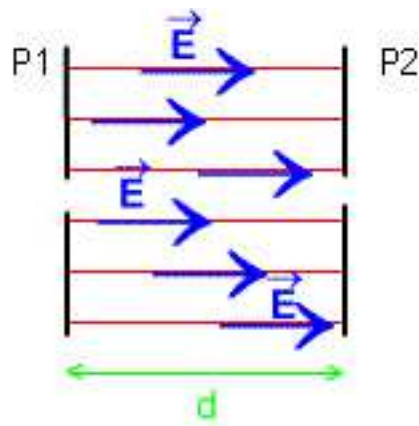


## Question cours

### Une histoire de champs. Corrigé

- Le champ  $E$  est uniforme, il s'applique n'importe où dans l'espace séparant les plaques.
  - Il est perpendiculaire aux plaques
  - Pour accélérer des ions positifs il est orienté de la plaque + vers la plaque -
- $V_{P1} - V_{P2} > 0$ , la plaque P1 est positive et repousse les ions, la plaque P2 est négative et attire les ions

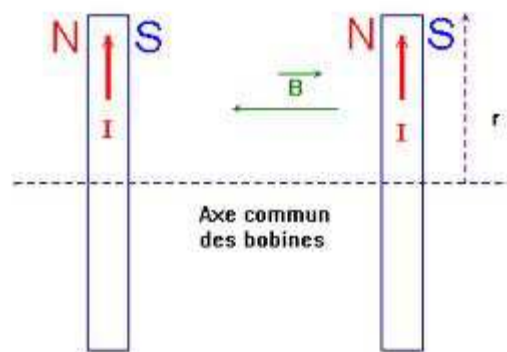
3.



4.

- Le champ  $B$  est perpendiculaire au plan du schéma
- Son sens est tel que le vecteur 'pointe' vers le lecteur

5.

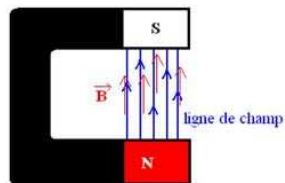


6. Une des deux méthodes censées être vues en cours :

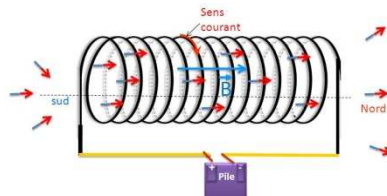
- En empoignant la bobine avec la main droite, dans le sens du courant, on écarte le pouce des autres doigts de la main ; le pouce ainsi écarté indique la face Nord, autrement dit la face par laquelle sort le vecteur champ magnétique.
- L'observateur d'Ampère placé sur la bobine, le courant entrant par ses pieds et sortant par sa tête, indique le sens du champ magnétique par son bras gauche lorsqu'il regarde le centre de la bobine.

7.

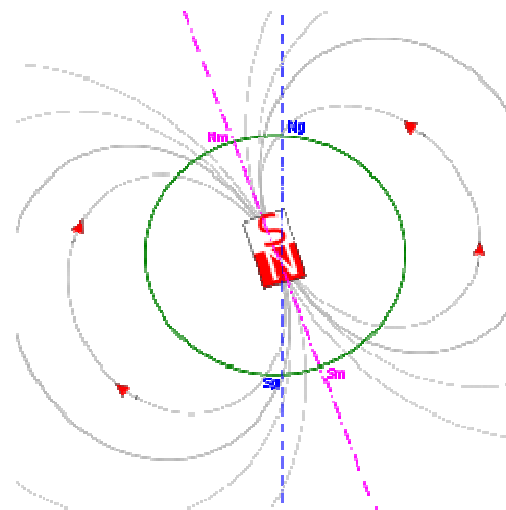
- Entre les deux branches d'un aimant en U.



- A l'intérieur d'un solénoïde parcouru par un courant.



8. Les pôles N des petits aimants sont en rouge : FAUX Nm et Sm inversés sur le schéma

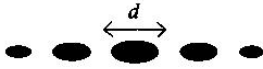


9.  $B = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ T}$ , soit près de 10000 fois plus grand que le champ magnétique terrestre.

