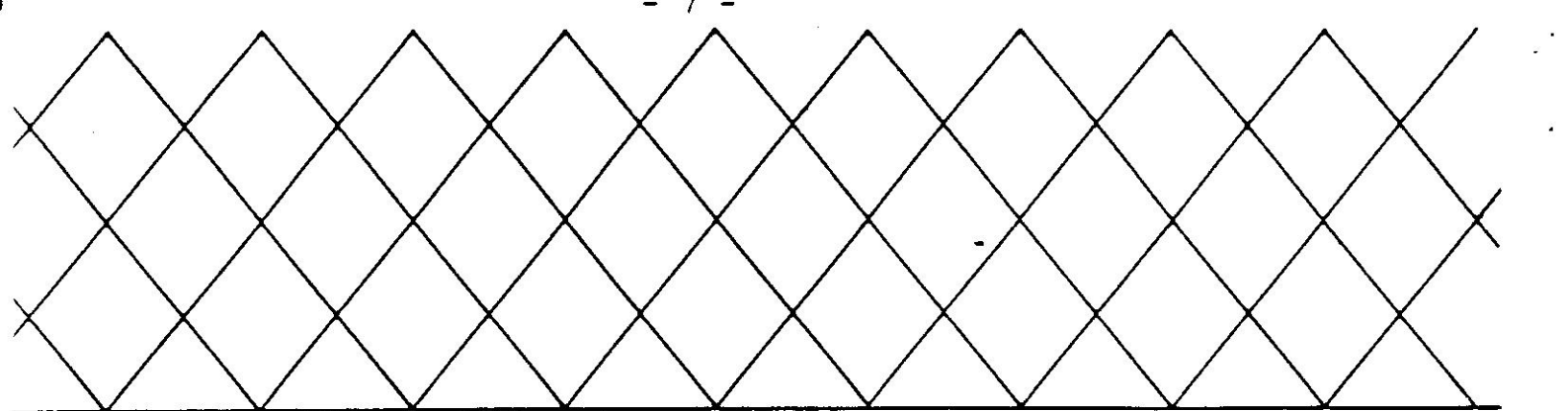
---

QUESTION VI (4 points)

Un condensateur de capacité  $C_1 = 2 \mu\text{F}$  se décharge dans un circuit non inductif de résistance  $R$ . A l'instant initial l'intensité du courant dans le circuit est  $i_0$  .

1) Quelle doit être la valeur de  $R$  pour que l'intensité  $i$  du courant soit égale à  $\frac{i_0}{100}$  au bout de 10 ms ?





2) En conservant la même résistance  $R$  que précédemment, quelle doit être la valeur de la capacité  $C_2$  d'un deuxième condensateur associé en parallèle au précédent pour que la constante de temps du circuit soit égale à 5 ms ?

---

QUESTION VII (6 points)

Dans un spectrofluorimètre, le rayonnement de fluorescence est détecté par un photomultiplicateur comportant 10 dynodes. A la tension de fonctionnement du photomultiplicateur, le facteur de multiplication moyen des dynodes est  $N = 3,8$ . La sensibilité spectrale  $k$  de la photocathode est égale à  $30 \text{ mA.W}^{-1}$  à la longueur d'onde détectée ( $\lambda = 520 \text{ nm}$ )

1) Quel est le gain du photomultiplicateur ?

2) Quelle est la charge collectée par l'anode pour chaque photo-électron émis par la photocathode ?

3) Quel est le rendement quantique  $\phi$  de la photocathode à la longueur d'onde  $\lambda$  ?

---

QUESTION VIII (5 points)

L'isotope 79 du krypton ( ${}_{36}^{79}\text{Kr}$ ) se désintègre par émission  $\beta^+$  ou capture électronique (CE) avec des probabilités respectives de 7 % et 93 % . Sa période est égale à 35,0 h.

1) Calculer les valeurs des constantes radioactives partielles  $\lambda(\beta^+)$  et  $\lambda(\text{CE})$ . Exprimer les résultats en unités SI.

