

# **EPREUVE DE PHYSIQUE**

PHARMACIE. Pr. COHEN

**Avril 2008**

**Notation sur 40 points**

**Durée : 2 heures**

**Calculatrice autorisée**

**Vérifiez que votre fascicule comporte 9 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	masse de l'électron : 9,1094.10 <sup>-31</sup> kg 5,4858.10 <sup>-4</sup> u
m <sub>n</sub>	masse du neutron : 1,67493.10 <sup>-27</sup> kg 1,008665 u
m <sub>p</sub>	masse du proton : 1,67262.10 <sup>-27</sup> kg 1,007276 u
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/c <sup>2</sup>
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)**

Donner les dimensions des grandeurs physiques suivantes :

- vitesse  $L T^{-1}$
- énergie  $M L^2 T^{-2}$
- pression statique  $M L^{-1} T^{-2}$
- nombre de Reynolds 1 ou sans dimension
- moment d'inertie  $M L^2$
- gradient de vitesse  $T^{-1}$

**\*Question II (3 points)**

Soit un atome à l'état fondamental et  $n$  le nombre quantique principal. Quelles sont toutes les valeurs possibles pour  $\ell$  (nombre quantique secondaire),  $m_\ell$  (nombre quantique magnétique orbital) et  $m_s$  (nombre quantique magnétique de spin) ?

$$0 \leq \ell \leq n - 1$$

$$-\ell \leq m_\ell \leq +\ell$$

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

**\*Question III (2 points)**

Ecrire la loi de Beer-Lambert et donner le nom de chaque grandeur.

$$A = \varepsilon \cdot C \cdot x$$

- A absorbance
- $\varepsilon$  absorptivité
- C concentration
- x épaisseur de la solution traversée

### Question V (3 points)

Au cours d'une séance de rééducation, un sujet soulève verticalement un solide de masse  $m = 10 \text{ kg}$  et de volume  $V = 5,0 \text{ L}$  sur une hauteur  $h = 1,0 \text{ m}$ .

On donne l'accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

1) Calculer le travail fourni par le sujet dans les conditions suivantes :

- a) Le solide est soulevé dans l'air dont la masse volumique  $\rho_{\text{air}}$  est négligeable.

$$W = F \cdot h = mgh$$

$$W = 10 \times 9,81 \times 1 = 98,1 \text{ J}$$

- b) Le solide est soulevé dans l'eau dont la masse volumique est  $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .

$$W = (\|\vec{P}\| - \|\vec{A}\|) h = (m - \rho_{\text{eau}} V) gh$$

$$W = (10 - 1,0 \cdot 10^3 \times 5,0 \cdot 10^{-3}) \times 9,81 \times 1,0 = 49,1 \text{ J}$$

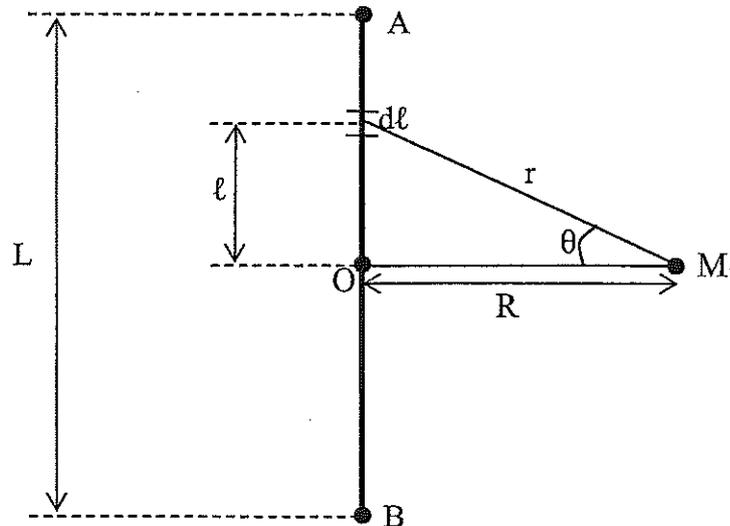
2) Calculer la masse du solide (de volume  $V = 5,0 \text{ L}$ ) que le sujet doit soulever dans l'eau, sur une hauteur  $h = 1,0 \text{ m}$ , pour fournir un travail  $W = 80 \text{ J}$ .

$$m = \frac{W}{gh} + \rho_{\text{eau}} V$$

$$m = \frac{80}{9,81 \times 1,0} + 1,0 \cdot 10^3 \times 5,0 \cdot 10^{-3} = 13,2 \text{ kg}$$

**Question VII (5 points)**

Soit un segment AB de longueur L. Ce segment est un fil chargé avec une densité linéique de charge  $\lambda$ . Considérons un point M situé sur la médiatrice de ce fil, à la distance R du centre O du segment AB (voir figure). La permittivité électrique du milieu est  $\epsilon_0$ .



