

Réservé au secrétariat

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

Epreuve de :

N° de PLACE

Réservé au  
secrétariat

## EPREUVE DE PHYSIQUE

Pharmacie (Pr. COHEN)

Mai 2006

Notation sur 40 points

Note

Durée : 2 heures

Calculatrice autorisée

Vérifiez que votre fascicule comporte 9 pages numérotées.

Les questions de cours sont signalées par un astérisque.

Mai 2006  
-1-

**\*Question I (3 points)**

Donner les dimensions des grandeurs physiques suivantes :

- force

$$MLT^{-2}$$

- constante radioactive

$$T^{-1}$$

- tension superficielle

$$MT^{-2}$$

- énergie potentielle

$$ML^2T^{-2}$$

- fréquence

$$T^{-1}$$

- résistivité électrique

$$ML^3T^{-3}I^{-2}$$

**Question VI (7 points)**

Soit un dipôle constitué de deux charges  $-q$  au point  $M_1$  et  $+q$  ( $q > 0$ ) au point  $M_2$  à des distances respectives  $r-a/2$  et  $r+a/2$  d'une charge  $+Q$  ( $Q > 0$ ) placée en  $O$ . Les charges  $+Q$ ,  $-q$ ,  $+q$  sont alignées. Le dipôle est très éloigné de la charge  $+Q$  à une distance  $r$  telle que  $r \gg a$ . On appelle  $M$  le centre du dipôle et  $\vec{u}$  le vecteur unitaire dirigé de  $M_1$  vers  $M_2$ .  $\epsilon_0$  est la constante diélectrique du milieu.



- 1) a) Donner l'expression, en fonction des données, des champs électriques  $\vec{E}_1$  et  $\vec{E}_2$  créés par la charge  $Q$  en  $M_1$  et  $M_2$  respectivement.

$$\vec{E}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\left(r - \frac{a}{2}\right)^2} \vec{u}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\left(r + \frac{a}{2}\right)^2} \vec{u}$$

- b) En déduire, toujours en fonction des données, la force totale  $\vec{F}$  exercée par la charge  $Q$  sur le dipôle.

$$\begin{aligned} \vec{F} &= -q\vec{E}_1 + q\vec{E}_2 \\ &= \frac{qQ\vec{u}}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{1}{\left(r - \frac{a}{2}\right)^2} + \frac{1}{\left(r + \frac{a}{2}\right)^2} \right) \end{aligned}$$

- c) Le dipôle est-il attiré ou repoussé par la charge  $Q$ ? Justifier.

$$\left(r - \frac{a}{2}\right)^2 < \left(r + \frac{a}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{\left(r - \frac{a}{2}\right)^2} > \frac{1}{\left(r + \frac{a}{2}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \vec{F} \llcorner -\vec{u} \Rightarrow \text{attraction}$$

- 2) a) Le dipôle est fixé en  $M$ . Il se trouve suffisamment loin de la charge  $Q$  pour considérer que le champ extérieur  $\vec{E}$  agissant sur ce dipôle est constant et égal au champ créé par  $Q$  en  $M$ . Exprimer ce champ en fonction des données de l'énoncé.

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \vec{u}$$

- b) Donner l'énergie potentielle  $E_p$  du dipôle en fonction de  $q$ ,  $Q$ ,  $\epsilon_0$ ,  $a$  et  $r$ .

$$E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qaQ}{r^2}$$

(avec  $\vec{p} = qa\vec{u}$ )

- c) On fait tourner le dipôle de  $180^\circ$  autour du point  $M$ . Quelle énergie faut-il fournir, en fonction de  $q$ ,  $Q$ ,  $\epsilon_0$ ,  $a$  et  $r$ , pour exécuter ce mouvement?