2) Quelle est la durée de vie moyenne d'un atome de  ${}_{36}^{79}\text{Kr}$  ?

3) Donner le (ou les) symbole(s) du (ou des) nucléide(s) formé(s).  
On rappelle les numéros atomiques des éléments suivants :  
Se (Z = 34), Br (Z = 35), Rb (Z = 37), Sr (Z = 38).

Réservé au  
secrétariat

NOM et Prénoms : .....  
(en caractères d'imprimerie)

Epreuve de : PHYSIQUE - Mai 1991

N° de place

Réservé au  
secrétariat

EPREUVE DE PHYSIQUE  
Notation sur 25  
(R. BADOR)

Note

Vérifiez que votre fascicule comporte 5 pages numérotées.

Les questions de cours sont signalées par un astérisque.

TABLEAU DES CONSTANTES LES PLUS COURANTES

c	Vitesse de la lumière dans le vide : 299 792 458 m.s <sup>-1</sup>
e	Charge élémentaire : 1,60218.10 <sup>-19</sup> C
G	Constante de gravitation : 6,673.10 <sup>-11</sup> N.m <sup>2</sup> .kg <sup>-2</sup>
h	Constante de Planck : 6,6261.10 <sup>-34</sup> J.s
k	Constante de Boltzmann : 1,38066.10 <sup>-23</sup> J.K <sup>-1</sup>
m <sub>0</sub>	Masse de l'électron : 9,1094.10 <sup>-31</sup> kg
m <sub>n</sub>	Masse du neutron : 1,67493.10 <sup>-27</sup> kg
m <sub>p</sub>	Masse du proton : 1,67263.10 <sup>-27</sup> kg
N <sub>A</sub>	Nombre d'Avogadro : 6,0221.10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>
R	Constante des gaz parfaits : 8,314 J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
R <sub>∞</sub>	Constante de Rydberg : 1,09737315.10 <sup>7</sup> m <sup>-1</sup>
u	Unité de masse atomique : 1,66054.10 <sup>-27</sup> kg = 931,493 MeV
ε <sub>0</sub>	Permittivité du vide : 8,854188.10 <sup>-12</sup> F.m <sup>-1</sup>
μ <sub>0</sub>	Perméabilité du vide : 1,256637.10 <sup>-6</sup> H.m <sup>-1</sup>

\*Question I (3 points)

Quelles sont les dimensions des grandeurs suivantes :

- Puissance  $ML^2T^{-3}$
- Quantité de mouvement  $MLT^{-1}$
- Moment dipolaire électrique  $LTI$
- Indice de réfraction *sans dimension*

- Densité de courant  $\rho$

- Coefficient d'atténuation massique  $\mu^{-1} L^2$

\*Question II (3 points)

Représenter la variation de l'énergie potentielle électrique d'un dipôle électrostatique en fonction de l'angle  $\alpha = (\vec{P}, \vec{E})$  entre son moment dipolaire  $\vec{P}$  et le champ électrique  $\vec{E}$  auquel il est soumis.

$$E_p = - p \cdot \vec{E}$$
$$= - p \cdot \|\vec{E}\| \cdot \cos \alpha$$

$$-1 < \cos \alpha < 1$$

$$-pE < E_p < +pE$$

$$\Delta E_p = 2pE$$

Question III (9 points)

Un réseau par réflexion possède 1000 traits par mm. Il est éclairé par un faisceau lumineux parallèle polychromatique sous un angle d'incidence  $\alpha = + 30^\circ$ .