**Exercice à caractère expérimental - corrigé**

## Diffraction de la lumière

A.1) (1 pt)



2) La dimension de l'objet diffractant doit être du même ordre de grandeur ou plus petite que la longueur d'onde de la lumière. (1pt)

3) La figure de diffraction obtenue avec un fil a le même aspect que la figure obtenue avec une fente. (1 pt)

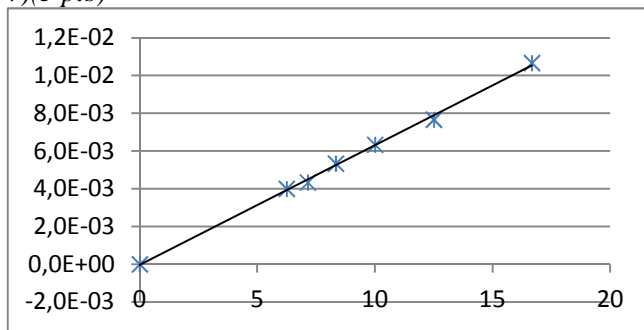
4)  $\theta = \frac{d}{2D}$  (2 pts)

5)(2 pts)

|                         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| a(mm)                   | 0,060   | 0,080   | 0,100   | 0,120   | 0,140   | 0,160   |
| d(mm)                   | 32      | 23      | 19      | 16      | 13      | 12      |
| $\theta$ ( rad)         | 1,1E-02 | 7,7E-03 | 6,3E-03 | 5,3E-03 | 4,3E-03 | 4,0E-03 |
| 1/a (mm <sup>-1</sup> ) | 16,7    | 12,5    | 10,0    | 8,3     | 7,1     | 6,3     |

6)  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  ;  $\lambda$  et a doivent s'exprimer en même unité de longueur. (2pts)

7)(3 pts)



8)  $p = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  (2 pts)

9) La pente p de la droite est égale à la longueur d'onde  $\lambda$  donc  $\lambda = 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ . (1 point)

10)  $\frac{d}{2D} = \frac{\lambda}{a}$  (1 pt)

11)  $a = 9 \cdot 10^{-5} \text{ m}$  (2 pts)

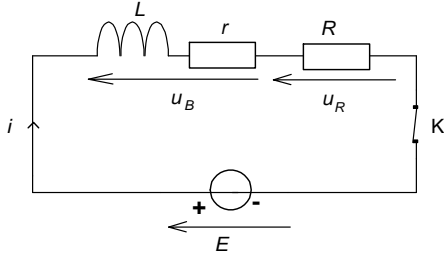
12) La lumière blanche est composée de lumières monochromatiques de différentes longueurs d'onde. Une fente d'une certaine largeur diffracte différemment chacune de ces lumières ; ce qui provoque l'aspect colorés des franges latérales. La frange centrale reste blanche. (2 pts)

## Corrigé du problème

### Détecteur de métaux

#### 1. Variation de l'inductance d'une bobine à l'approche d'un métal

a)



b) La tension  $u_R$  est proportionnelle à l'intensité du courant  $i$ . Ainsi, l'évolution de la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique est similaire à l'évolution de l'intensité du courant  $i$  dans le circuit.  $u_R = i.R$

c) Tension  $u_B$  aux bornes de la bobine (L, r) :  $u_B = L \cdot \frac{di}{dt} + r.i$

d) En régime permanent, l'intensité étant constante,  $\frac{di}{dt} = 0$  alors  $u_B = r.i$

Analyse dimensionnelle :  $[\tau] = \frac{[L]}{[R+r]}$

Pour une bobine idéale ( $r = 0$ ) :  $u_B = L \cdot \frac{di}{dt}$  donc  $[u] = [L] \cdot \frac{[i]}{[t]} \Rightarrow [L] = [u] \cdot \frac{[t]}{[i]}$

Pour un conducteur ohmique :  $u_R = R \cdot i$  donc  $[u] = [R] \cdot [i] \Rightarrow [R] = \frac{[u]}{[i]}$

Par conséquent :  $\frac{[L]}{[R+r]} = [u] \cdot \frac{[t]}{[i]} \cdot \frac{[i]}{[u]} = [t]$

Ainsi  $[\tau] = \frac{[L]}{[R+r]} = [t] = T$  donc  $\tau$  est bien homogène à un temps.

e) Pour  $t = \tau$ , la tension  $u_R$  est égale à 63% de sa valeur maximale.

