

EPREUVE DE PHYSIQUE

**1^{ère} année de Pharmacie
Avril 2010**

Pr COHEN

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 ⁻¹
e	charge élémentaire : 1,60218.10 ⁻¹⁹ C
G	constante de gravitation : 6,673.10 ⁻¹¹ N.m ² .kg ⁻²
h	constante de Planck : 6,6261.10 ⁻³⁴ J.s
k	constante de Boltzmann : 1,38066.10 ⁻²³ J.K ⁻¹
m	masse de l'électron : 9,1094.10 ⁻³¹ kg 5,4858.10 ⁻⁴ u
m _n	masse du neutron : 1,67493.10 ⁻²⁷ kg 1,008665 u
m _p	masse du proton : 1,67262.10 ⁻²⁷ kg 1,007276 u
N _A	nombre d'Avogadro : 6,0221.10 ²³ mol ⁻¹
R	constante des gaz parfaits : 8,314 J.mol ⁻¹ .K ⁻¹
R _∞	constante de Rydberg : 1,09737315.10 ⁷ m ⁻¹
u	unité de masse atomique : 1,66054.10 ⁻²⁷ kg = 931,493 MeV/c ²
ε ₀	permittivité du vide : 8,854188.10 ⁻¹² F.m ⁻¹
μ ₀	perméabilité du vide : 1,256637.10 ⁻⁶ H.m ⁻¹

***Question I (3 points)**

Donner les dimensions des grandeurs physiques suivantes :

- force	MLT^{-2}
- pression dynamique	$ML^{-1}T^{-2}$
- densité de courant électrique	IL^{-2}
- mobilité d'un ion en solution	$IM^{-1}T^2$
- angle solide	1
- accélération angulaire	T^{-2}

Question VII (6 points)

Une charge ponctuelle $q = 1,0 \cdot 10^{-9}$ C est placée dans le vide en un point A situé à 50 cm d'un point M.

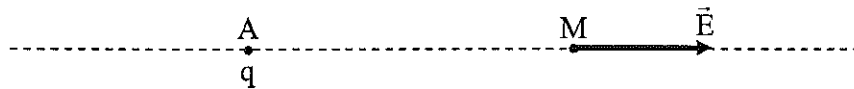
1) Calculer, en V, le potentiel électrique créé au point M par la charge q.

$$V_M = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{AM} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-9}}{0,5} = 18 \text{ V}$$

2) Calculer, en $V \cdot m^{-1}$, la norme du champ électrique $\|\vec{E}\|$ créé en M par la charge q.

$$\|\vec{E}\| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{(AM)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-9}}{0,25} = 36 \text{ V} \cdot m^{-1}$$

3) Représenter sur le schéma ci-dessous le vecteur \vec{E} (point d'application, direction et sens).



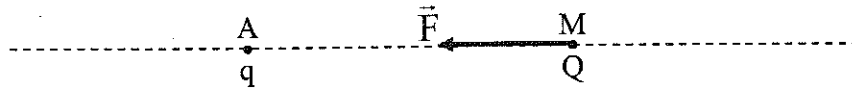
- 4) Lorsqu'une charge Q égale à $-3q$ est placée au point M,
a) calculer l'énergie potentielle électrostatique de la charge Q .

$$E_p = Q \cdot V_M = -3q \cdot V_M = -5,4 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

- b) La charge Q placée en M subit une force électrique \vec{F} . Calculer sa norme.

$$\|\vec{F}\| = |Q| \cdot \|\vec{E}\| = 3q \cdot \|\vec{E}\| = 1,08 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

- c) Représenter sur le schéma ci-dessous le vecteur \vec{F} (point d'application, direction et sens).



- 5) Un dipôle électrique, de moment dipolaire \vec{p} et de centre O, est placé en M. Calculer la différence d'énergie potentielle ΔE_p entre la position d'équilibre instable et la position d'équilibre stable du dipôle.

On donne $\|\vec{p}\| = 2,0 \cdot 10^{-29} \text{ C.m}$.