1) Quelle est la valeur du pas  $d$  de ce réseau (en nm) ?

$$n = 1000 \text{ traits/mm} = 10^7 \text{ traits/m}$$

$$n = \frac{1}{d} \quad d = \frac{1}{n} = 10^{-7} = 100 \text{ nm}$$

2) Quelle est la longueur d'onde diffractée dans l'ordre  $k = + 1$  suivant un angle de diffraction  $\beta = - 5^\circ$  ?

$$d (\sin \alpha + \sin \beta) = k \lambda$$

$$\lambda = \frac{d}{k} (\sin \alpha + \sin \beta)$$

$$\lambda = \frac{10^{-7}}{+1} (\sin 30 + \sin (-5)) = 41,3 \text{ nm}$$

3) Sachant que ce réseau a une longueur utile de 3 cm, quelle est sa résolution spectrale R dans l'ordre + 1 ?

$$R = k N = +1 \cdot 0,3 \cdot 10^7 = 3 \cdot 10^5$$

4) Ce réseau permet-il de séparer, dans l'ordre + 1, deux raies d'émission ayant pour longueurs d'onde  $\lambda_1 = 420,123 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 420,150 \text{ nm}$  ?

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 0,027 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda_0 = \frac{\lambda}{R} \text{ pour } \lambda = \lambda_1 \quad \Delta \lambda_0 = 0,0014 \text{ nm}$$

oui

5) Quelle est la dispersion angulaire (en degré par nanomètre) dans l'ordre + 1, au voisinage de l'angle de diffraction  $\beta = -5^\circ$  ?

$$\sin \alpha + \sin \beta = \frac{h \lambda}{d}$$

$$\cos \beta \cdot d\beta = \frac{h}{d} d\lambda$$

$$\frac{d\beta}{d\lambda} = \frac{h}{d \cos \beta} = \frac{1}{100 \cdot \cos 5} = 0,01 \text{ }^\circ/\text{nm}$$

Question IV (6 points)

Dans un faisceau de rayons X issu d'un tube à anode de cuivre, le rapport de l'intensité de la raie Cu K $\alpha$  à l'intensité de la raie Cu K $\beta$  est égal à 5.

Pour modifier ce rapport d'intensités on place devant le tube un filtre de nickel. Cet élément possède une discontinuité d'absorption K à la longueur d'onde  $\lambda_{dis}(Ni) = 0,149$  nm alors que les longueurs d'onde des raies K $\beta$  et K $\alpha$  du cuivre ont pour valeurs :  $\lambda_{K\beta}(Cu) = 0,139$  nm et  $\lambda_{K\alpha}(Cu) = 0,154$  nm.

1) On donne les valeurs suivantes du coefficient d'atténuation massique du nickel :

$$\mu_m = 113 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ à } \lambda = 0,100 \text{ nm}$$

$$\mu_m = 98 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1} \text{ à } \lambda = 0,200 \text{ nm}$$

Sachant que  $\mu_m$  est proportionnel à  $\lambda^3$  entre les discontinuités d'absorption, déterminer les valeurs de  $\mu_m$  du nickel aux longueurs d'onde  $\lambda_{K\beta}(Cu)$  et  $\lambda_{K\alpha}(Cu)$ .

$$\mu_m = k \lambda^3$$

pour  $\mu_m = 113 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  on prend  $\lambda_{K\beta}$

$$\mu_{\beta} = \mu_m \frac{\lambda_{K\beta}^3}{\lambda^3} = 113 \cdot \frac{(0,139)^3}{(0,1)^3} = 303,5 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$$

pour  $\lambda_{K\alpha}$

$$\mu_{\alpha} = \mu_m \frac{\lambda_{K\alpha}^3}{\lambda^3} = 98 \cdot \frac{(0,154)^3}{(0,2)^3} =$$

$$= 44,7 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$$

2) Quelle est la valeur du rapport d'intensités des raies du cuivre après traversée du filtre de nickel ?

Épaisseur du filtre  $x = 50 \text{ } \mu\text{m}$

Masse volumique du nickel  $\rho = 8,9 \text{ g.cm}^{-3}$

$$\frac{I_\alpha}{I_\beta} = \frac{I_{0\alpha} e^{-\mu_{m\alpha} x}}{I_{0\beta} e^{-\mu_{m\beta} x}} = 5 e^{-x(\mu_{m\alpha} - \mu_{m\beta})}$$

$$= 5 e^{-8,9 \cdot 50 \cdot 10^{-4} (54,7 - 303,5)}$$

$$= 5 \cdot e$$

Question V (4 points)

Un disque de centre O et de rayon R est uniformément chargé avec une densité surfacique de charge  $\sigma$ .

