

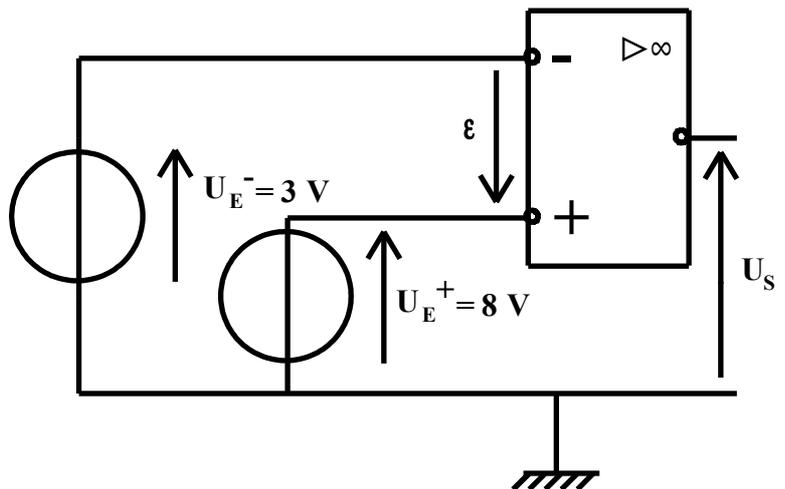
QCM : Électronique

	1	2	3	4	5	6	7
a							
b							
c							
d							
e							

Dans les 5 questions suivantes, on utilise un amplificateur opérationnel considéré comme idéal ; il est alimenté par un générateur de tension symétrique -14 V , 0 V , $+14\text{ V}$.

1. On utilise cet amplificateur opérationnel dans le montage ci-contre :

- a) la tension ε n'est pas négligeable.
- b) c'est un montage "suiveur".
- c) la tension U_S vaut $8,0\text{ V}$
- d) la tension U_S vaut $14,0\text{ V}$.
- e) la tension U_S vaut $5,0\text{ V}$.



2. On utilise cet amplificateur opérationnel dans le montage ci-contre :

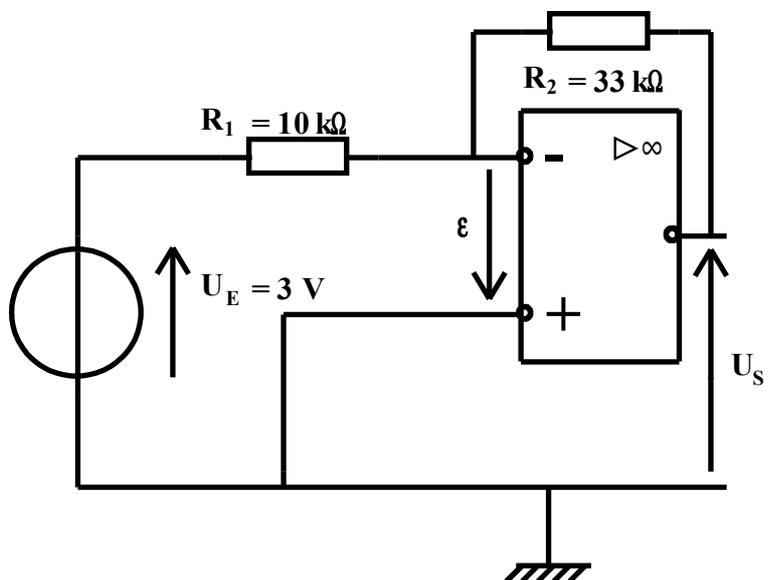
a) L'expression de la tension de sortie est :

$$U_S = + \frac{R_1}{R_2} U_E$$

b) L'expression de la tension de sortie est :

$$U_S = - \frac{R_2}{R_1} U_E$$

- c) La tension de sortie vaut $U_S = + 9,9\text{ V}$
- d) La tension de sortie vaut $U_S = - 9,9\text{ V}$
- e) La tension de sortie vaut $U_S = - 12,9\text{ V}$