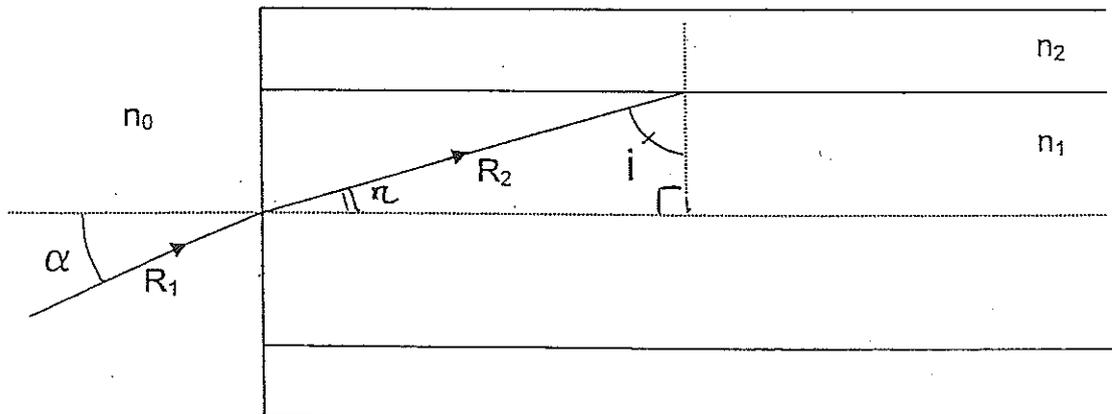
$$E_{pf} = -\vec{p} \cdot \vec{E} \text{ avec } \vec{p} = -qa\vec{u}$$

$$\Rightarrow E_{pf} = \frac{qaQ}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$\Rightarrow \text{fournir: } E_{pf} - E_p = \frac{2qaQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \boxed{\frac{qaQ}{2\pi\epsilon_0 r^2}}$$

**Question VIII (3 points)**

Une fibre optique est constituée d'un cœur d'indice de réfraction  $n_1 = 1,48$  entouré d'une gaine d'indice de réfraction  $n_2 = 1,44$ . La face d'entrée de la fibre se trouve dans de l'eau d'indice de réfraction  $n_0 = 1,33$ .



1) Quelle condition l'angle  $i$  doit-il respecter pour que le rayon  $R_2$  subisse une réflexion totale sur le dioptré qui sépare le cœur de la gaine ? (la valeur de l'angle  $i$  sera exprimée en degrés).

$$\sin i_0 = \frac{n_2}{n_1} \quad \sin i_0 = \frac{1,44}{1,48}$$

$$\Rightarrow i_0 = 76,6^\circ \quad (\text{Angle d'incidence limite})$$

$$\text{Il faut } i > i_0 \text{ soit } \boxed{i > 76,6^\circ}$$

2) Le rayon  $R_2$  subit-il une réflexion totale lorsque  $\alpha$  (angle d'incidence du rayon  $R_1$  sur la face d'entrée de la fibre) est égal à  $12^\circ$  ? Justifier votre réponse en donnant la valeur de l'angle  $i$  dans ces conditions expérimentales.

$$n_0 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin r$$

$$\sin r = \frac{n_0}{n_1} \cdot \sin \alpha \quad \sin r = \frac{1,33}{1,48} \cdot \sin 12$$

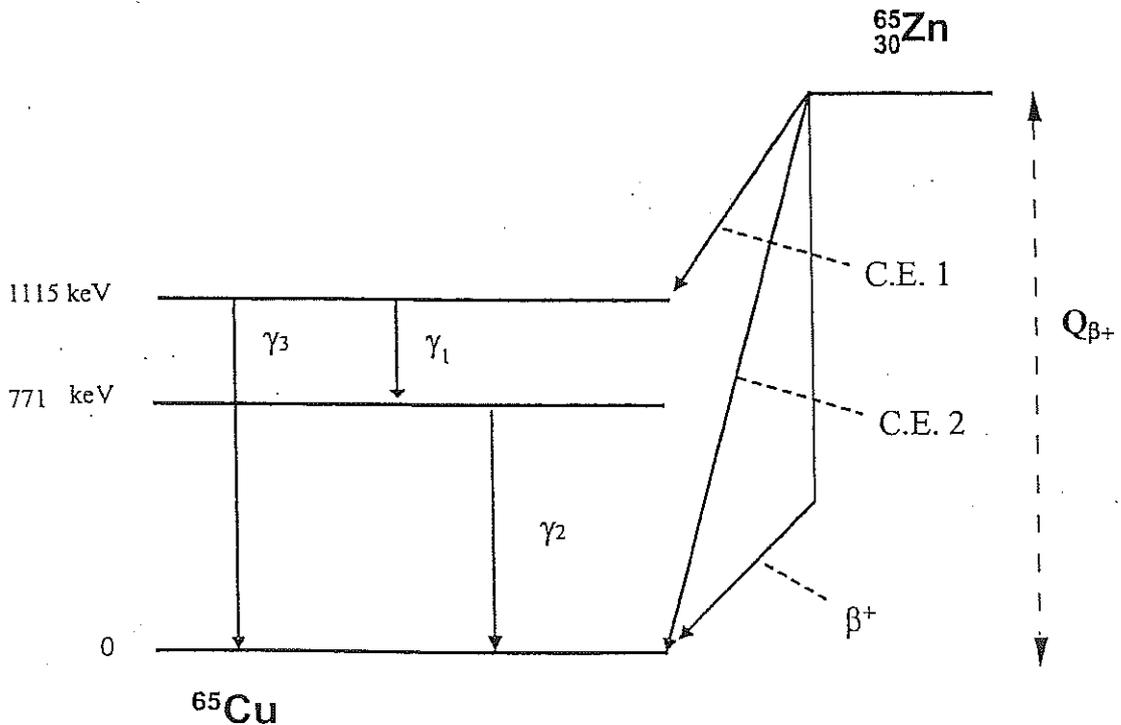
$$\Rightarrow \sin r = 0,187 \quad \Rightarrow r = 10,77'$$

