

*L'épreuve comporte une question de cours (à traiter au choix entre deux questions A ou B) et un problème.*

**QUESTIONS DE COURS : A ou B (8 points)**

**QUESTION A :** L'effet thermoélectronique.

Origine de l'émission thermoélectronique

Constitution d'une diode à vide

Allure des caractéristiques et interprétation

Application à la constitution d'un tube à rayons X : préciser l'intérêt des 2 réglages indépendants possibles.

**QUESTION B :** Action d'un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  sur une particule électrisée.

On traitera le cas où le vecteur vitesse initiale de la particule est perpendiculaire au vecteur champ magnétique.

Trajectoire de la particule dans le champ magnétique.

Déviations de la trace d'un faisceau sur un écran.

Application au cyclotron.

**PROBLÈME (12 points)**

Le polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  découvert par Pierre et Marie Curie en 1898 est un émetteur  $\alpha$ .

Les particules  $\alpha$  émises ont une énergie  $E = 5,3 \text{ MeV}$ .

La période (demi-vie) du Polonium 210 est  $T = 130,3 \text{ jours}$ .

1. Le polonium est très toxique lorsqu'il est ingéré ou inhalé. La dose maximale de tolérance du Polonium 210 dans le corps correspond à une activité de 740 Bq.

1.1. Écrire l'équation de désintégration du polonium.

Quel est l'élément obtenu ?

1.2. Exprimer en grammes la quantité maximale de  $^{210}\text{Po}$  pouvant être ingérée sans danger.

1.3 On dispose d'un échantillon de Polonium 210 d'activité initiale  $4 \cdot 10^5 \text{ Bq}$ . Compléter le tableau ci-dessous (le recopier).

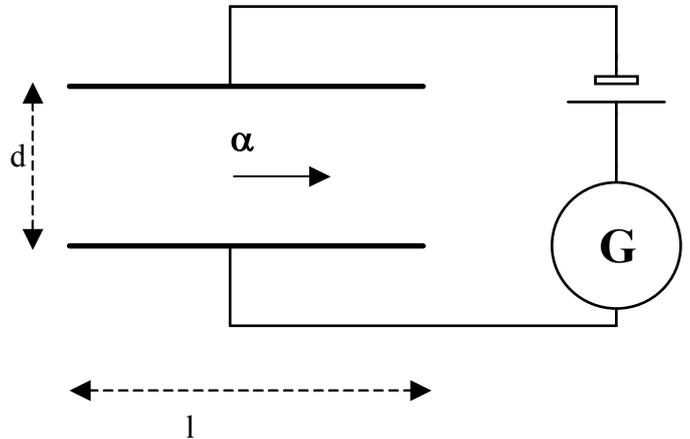
Date (jours)	0	100	200	300	500	800
Activité (Bq)	$4 \cdot 10^5$					

Le produit de la désintégration du polonium est un nucléide stable.

1.4. Le polonium 210 est actuellement préparé par synthèse à partir du bismuth 209 soumis au flux des neutrons dans un réacteur nucléaire. Le bismuth absorbe un neutron et un photon est émis. Le noyau formé est radioactif  $\beta^-$  et produit le polonium 210. Écrire les équations de ces 2 réactions nucléaires. Quel est le noyau intermédiaire ?

2. Des particules  $\alpha$  d'énergie 5,3 MeV circulent parallèlement aux armatures d'un condensateur plan.

La distance des armatures est  $d = 4$  cm. La longueur  $l$  de ces armatures est 10 cm. On admettra que le champ électrique éventuellement présent entre les armatures du condensateur est uniforme ; cet espace est rempli d'air.



2.1. On n'applique aucune tension aux bornes du condensateur. Les particules  $\alpha$  sont ralenties dans l'air. L'ensemble des interactions entre une particule  $\alpha$  et les molécules qu'elle rencontre peut être représenté en moyenne par une force de freinage parallèle au mouvement, de sens contraire, d'intensité constante.

- a) Montrer que les particules  $\alpha$  perdent une quantité d'énergie cinétique constante par unité de longueur d'air traversé.
- b) Sachant que cette perte est de 137 eV par micromètre d'air, calculer la distance totale parcourue par une particule  $\alpha$  et l'intensité de la force de freinage.

2.2. Les particules  $\alpha$  sont maintenant en outre soumises à l'action du champ électrique créé par la tension  $U = 100$  V appliquée entre les armatures du condensateur.

- a) Caractériser (direction, sens et intensité) la force supplémentaire qui résulte de la présence de ce champ électrique. .
- b) Montrer que la trajectoire des particules  $\alpha$  n'est pratiquement pas modifiée.

2.3. Le ralentissement des particules  $\alpha$  résulte d'une ionisation de l'air : en moyenne une perte d'énergie de 34,9 eV provoque la création d'une paire ion positif / électron.

- a) Déterminer le nombre de paires ainsi créées par une particule  $\alpha$ .
- b) Les ions (et les électrons) sont collectés par le condensateur. Calculer le courant électrique qui circule dans le circuit si l'on fait arriver entre les armatures du condensateur  $2 \cdot 10^4$  particules  $\alpha$  par seconde.

**Données:**

Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$       Charge élémentaire :  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

Extrait de la classification périodique

Z	80	81	82	83	84	85	86
élément	Hg Mercure	Tl Thallium	Pb Plomb	Bi Bismuth	Po Polonium	At Astate	Rn Radon