3. On utilise cet amplificateur opérationnel dans le montage ci-contre :

a) l'expression de la tension de sortie est :

$$U_S = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) U_E$$

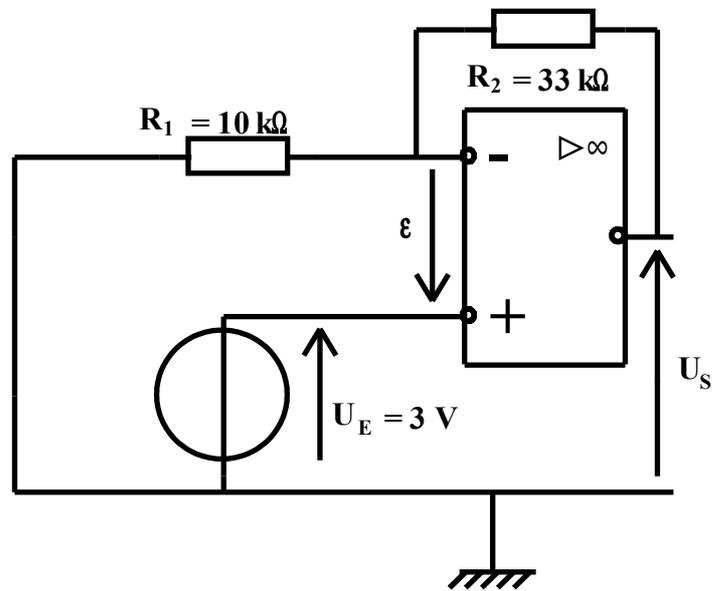
b) l'expression de la tension de sortie est :

$$U_S = - \frac{R_2}{R_1} U_E$$

c) la tension de sortie vaut $U_S = + 12,9 \text{ V}$

d) la tension de sortie vaut $U_S = - 14 \text{ V}$

e) la tension de sortie vaut $U_S = - 12,9 \text{ V}$



Dans les deux questions suivantes, on utilise le montage de la question 3 pour amplifier un électrocardiogramme.

La tension u_E délivrée par l'appareil servant à effectuer l'électrocardiogramme remplace le générateur de tension continue $U_E = 3 \text{ V}$

4. La tension d'entrée u_E est observée sur un oscilloscope à mémoire sur la voie CH_1 .

Voie 1 : $1 \text{ mV} / \text{div}$

Base de temps : $200 \text{ ms} / \text{div}$

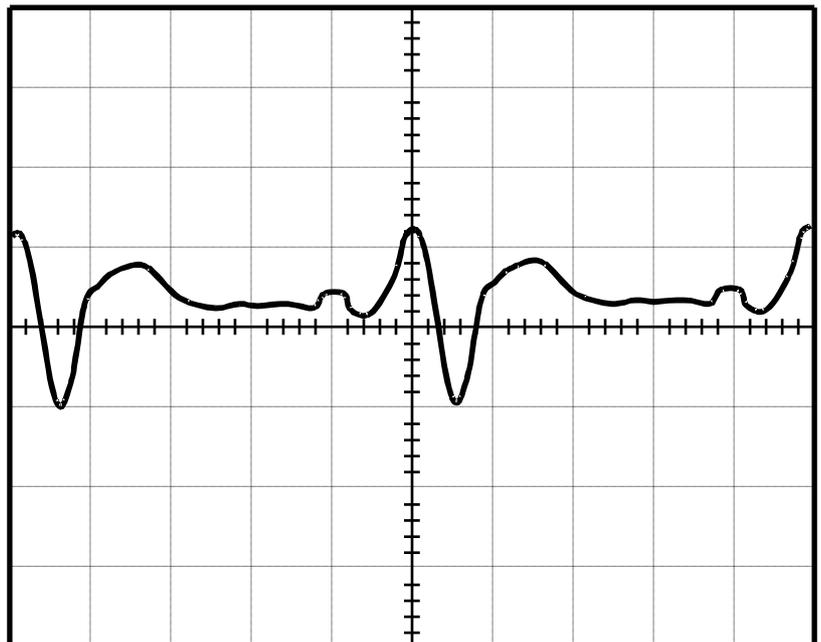
a) le signal est alternatif pur.