On démontre que sur son axe de symétrie Ox le potentiel électrique V a pour expression :

$$V(x) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} [(R^2 + x^2)^{\frac{1}{2}} - x]$$

En déduire l'expression du champ électrique  $\vec{E}$  sur l'axe Ox de vecteur unitaire  $\vec{i}$ .

$$\vec{E} = - \text{grad } V(x) = - \frac{dV(x)}{dx} \cdot \vec{i}$$

$$E(x) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( + \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - 1 \right)$$

$$E(x) = + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$



UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - FACULTÉ DE PHARMACIE  
DÉPARTEMENT DE BIOPHYSIQUE, MATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE

8, avenue Rockefeller - 69373 LYON CEDEX 2 - Tél. (7) 875.81.14

Lyon, le

Première Année de Pharmacie

EPREUVE DE PHYSIQUE (Mai 1991)

Professeur Ch. A. BIZOLLON

\*\*\*\*\*

\* Cette épreuve est notée sur 15

\* Ce fascicule comporte :

- 10 questions de cours notées sur 5 (10 x 0,5 = 5)

- 3 exercices

. l'exercice n° 1 est noté sur 4

. Les exercices n° 2 et 3 sont notés chacun sur 3

Les réponses doivent être portées sans rature ni surcharge sur la grille ci-jointe.

Ce fascicule comporte 9 pages.

1er GROUPE DE QUESTIONS : une seule proposition est fausse. Noircir la case correspondante à cette proposition.

Question n° 1

La constante de tension superficielle d'un liquide :

- A - a la dimension :  $[W] \cdot [S]^{-1}$
- B - a la dimension :  $M \cdot T^{-2}$
- C - diminue généralement quand la température augmente
- D - s'annule pour la température critique
- E - augmente généralement quand la pression du gaz surmontant le liquide augmente

Réponse 1 : A B C D  E

Question n° 2

En régime d'écoulement laminaire d'un fluide réel dans un tube horizontal étroit, le débit du fluide est :

- A - proportionnel à la longueur du tube
- B - proportionnel à la perte de charge par unité de longueur
- C - inversement proportionnel au coefficient de viscosité
- D - proportionnel à la 4ème puissance du rayon du tube
- E - proportionnel à la différence de pression existant entre les extrémités du tube

Réponse 2 :  A B C D E

Question n° 3

Les particules  $\alpha$  :

- A - sont peu pénétrantes
- B - créent une ionisation dense
- C - ont une vitesse peu différente de celle de la lumière
- D - sont émises par les noyaux lourds
- E - sont constituées par l'association de 2 protons et 2 neutrons

Réponse 3 : A B  C D E

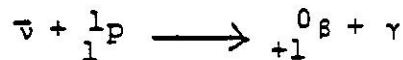
Question n° 4

- A - Au cours de l'écoulement d'un fluide parfait en régime permanent, 2 lignes de courant ne peuvent se couper
- B - Au cours de l'écoulement d'un fluide parfait en régime permanent, la quantité  $P + \rho gz + 1/2 \rho v^2$  est constante dans un tube de courant
- C - Si le tube est horizontal, la mesure de la variation de pression entre 2 points au niveau desquels la section du tube est différente permet d'apprécier la variation de débit du fluide entre ces 2 points
- D - Si le tube est horizontal, la mesure de la variation de pression entre 2 points au niveau desquels la section du tube est différente permet d'apprécier la variation de vitesse du fluide entre ces 2 points

Réponse 4 : A B C  D

Question n° 5

- A - Dans un flux de neutrons, produit dans un réacteur nucléaire, il apparaît des antineutrinos
- B - Les neutrinos ont une masse négligeable par rapport à celle des électrons
- C - Les antineutrinos reçus sur une cible à hydrogène donnent lieu à la réaction



- D - Les rayons  $\beta^-$  émis par un radioisotope présentent un spectre continu d'énergie
- E - Les positons disparaissent par annihilation

Réponse 5 : A B  C D E

2ème GROUPE DE QUESTIONS : une seule proposition est juste. Noircir la case correspondante à cette proposition.

