

# EXERCICE II. PHYSIQUE

## Deux techniques d'imagerie médicale : l'IRM et la scanographie

### Les parties 1 et 2 sont indépendantes

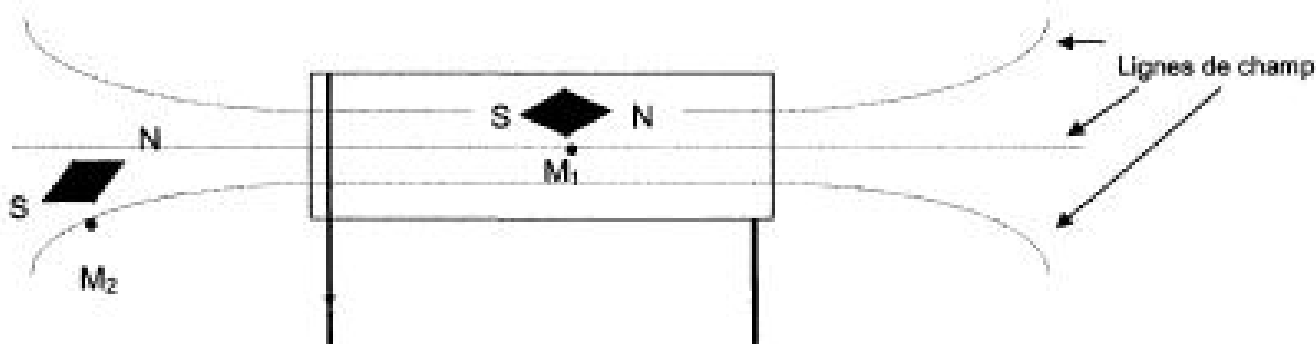
#### Partie 1 : L'IRM

L'IRM est une technique d'imagerie médicale qui permet d'obtenir des vues en deux ou trois dimensions du cerveau, de la moelle épinière ou du cœur.

Son fonctionnement est fondé sur l'utilisation d'un champ magnétique intense dans lequel est placé le corps du patient. Les intensités des champs magnétiques utilisés sont comprises entre 0,1 et 3 T.

Donnée : A la surface de la Terre, le champ magnétique terrestre est d'environ  $10^{-5}$  T.

- 1.1 Quelle est la signification du sigle IRM ?
- 1.2 Quel est le nom de l'unité de champ magnétique ?
- 1.3 Peut-on dire qu'un champ magnétique de 1 T est intense ?
- 1.4 Lors d'un examen, un patient est placé dans un champ magnétique d'une intensité de 1 T. De combien de fois ce champ magnétique est-il plus grand que le champ magnétique terrestre ?  $\bar{\bar{i}}$
- 1.5 Le schéma ci-dessous représente, en vue de dessus, les lignes de champ magnétique d'un solénoïde parcouru par un courant continu.



Près des points  $M_1$  et  $M_2$ , on place deux petites aiguilles aimantées comme le montre le schéma.

Après avoir recopié l'allure des lignes de champ, représenter, les vecteurs champ magnétique aux deux points  $M_1$  et  $M_2$ .

On désire obtenir à l'aide d'un solénoïde comportant 200 spires et parcouru par un courant  $I = 2,0$  A, un champ magnétique d'intensité  $400 \mu\text{T}$ .

- 1.6. Convertir l'intensité du champ magnétique désiré en Tesla.

- 1.7. On rappelle la relation 
$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I \quad \text{où } \mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7}.$$

Calculer la longueur  $L$  du solénoïde nécessaire.

- 1.8. Si on désire augmenter la valeur du champ magnétique quel(s) paramètre(s) de  $N$ ,  $L$  et  $I$  faut-il augmenter la valeur ? faut-il diminuer la valeur ?

## Partie 2 : La scanographie

La scanographie repose sur l'absorption d'un faisceau de rayons par différents tissus humains. Elle permet d'obtenir des images en coupe.