b) la période est $T = 1 \text{ s}$

c) la période est $T = 100 \text{ ms}$

d) la fréquence est $f = 100 \text{ Hz}$

e) la fréquence est $f = 1,0 \text{ Hz}$

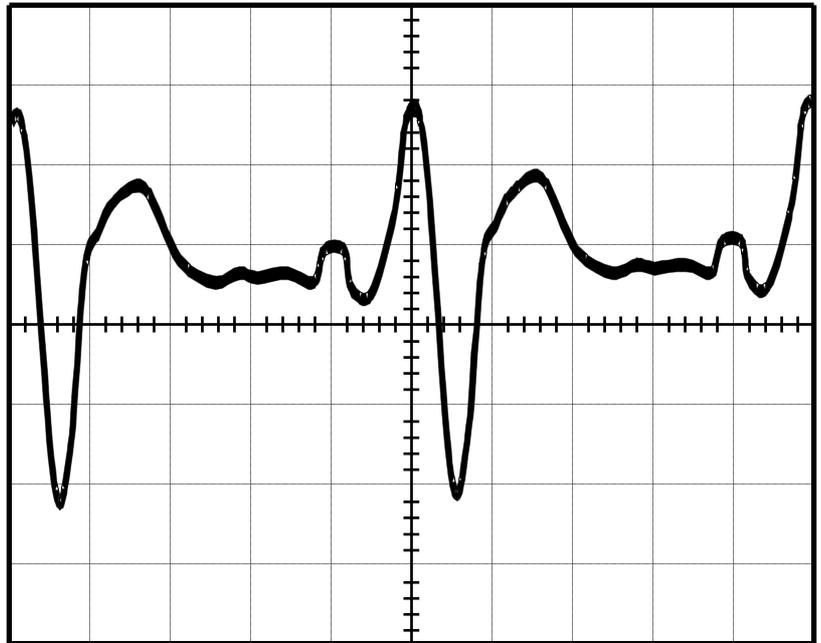


5. La tension de sortie u_s est observée sur la voie CH₂.

Voie 2 : 2 mV / div

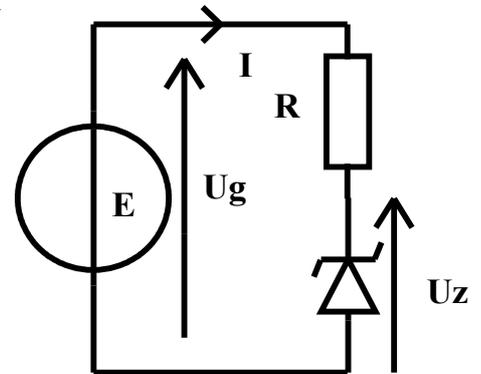
Base de temps : 200 ms / div

- la valeur maximale de la tension de sortie vaut $U_{S_{\max}} = 5,6 \text{ mV}$
- la valeur maximale de la tension de sortie vaut $U_{S_{\max}} = - 8,6 \text{ V}$
- la valeur maximale de la tension d'entrée vaut $U_{E_{\max}} = 1,3 \text{ mV}$
- le coefficient d'amplification vaut 10
- la tension est amplifiée d'un facteur 4,3

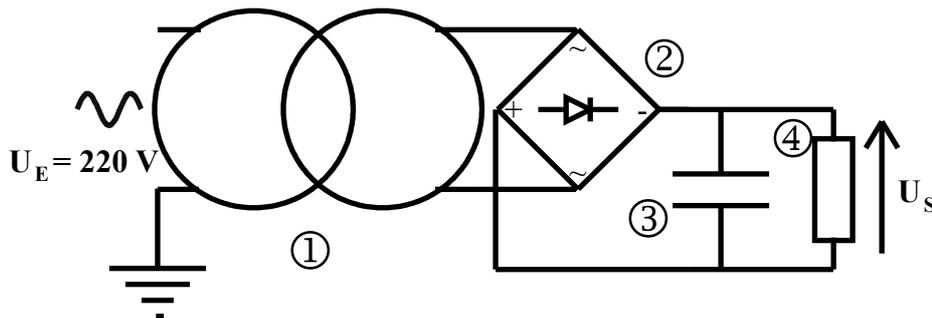


6. On monte en série une diode zener de tension zener $U_z = 3,5 \text{ V}$ avec un conducteur de résistance $R = 100 \Omega$. l'ensemble est alimenté par un générateur de force électromotrice $E = 6,0 \text{ V}$

- l'intensité du courant vaut $I = 60 \text{ mA}$.
- la diode est monté dans le sens passant.
- la tension au bornes de la diode vaut 3,5 V.
- l'intensité du courant vaut $I = 25 \text{ mA}$.
- la tension aux bornes de la résistance vaut 3,5 V.



7. Une alimentation rudimentaire schématisée ci-après délivre une tension continue et filtrée $U_s = 12,0 \text{ V}$.



- le nombre de spires de l'enroulement secondaire du transformateur ① est supérieur au nombre de spires de l'enroulement primaire
- le composant ② est un pont de diodes
- le filtrage de la tension U_s est meilleur si la capacité du condensateur ③ est élevée.
- si on augmente la valeur de la résistance du conducteur ④, le filtrage de la tension U_s risque de devenir de mauvaise qualité
- si on enlève le condensateur ③, la tension U_s devient alternative.