1) Quelle est la dimension de  $\lambda$  ?  
 $I T L^{-1}$

2) Donner, en fonction de  $\epsilon_0$ ,  $r$ ,  $\lambda$  et  $d\ell$ , l'expression du potentiel élémentaire  $dV$  créé par une charge élémentaire  $dq$  située sur une portion  $d\ell$  du fil à la distance  $r$  du point M.

$$dV = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{dq}{r} = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{\lambda d\ell}{r}$$

3) Quelle est la relation entre  $R$ ,  $\ell$  et  $\theta$  ?

$$\tan \theta = \frac{\ell}{R}$$

4) En déduire la relation entre  $d\ell$  et  $d\theta$ .

$$d\ell = d(R \tan\theta) = R \frac{d\theta}{(\cos\theta)^2}$$

5) Quelle est alors l'expression de  $dV$  en fonction de  $\epsilon_0$ ,  $\lambda$  et  $\theta$  ?

$$dV = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{\lambda R d\theta}{r (\cos\theta)^2} \text{ avec } r = \frac{R}{\cos \theta}$$

D'où

$$dV = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \frac{\lambda d\theta}{(\cos\theta)}$$

6) Quel est le potentiel total  $V$  créé par tout le fil au point  $M$  en fonction de  $\lambda$ ,  $\epsilon_0$  et  $\theta_0$  sachant que

$$\int \frac{dx}{\cos x} = \ell n \sqrt{\frac{1+\sin x}{1-\sin x}} \text{ et que } \theta_0 \text{ est défini par : } \tan \theta_0 = \frac{L/2}{R} ?$$

$$V = \frac{\lambda}{4 \pi \epsilon_0} \int_{-\theta_0}^{+\theta_0} \frac{d\theta}{\cos \theta} = \frac{\lambda}{4 \pi \epsilon_0} \left[ \ell n \sqrt{\frac{1+\sin \theta_0}{1-\sin \theta_0}} - \ell n \sqrt{\frac{1+\sin(-\theta_0)}{1-\sin(-\theta_0)}} \right]$$

$$V = \frac{\lambda}{4 \pi \epsilon_0} \ell n \sqrt{\frac{(1+\sin \theta_0)(1+\sin \theta_0)}{(1-\sin \theta_0)(1-\sin \theta_0)}}$$

d'où

$$V = \frac{\lambda}{4 \pi \epsilon_0} \ell n \left( \frac{1+\sin \theta_0}{1-\sin \theta_0} \right)$$

**Question X (6 points)**

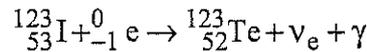
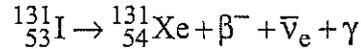
L'iode 123 ( $^{123}\text{I}$ ) et l'iode 131 ( $^{131}\text{I}$ ) sont deux isotopes radioactifs de l'iode utilisés en médecine nucléaire.

1) Ecrire les équations de transformation de

- $^{131}\text{I}$  sachant qu'il s'agit d'une transformation  $\beta^-$  avec émission de photons  $\gamma$
- $^{123}\text{I}$  sachant qu'il s'agit d'une transformation par capture électronique avec émission de photons  $\gamma$ .

On donne les numéros atomiques des éléments suivants :

Élément	Sb	Te	I	Xe	Cs
Numéro atomique	51	52	53	54	55



2) Calculer l'énergie cinétique maximale des  $\beta^-$  émis lors de la transformation de  $^{131}\text{I}$  sachant que l'énergie totale disponible ( $Q_{\beta^-}$ ) est égale à 970 keV et que les photons  $\gamma$  émis ont une énergie de 364 keV.

$$E_{\beta^- \text{ max}} = (Q_{\beta^-} - E_{\gamma}) = 970 - 364 = 606 \text{ keV}$$

3) Calculer les constantes radioactives de  $^{123}\text{I}$  et  $^{131}\text{I}$  (en  $\text{h}^{-1}$ ) sachant que leurs périodes respectives sont 13 heures et 8 jours.

$$^{123}\text{I} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{13} = 5,33 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}$$

$$^{131}\text{I} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{8 \times 24} = 3,61 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$$

4) Les sources de  $^{123}\text{I}$  et  $^{131}\text{I}$  ont des activités initiales respectivement égales à 5,0 MBq et 3,0 MBq. Calculer les masses de  $^{123}\text{I}$  et  $^{131}\text{I}$  correspondantes.

$$^{123}\text{I} \quad m = \frac{123 \times A \times T}{\ln 2 \times N_A} = \frac{123 \times 5 \cdot 10^6 \times 13 \times 3600}{\ln 2 \times 6,0221 \cdot 10^{23}} = 6,9 \cdot 10^{-11} \text{ g}$$

$$^{131}\text{I} \quad m = \frac{131 \times A \times T}{\ln 2 \times N_A} = \frac{131 \times 3 \cdot 10^6 \times 8 \times 24 \times 3600}{\ln 2 \times 6,0221 \cdot 10^{23}} = 6,5 \cdot 10^{-10} \text{ g}$$

5) Calculer le temps au bout duquel l'activité en  $^{123}\text{I}$  sera égale à 1% de l'activité en  $^{131}\text{I}$ .

$$^{123}A_t = ^{131}A_t \cdot 0,01$$

$$^{123}A_0 \cdot e^{-^{123}\lambda \cdot t} = ^{131}A_0 \cdot e^{-^{131}\lambda \cdot t} \cdot 0,01$$

$$e^{t(^{131}\lambda - ^{123}\lambda)} = \frac{^{131}A_0}{^{123}A_0} \cdot 0,01$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{^{131}A_0}{^{123}A_0} \cdot 0,01\right)}{^{131}\lambda - ^{123}\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{3}{5} \cdot 0,01\right)}{3,61 \cdot 10^{-3} - 5,33 \cdot 10^{-2}}$$

$$t = 102,9 \text{ h} = 3,7 \cdot 10^5 \text{ s}$$