Données :

$$E = h \cdot \nu \text{ et } \nu = \frac{c}{\lambda}$$

Célérité de la lumière :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

2.1 Un patient est exposé, lors d'une scanographie, à un rayonnement de fréquence  $\nu$  égale à  $6 \times 10^{18} \text{ Hz}$ .

2.1.1 Montrer que la longueur d'onde dans le vide de ce rayonnement est égale à 0,05 nm.

2.1.2 A quel domaine : visible, infra-rouge ou rayons X, appartient cette radiation ? Justifier.

2.2 Les interactions des ondes avec la matière se font par transfert d'énergie

2.2.1 Quelle est l'unité de l'énergie ?

2.2.2 Calculer l'énergie que transportent les photons du rayonnement étudié à la question 2.1.

2.2.3 Comment varie l'énergie des photons lorsque la fréquence de l'onde électromagnétique augmente ?

2.2.4 Comparer l'énergie transportée par le rayonnement auquel est soumis le patient avec celle de photons ultraviolets égale à  $2 \times 10^{-18} \text{ J}$ .

2.2.5 Conclure sur la dangerosité du rayonnement utilisé par le scanner.

## EXERCICE III. PHYSIQUE

On étudie le mouvement d'un skieur de masse  $m = 80 \text{ kg}$ . On supposera que le skieur reste constamment en contact avec le sol.

Initialement immobile, le skieur s'accroche à une perche, faisant un angle  $\alpha$  constant de  $45^\circ$  avec l'horizontale.

Après un parcours de longueur  $d$ , la vitesse se stabilise à la valeur de  $v = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$ .

On admettra que le câble tracteur est tendu et rectiligne, et que la perche exerce une force de traction  $\vec{T}$  dirigée selon la propre direction de la perche et de valeur  $T = 50 \text{ N}$ .

1. Le skieur est soumis à trois forces: la réaction  $\vec{R}$  du sol, le poids  $\vec{p}$  et la tension  $\vec{T}$  du câble. Expliquer pourquoi le schéma qui montre les forces appliquées au skieur est le schéma 2 de l'annexe à rendre.

2. Montrer que la vitesse atteinte par le skieur est de l'ordre de 7,2 km/h. On rappelle que  $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ .

3. Rappeler l'expression de l'énergie cinétique. Préciser les unités de chacun des termes de l'expression.

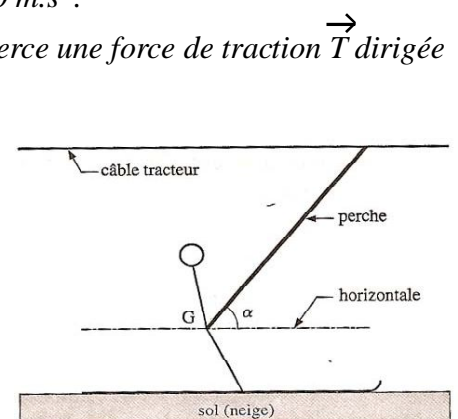
4. Calculer l'énergie cinétique que possède le skieur lorsque la vitesse se stabilise.

5. Que vaut cette dernière lorsque le skieur est à l'arrêt au départ du remonte pente ?

6. Expliquer pourquoi le poids  $\vec{p}$  et la réaction  $\vec{R}$  normale de la piste ont un travail (noté  $W$ ) nul ?

7. Exprimer le travail de la tension  $\vec{T}$  du câble noté  $W(\vec{T})$ , en fonction de  $T$ ,  $d$  et de l'angle  $\alpha$  que fait la perche avec l'horizontale.

8. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique  $E_{\text{cin}}(B) - E_{\text{cin}}(A) = W(\vec{p}) + W(\vec{R}) + W(\vec{T})$  calculer la distance  $d$  parcourue



## Partie 1. L'IRM

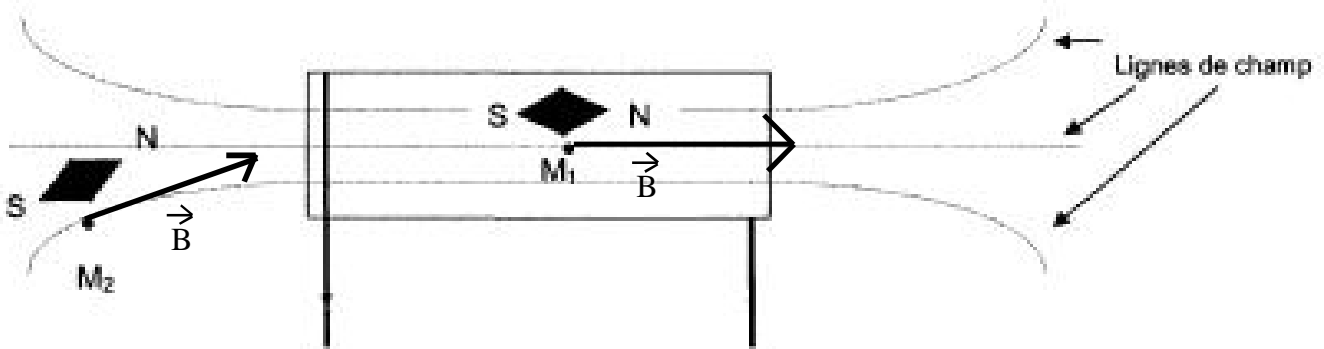
### 1.1. Imagerie par Résonance Magnétique

1.2. Le champ magnétique s'exprime en Tesla.

1.3. Un champ magnétique de 1 T est intense, il est en tous les cas 10 000 (x) plus intense que celui généré par la Terre.

1.4. Voir la réponse ci-dessus.

1.5.



On désire obtenir à l'aide d'un solénoïde comportant 200 spires et parcouru par un courant  $I = 2,0$  A, un champ magnétique d'intensité  $400 \mu\text{T}$ .

1.6.  $B = 400 \mu\text{T} = 400 \times 10^{-6} \text{ T}$ .

1.7. De la relation  $B = \mu_0 \frac{N}{L} I$  on en déduit  $L = \mu_0 \frac{N}{B} I = 4 \pi \times 10^{-7} \times \frac{200}{400 \times 10^{-6}} \times 2,0$

Soit la longueur  $L = 1,25 \text{ m}$

1.8. Si on désire augmenter la valeur du champ magnétique il faut augmenter le nombre de spires  $N$  et/ou l'intensité du courant  $I$  car ces deux paramètres sont au numérateur de l'expression du champ magnétique  $B$  et à l'inverse, il faut diminuer la longueur  $L$  de la bobine car ce paramètre est au dénominateur.

## Partie 2. La scanographie.

2.1.1 On applique la relation  $v = \frac{c}{\lambda}$  soit  $\lambda = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{18}} = 5 \times 10^{-11} \text{ m} = 0,05 \times 10^{-9} \text{ m} = 0,05 \text{ nm}$

2.1.2 Ces radiations appartiennent aux rayons X, car le domaine du visible est compris entre 400 nm et 800 nm et la longueur d'onde calculée à la question précédente est inférieure à 400 nm. Or en-dessous du domaine du visible, il n'y a que les rayons X qui correspondent à une réponse envisageable (les IR ont une longueur d'onde supérieure).

2.2.1. L'énergie s'exprime en Joule.

2.2.2. On applique la relation  $E = h \nu = 6,62 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{18} = 3,97 \times 10^{-15} \text{ J}$

2.2.3. On applique la relation  $E = h \nu$  de sorte que si  $\nu$  augmente alors  $E$  augmente.

2.2.4. On a  $E_{\text{RX}} = 3,97 \times 10^{-15} \text{ J}$  et  $E_{\text{UV}} = 2 \times 10^{-18} \text{ J}$  on en déduit  $E_{\text{RX}} > E_{\text{UV}}$

2.2.5. Il n'est pas bon de rester trop longtemps exposé à une source de RX .... mais pour de courts examens et (si possible) rares dans la vie d'un être humain, la technique peut être utilisée.