Étude d'un circuit RLC

On désire étudier le comportement d'un circuit comportant, montés en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 2000 \Omega$, un condensateur de capacité $C = 1,00 \mu F$ et une bobine d'inductance $L = 1,00 H$

On dispose d'un générateur basse fréquence (GBF), d'un oscilloscope, d'un ampèremètre (A) et d'un voltmètre (V).

1. Donner le schéma du montage (avec les appareils de mesure) permettant de réaliser :

- 1.1. Les mesures de la tension efficace aux bornes du générateur et de l'intensité efficace du courant
- 1.2. La visualisation à l'oscilloscope de la tension instantanée aux bornes de l'association RLC (voie A) et la tension aux bornes du conducteur ohmique (voie B).

2. Le GBF doit produire une tension $u_g(t)$, exprimée en volts, telle que :

$$u_g(t) = 15 \cos(1000 \pi t)$$

- 2.1. Quelle est la période de cette tension ?
- 2.2. Quelle est son amplitude ?
- 2.3. Quelle est la valeur indiquée par le voltmètre ?

3.1. Pour une fréquence $f = 500 \text{ Hz}$, calculer l'impédance de chacun des dipôles présents dans le circuit.

3.2. Dessiner le diagramme des impédances correspondant à cette situation (on pourra choisir une échelle de $1 \text{ cm}/200 \Omega$)

3.3. À partir du diagramme précédent, établir la relation (donnée ci-après) donnant l'impédance du circuit RLC et calculer celle-ci.

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

- 3.4. Retrouver graphiquement le résultat numérique.
- 3.5. En déduire la valeur indiquée par l'ampèremètre.

4. On change maintenant la fréquence imposée par le GBF.

L'oscilloscope étant branché sur le circuit conformément aux indications données en 1, on obtient l'oscillogramme reproduit figure 1.

Voie A (Y_A) : sensibilité 5 V/division

Voie B (Y_B) : sensibilité 5 V/division

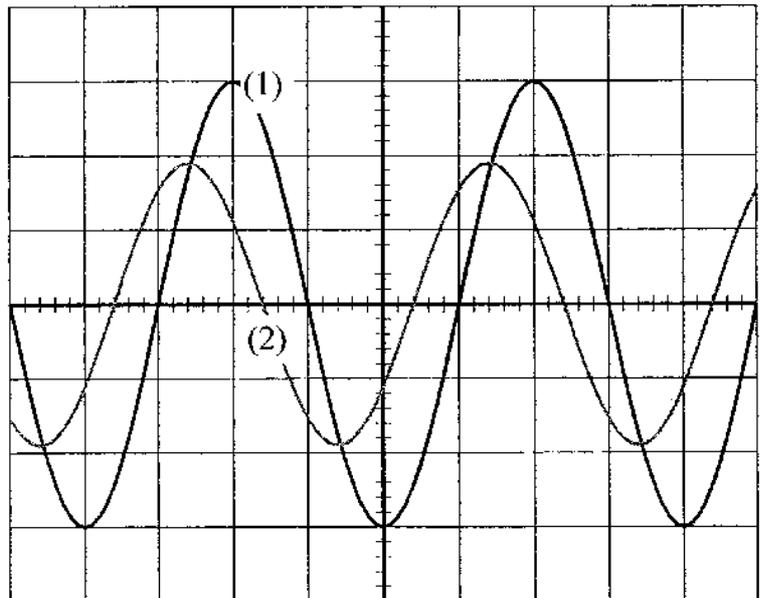
Base de temps : 5 ms/division

4.1. Quelle est la fréquence de la tension appliquée au circuit ?

4.2. Identifier, en justifiant la réponse, la courbe correspondant à la voie A.

4.3. La tension aux bornes du dipôle R étant en phase avec l'intensité, mesurer le déphasage de la tension appliquée au dipôle RLC par rapport à l'intensité du courant.

figure 1 ►



5. On cherche maintenant à étudier le phénomène de résonance du circuit. On rappelle qu'à la résonance, l'impédance Z du circuit est minimum.

5.1. Retrouver, à partir de l'expression de l'impédance Z donnée en 3, la relation qui permet de calculer la fréquence de résonance f_0 en fonction des caractéristiques du circuit.