Question n° 6

Lors de l'écoulement d'un fluide réel dans un tube, le passage du régime laminaire au régime turbulent se réalise lorsque :

- A - la masse volumique diminue
- B - le coefficient de viscosité du fluide augmente
- C - la vitesse d'écoulement augmente
- D - le diamètre du tube diminue
- E - la température diminue

Réponse 6 : A B C  D E

Question n° 7

Le mode de désintégration avec émission d'un rayonnement  $\beta^+$  :

- A - se produit lorsqu'il y a un excès de neutrons dans le noyau initial
- B - entre en compétition avec la capture électronique
- C - correspond à une transformation isomérique
- D - conduit toujours à un état excité du noyau final
- E - s'accompagne de l'émission d'un antineutrino

Réponse 7 : A B C D E

Question n° 8

- A - Le coefficient de viscosité d'un liquide se mesure, dans le système international, en  $\text{kg.m}^{-1}.\text{s}$
- B - Le coefficient de viscosité d'un liquide se mesure, dans le système international, en  $\text{Pa.s}^{-1}$
- C - La dimension de la viscosité cinématique est  $\text{L}^2\text{T}^{-2}$
- D - En augmentant la température d'un liquide on diminue son coefficient de viscosité
- E - Pour les fluides non newtoniens le coefficient de viscosité est constant quel que soit le gradient de vitesse

Réponse 8 : A B C D E

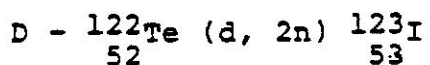
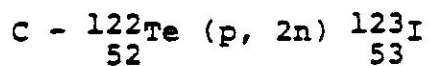
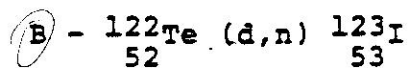
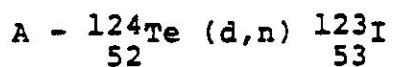
Question n° 9

- A - Dans le système international, l'unité de dose absorbée est le sievert (Sv)
- B - La chambre d'ionisation fait appel au phénomène d'ionisation secondaire
- C - Dans le compteur Geiger Muller l'amplitude de l'impulsion électrique dépend de l'énergie de la particule incidente détectée
- D - L'équivalent-dose est le produit de la dose absorbée par un facteur de qualité
- E - 1 gray (Gy) = 1 J.kg

Réponse 9 : A B C D E

Question n° 10

$^{123}_{53}\text{I}$  utilisé en scintigraphie thyroïdienne peut être obtenu par  
réaction nucléaire à partir du tellure :  $^{122}_{52}\text{Te}$  ou  $^{124}_{52}\text{Te}$



d = noyau de deutérium  $^2_1\text{H}$

n = neutron

p = proton

Réponse 10 : A B C D

EXERCICES

Pour chaque exercice le tableau présente 32 réponses numériques possibles.

La bonne réponse doit être désignée par la combinaison des lettres qui figure au même emplacement dans le tableau des combinaisons des lettres.

Vous devez choisir la valeur la plus proche de votre résultat. Si votre valeur est en dehors de l'intervalle défini par le tableau, choisissez "autre réponse".

Exercice n° 1 (4/15)

Une source d'un radioélément à une activité de :

- 7 330 désintégrations par seconde à  $t_0$
- 5 615 désintégrations par seconde à  $t = 5$  jours.