On rappelle que l'énergie potentielle d'un dipôle électrique de moment dipolaire \vec{p} , placé dans un champ électrique \vec{E} est : $E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E}$.

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

avec $\alpha = 0$ pour équilibre stable et $\alpha = \pi$ pour équilibre instable

$$\Delta E_p = \|\vec{p}\| \cdot \|\vec{E}\| - (-\|\vec{p}\| \cdot \|\vec{E}\|) = 2\|\vec{p}\| \cdot \|\vec{E}\| = 2 \times 2,0 \cdot 10^{-29} \times 36 = 1,44 \cdot 10^{-27} \text{ J}$$

Question X (6 points)

Le tritium ${}^3\text{H}$ est un isotope radioactif de l'hydrogène obtenu par bombardement d'une cible de lithium ${}^6_3\text{Li}$ par des neutrons. Sa période est $T = 12,3$ ans.

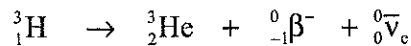
1) Compléter les trois cases vides dans l'équation de formation du tritium ci-dessous :



2) Ecrire l'équation de transformation du tritium sachant qu'il s'agit d'une transformation isobarique de type β^- et que le noyau Y formé est à l'état fondamental. Préciser la nature du noyau Y.

On donne les numéros atomiques des éléments suivants :

$Z = 2$: hélium $Z = 3$: lithium $Z = 4$: béryllium



3) Calculer, en keV, l'énergie maximale du β^- émis.

On donne : la masse de l'atome de tritium $\mathfrak{M}({}^3\text{H}) = 3,0160492$ u

la masse de l'atome de Y $\mathfrak{M}(\text{Y}) = 3,0160293$ u

$$E_{\beta^- \text{ max}} = [\mathfrak{M}({}^3\text{H}) - \mathfrak{M}({}^3\text{He})] \cdot c^2$$

$$E_{\beta^- \text{ max}} = [3,0160492 - 3,0160293] \times 931,493 = 0,0185 \text{ MeV} = 18,5 \text{ keV}$$

4) Quelle est la probabilité (exprimée en pourcentage) pour qu'un noyau de tritium se transforme pendant l'année ?

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 0,0564 = 5,64 \%$$

5) Soit une source de tritium d'activité égale à 1,00 MBq.

a) Quelle masse de tritium correspond à cette activité ?

$$m = \frac{M_A \cdot N}{N_A} = \frac{M_A \cdot A \cdot T}{N_A \cdot \ln 2}$$

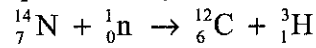
$$m = \frac{3 \times 1,00 \cdot 10^6 \times 12,3 \times 365 \times 24 \times 3600}{6,022 \cdot 10^{23} \times \ln 2} = 2,79 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 2,79 \text{ ng}$$

b) Au bout de combien de périodes l'activité de la source devient-elle inférieure à 50,0 kBq ? Donner le résultat avec 3 chiffres significatifs.

$$\text{Avec } n = \frac{t}{T} : \quad A_t = \frac{A_0}{2^n} \quad \Leftrightarrow \quad n = \frac{\ln(A_0/A_t)}{\ln 2}$$

$$n = \frac{\ln(1,00 \cdot 10^6 / 50,0 \cdot 10^3)}{\ln 2} = 4,32$$

6) Le tritium est produit dans la haute atmosphère par réaction entre un neutron rapide du rayonnement cosmique et un noyau d'azote :



Il est transporté par la pluie à la surface de la terre où on le retrouve sous forme d'eau tritiée, avec une activité volumique constante au cours du temps. On suppose que toutes les autres sources de tritium sont négligeables.

On mesure dans une bouteille de vin vieux (qui a été conservée bouchée) une activité due au tritium 13 fois plus faible que celle d'un vin d'aujourd'hui. Déduire de ces données l'âge (en années) du vin vieux. Donner le résultat avec 3 chiffres significatifs.

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \quad \Leftrightarrow \quad t = T \cdot \frac{\ln(A_0/A_t)}{\ln 2}$$
$$t = 12,3 \cdot \frac{\ln 13}{\ln 2} = 45,5 \text{ ans}$$