5.2. Calculer cette fréquence.

5.3. Que devient le déphasage mesuré à la question 4.3. à la fréquence de résonance ?

PROBLÈME

Données :

Constante de Planck:

$$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$$

Célérité de la lumière dans le vide :

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Charge élémentaire :

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Masse d'un proton :

$$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Unité d'activité :

$$1 \text{ Ci (curie)} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

<i>symbole de l'élément chimique</i>	<i>Ca</i>	<i>Sc</i>	<i>Ti</i>	<i>Tl</i>	<i>Pb</i>	<i>Bi</i>	<i>Po</i>	<i>At</i>
<i>numéro atomique</i>	20	21	22	81	82	83	84	85

Les 3 parties sont indépendantes.

I. LE CYCLOTRON ARRONAX.

Un cyclotron est un instrument qui sert à accélérer des particules chargées, permettant ensuite de réaliser des expériences de physique nucléaire. Dans ce problème les particules chargées sont des protons.

Le cyclotron est formé de deux demi-cylindres conducteurs creux appelés « dees » et séparés par un intervalle étroit. Un champ magnétique uniforme de valeur 1,5 T, règne à l'intérieur de chaque « dees », sa direction est perpendiculaire au plan de la figure 2 ci-dessous.

Un champ électrique \vec{E} , variable dans le temps, peut être établi dans l'intervalle étroit qui sépare les « dees ». Il permet d'augmenter la vitesse des protons chaque fois qu'ils pénètrent dans cet intervalle. Le champ électrique est nul à l'intérieur des « dees ». On négligera la durée du transit entre les deux « dees ».

Le champ électrique variable est obtenu en appliquant une tension sinusoïdale entre les deux « dees », de valeur maximale $U_M = 50\,000 \text{ V}$ et de fréquence f

On injecte un proton au point O avec une vitesse négligeable. Il est alors accéléré par le champ électrique et pénètre dans le « dee » D_1 au point A avec une vitesse \vec{v} . (On considère que le poids du proton est négligeable devant les autres forces en présence).

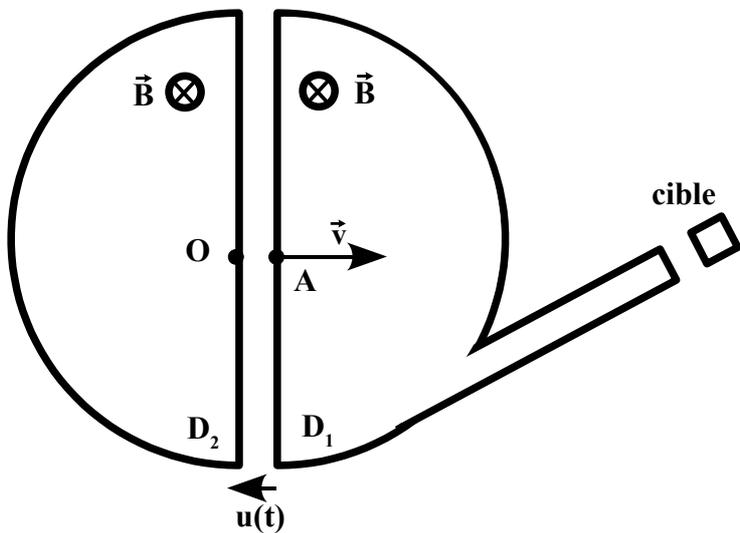


Schéma simplifié du cyclotron

Le schéma est représenté sans souci d'échelle

◀ figure 2

1. Donner le nom de la force à l'origine du mouvement circulaire uniforme à l'intérieur d'un « dee ». Donner son expression vectorielle. Puis la représenter, sans souci d'échelle, à l'entrée du « dee » D_1 au point A de la figure 2, en justifiant la réponse.
2. Montrer que le mouvement du proton dans le Dee est uniforme.
On admettra que la trajectoire du proton dans un « dee » est circulaire. Le rayon R de la trajectoire est lié à la vitesse v du proton par la relation $R = \frac{m_p v}{eB}$
3. Compléter la figure 2, en représentant l'allure de la trajectoire d'un proton émis avec la vitesse \vec{v} , jusqu'à sa sortie du cyclotron après un nombre de tours arbitrairement choisis. (Aucun calcul n'est demandé).
4. **Le rayon maximal de la trajectoire semi-circulaire dans le « dee » vaut $R_m = 0,67 \text{ m}$.** Calculer alors la vitesse maximale v_m puis l'énergie cinétique maximale E_{cmax} (en J et en MeV) du proton à la sortie du cyclotron. (On considérera pour simplifier le proton comme non relativiste).
5. Établir l'expression littérale de la durée d'un demi-tour dans un « dee ». Calculer sa valeur.
6. Établir l'expression et calculer la fréquence f en MHz de la tension sinusoïdale.