1. Quelle est la valeur de la constante radioactive de ce radioélément (exprimée en  $10^{-7} \text{ s}^{-1}$ ) ?

Réponse 11 : A B C D E

ne sait pas	0,8	1,2	1,5	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4
0,6	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	AUTRE REPONSE

	B	D	AB	AD	BC	BE	CE	ABC	ABE	ACE	BCD	BDE	ABCD	ABDE	BCDE
A	C	E	AC	AE	BD	CD	DE	ABD	ACD	ADE	BCE	CDE	ABCE	ACDE	ABCDE

2. Quel est le nombre de noyaux du radioélément présents dans la source à l'instant  $t_0$  (exprimé en  $10^{10}$ ) ?

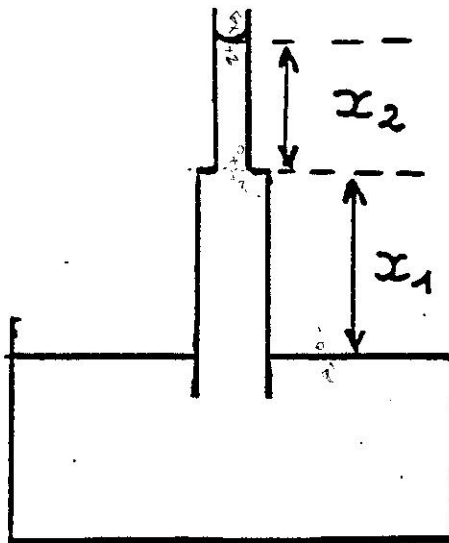
Réponse 12 : A B C D **E**

Ne sait pas	0,75	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	1,75	1,85	1,95	2,05	2,15
0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	AUTRE RÉPONSE

	B	D	AB	AD	BC	BE	CE	ABC	ABE	ACE	BCD	BDE	ABCD	ABDE	BCDE
A	C	E	AC	AE	BD	CD	DE	ABD	ACD	ADE	BCE	CDE	ABCE	ACDE	ABCDE

Exercice n° 2 (3/15)

Un tube capillaire de section variable est plongé dans une cuve contenant de l'eau parfaitement mouillante selon la figure :



Dans la partie la plus large du tube (rayon intérieur :  $r_1 = 0,20$  mm) le liquide monte d'une hauteur  $x_1 = 2,5$  cm.

Calculer en cm la hauteur  $x_2$  d'ascension de l'eau dans la partie la plus étroite du tube (rayon intérieur :  $r_2 = 0,10$  mm).

On donne :

- la constante de tension superficielle de l'eau à la température de l'expérience :  $\gamma = 73 \cdot 10^{-3}$  N.m<sup>-1</sup>
- la masse volumique de l'eau :  $\rho = 10^3$  kg.m<sup>-3</sup>
- l'accélération de la pesanteur :  $g = 9,81$  m.s<sup>-2</sup>

Réponse 13 : A B C D E

Ne sait pas	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9
	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8
															AUTRE REponse

	B	D	AB	AD	BC	BE	CE	ABC	ABE	ACE	BCD	BDE	ABCD	ABDE	BCDE
A	C	E	AC	AE	BD	CD	DE	ABD	ACD	ADE	BCE	CDE	ABCE	ACDE	ABCDE



Exercice n° 3 (3/15)

Calculer la vitesse limite (exprimée en  $\text{cm.s}^{-1}$ ) de chute d'une bille dans l'éthanol.

- On donne :
- masse volumique de la bille :  $3\,200 \text{ kg.m}^{-3}$
  - diamètre de la bille :  $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
  - masse volumique de l'éthanol :  $1\,010 \text{ kg.m}^{-3}$
  - coefficient de viscosité de l'éthanol :  $1,2 \cdot 10^{-2}$  unité SI
  - accélération de la pesanteur :  $9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Réponse 14 : A  B C D E

Ne sait pas	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96
0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	Autre Réponse

	B	D	AB	AD	BC	BE	CE	ABC	ABE	ACE	BCD	BDE	ABCD	ABDE	BCDE
A	C	E	AC	AE	BD	CD	DE	ABD	ACD	ADE	BCE	CDE	ABCE	ACDE	ABCDE