## EXERCICE III. PHYSIQUE

1. Le schéma qui montre les forces appliquées au skieur est le schéma 2 car la tension  $T$  du câble est dirigée dans le sens du mouvement donc vers le câble de tension.

2. On nous indique une vitesse de  $2,0 \text{ m/s}$  et on rappelle que  $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ , on en déduit une vitesse de  $2 \times 3,6 = 7,2 \text{ km/h}$ .

3. L'expression de l'énergie cinétique est  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

avec la masse  $m$  en kg et la vitesse  $v$  en m/s pour avoir une énergie en Joule

4. On en déduit l'énergie cinétique lorsque la vitesse se stabilise  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} 80 \cdot 2^2 = 160 \text{ J}$

5. Cette dernière est nulle lorsque le skieur est à l'arrêt au départ du remonte pente puisque  $v = 0 \text{ m/s}$ .

6. Le poids  $\vec{p}$  et la réaction  $\vec{R}$  normale de la piste ont un travail (noté  $W$ ) nul puisque ces deux forces sont perpendiculaires au sol et par définition des forces perpendiculaires au mouvement de l'objet n'ont pas d'effet sur le mouvement de cet objet donc un travail nul.

7. Le travail de la tension  $\vec{T}$  du câble a pour expression  $W(\vec{T}) = T \cdot d \cdot \cos \alpha$

8. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique  $E_{\text{cin}}(B) - E_{\text{cin}}(A) = W(\vec{p}) + W(\vec{R}) + W(\vec{T})$ , on obtient  $160 - 0 = 0 + 0 + 50 \cdot d \cdot \cos(45^\circ)$  soit  $d = 4,5 \text{ m}$

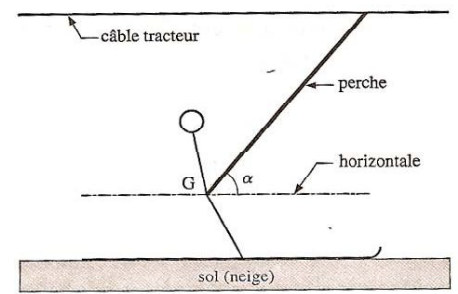


Schéma 1.

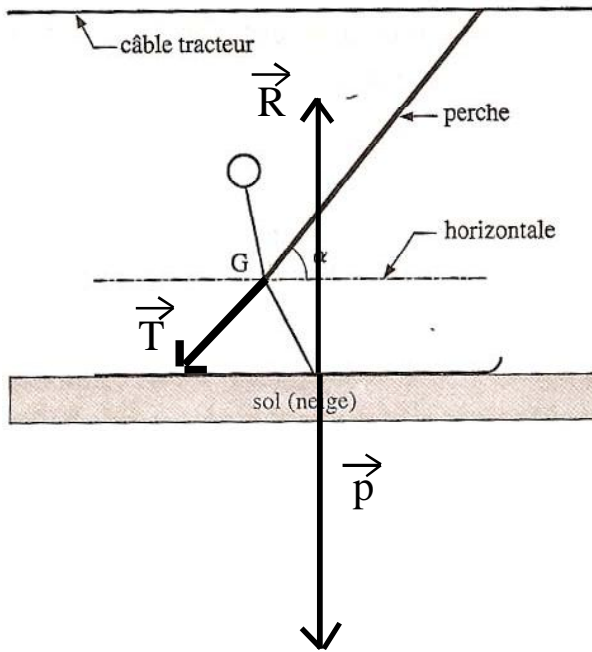


Schéma 2.