$$\Rightarrow i = 90 - 10,77 \Rightarrow i = 79,23^\circ \Rightarrow \boxed{i > 76,6}$$

$\Rightarrow$  oui = réflexion totale

Question IX (6 points)

Le  $^{65}\text{Zn}$  se désintègre soit par capture électronique (C.E.), soit par émission  $\beta^+$  selon le schéma simplifié ci-après :

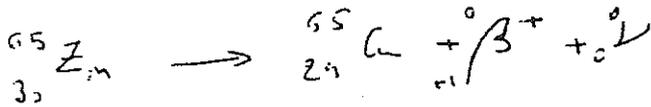
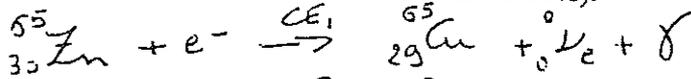


On donne la masse des atomes suivants :

$^{65}\text{Cu}$  : 64,927793 u

$^{65}\text{Zn}$  : 64,929244 u

1) Écrire les équations de transformation du  $^{65}\text{Zn}$  (en précisant le numéro atomique et le nombre de masse des différents nucléides).



2) Calculer, en MeV, l'énergie  $Q_{\beta^+}$  mise en jeu lors de la désintégration  $\beta^+$ .

$$Q_{\beta^+} = \Delta M c^2$$

$$Q_{\beta^+} = (64,929244 - 64,927793) \cdot 931,493$$

$$Q_{\beta^+} = 1,352 \text{ MeV}$$

3) Calculer, en MeV, l'énergie cinétique maximale  $E_{\beta^+ \text{max}}$  des positons émis.

$$E_{\beta^+ \text{max}} = Q_{\beta^+} - 2 m_e c^2$$

$$E_{\beta^+ \text{max}} = (1,352 - 1,022)$$

$$E_{\beta^+ \text{max}} = 0,330 \text{ MeV}$$

4) La désintégration de  $^{65}\text{Zn}$  s'accompagne d'une émission de photons  $\gamma$  de 344 keV, 511 keV, 771 keV et 1115 keV. Quelle est l'origine des photons  $\gamma$  de 511 keV ?

Annihilation des positons ( $\beta^+ + \beta^- \rightarrow 2\gamma$  511 keV)

5) Un faisceau de photons  $\gamma$  de 511 keV est atténué de 10 % lorsqu'il traverse un écran de plomb de 0,62 mm. Calculer, en mm, l'épaisseur de demi atténuation du plomb pour ces photons.

$$\phi_2 = \phi_0 \cdot e^{-\mu_m \cdot \rho \cdot x} \quad \text{et} \quad \alpha_\gamma = \frac{\ln 2}{\mu_m \cdot \rho}$$

$$\alpha_\gamma = \alpha \cdot \frac{\ln 2}{\ln(\phi_0 / \phi_2)}$$

$$\alpha_\gamma = 0,62 \times \frac{\ln 2}{\ln(100/90)}$$

$$\alpha_\gamma = 4,08 \text{ mm}$$