II. PRODUCTION ET UTILISATION DU SCANDIUM 44.

1. **Grâce à ces protons de haute énergie, le noyau de scandium 44 est obtenu à partir de calcium 44 selon la réaction de production notée $^{44}\text{Ca}(p, n)^{44}\text{Sc}$**
 Écrire l'équation de cette réaction nucléaire.
2. **Le noyau d'un atome de scandium 44 s'écrit $^{44}_{21}\text{Sc}$.**
 - 2.1. Donner la configuration électronique de plus basse énergie de l'atome de scandium 44.
 - 2.2. Situer l'élément scandium dans la classification périodique à 18 colonnes.

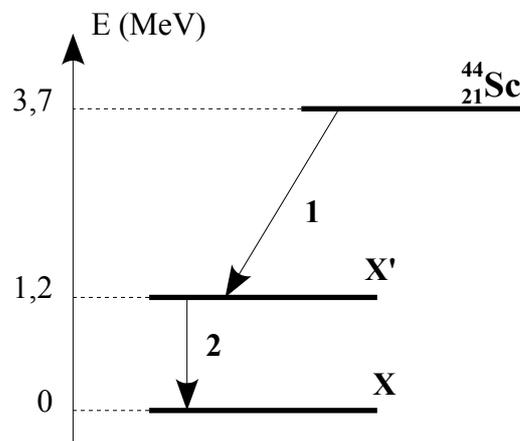
3. *Le schéma de la désintégration du noyau de scandium 44 est représenté ci-contre :*

3.1. Écrire l'équation de la désintégration β^+ du noyau de scandium 44 symbolisée par la flèche 1, en précisant le symbole du noyau obtenu.

3.2. Écrire l'équation de la transformation de X' en X. De quelle nature est le rayonnement émis ? Calculer son énergie.

3.3. *Le scandium 44 a un temps de demi-vie (période radioactive) $T = 4,0$ heures.*

Que signifie cette donnée ?



4. *Des études sont actuellement menées en TEP (tomographie par émission de positons) pour développer une technique employant du scandium 44.*

Pourquoi lit-on dans les revues le terme de « TEP 3 gammas » ? Justifier la réponse.

III. α IMMUNOTHÉRAPIE AVEC L'ASTATE 211.

Le cyclotron ARRONAX accélère aussi des particules α qui permettent d'obtenir des noyaux d'astate 211 qui s'écrivent ${}^{211}_{85}\text{At}$. Ces noyaux sont radioactifs α et ont un temps de demi-vie (période radioactive) $T = 7,2$ h.

1. *L'équation de production de ces noyaux s'écrit ${}^{209}_{83}\text{Bi} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{211}_{85}\text{At} + 2 {}^1_0\text{n}$.*
Écrire cette équation sous la forme symbolique proposée au paragraphe II.1.

2. Écrire l'équation de la désintégration et de l'astate 211 en identifiant le noyau obtenu.

3. *On injecte à un patient un échantillon d'activité 10 mCi contenant de l'astate 211.*

3.1. Calculer dans le système international d'unités, la constante radioactive de l'astate 211.

3.2. Calculer le nombre de noyaux d'astate 211 injectés au patient.

4. *La particule α est émise avec une énergie cinétique $E = 6,78$ MeV. Dans une tumeur cancéreuse on supposera, en première hypothèse, que le transfert d'énergie linéique (TEL) de ces particules α vaut 120 keV/ μm .*

4.1. Calculer la distance parcourue par ces particules α . Comparer cette distance au diamètre d'une cellule cancéreuse égal à environ 20 μm .

4.2. *L'énergie moyenne nécessaire pour former une paire d'ions dans l'eau vaut $\omega = 32$ eV.*

Calculer le nombre total d'ionisations I provoquées par une particule α dans la tumeur en assimilant les cellules cancéreuses à de l'eau.

4.3. En déduire l'ionisation spécifique (ou densité d'ionisation linéique) I_s .

4.4. L'hypothèse d'un T.E.L. constant est-elle réaliste ? Justifier la réponse.