Or  $u_{Rmax} = 3,15 \text{ V}$  donc :  $0,63 \times 3,15 \approx 0,63 \times 3,2 = (0,63 \times 3 + 0,63 \times 0,2) = 1,89 + 0,126 = 2,016 \text{ V} \approx 2,0 \text{ V}$ .

On trace la droite horizontale  $U = 2,0 \text{ V}$ . Cette droite coupe les courbes (a) et (b) en des points dont les abscisses respectives sont les constantes de temps  $\tau_a$  et  $\tau_b$ . On lit graphiquement :  $\tau_a = 1,2 \text{ ms}$  et  $\tau_b = 2,4 \text{ ms}$ .

f) Comme  $\tau = \frac{L}{R+r}$  alors  $L = \tau \cdot (R+r)$ .

Ainsi :  $L_a = \tau_a \cdot (R+r)$  (bobine seule)

$L_b = \tau_b \cdot (R+r)$  (bobine proche d'un morceau de fer)

Donc  $\frac{L_a}{L_b} = \frac{\tau_a}{\tau_b} < 1$  car  $\tau_a < \tau_b$  d'où  $L_b > L_a$ . On vérifie bien l'information donnée dans le texte

« l'inductance augmente si on approche de la bobine un objet en fer ».

## 2. L'oscillateur

a)  $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$

b) On a  $i = \frac{dq}{dt}$  et  $q = C.u_C$  donc  $i = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$  car C est constante.

c) La loi d'additivité des tensions donne :  $u_C + u_L = 0$

$$\text{Soit } u_C + L.\frac{di}{dt} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad u_C + L.\frac{d}{dt}\left(C.\frac{du_C}{dt}\right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \boxed{u_C + L.C.\frac{d^2u_C}{dt^2} = 0} \quad \text{En divisant chaque terme par LC, l'équation différentielle}$$

$$\text{précédente peut se mettre sous la forme : } \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.u_C = 0$$

d)

En comparant les deux équations différentielles :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{4\pi^2}{T_0^2}.u_C = 0 \quad \text{avec} \quad \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.u_C = 0 \quad \text{on peut écrire : } \frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{1}{L.C} \quad \text{soit } T_0^2 = 4\pi^2.L.C$$

$$\text{Soit finalement, en ne gardant que la solution positive : } \boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}}$$

Graphiquement,

$$T_0 = 50 \mu\text{s} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$\text{e) Comme } T_0^2 = 4\pi^2.L.C \quad \text{alors } C = \frac{T_0^2}{4\pi^2.L}$$

$$C = \frac{(5,0 \times 10^{-5})^2}{4 \times 10 \times 20 \cdot 10^{-3}}$$

$$C = \frac{25 \times 10^{-10}}{8,0 \times 10^{-1}} = 3,1 \times 10^{-9} \text{ F}$$

soit **C = 3,1 nF**.

### 3. Recherche de métaux

a) La fréquence propre de l'oscillateur est :  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ . Si on approche de la bobine un objet en or, la valeur de l'inductance L de la bobine diminue. Comme C est constante, alors la fréquence propre de l'oscillateur augmente.

b) En l'absence d'objet métallique à proximité de la bobine, la fréquence propre de l'oscillateur est 20 kHz. Si on détecte un signal de fréquence 15 kHz, alors la fréquence propre a diminué donc l'inductance de la bobine a augmenté. Malheureusement, nous n'avons pas trouvé de l'or mais plus sûrement un objet d'un autre métal.

Corrigé du texte La supraconductivité est dans l'escalier :

1. La théorie de la physique quantique décrit les phénomènes à l'échelle atomique. Comme le dit le titre du texte, il existe des niveaux d'énergie bien déterminés : comme l'altitude sur un escalier, l'énergie des particules ne peuvent avoir que certaines valeurs.
2. 1957-1911 = 46 ans de travaux ont été nécessaires pour expliquer partiellement ce phénomène.
3. Les électrons se comportent aussi comme des ondes. En dessous de la température critique, ils participent à une onde collective impossible à arrêter.
4. Aujourd'hui encore c'est un des sujets les plus chauds de la physique : on ne comprend toujours pas la supraconductivité à « haute » température critique.
5. La supraconductivité est présente dans les accélérateurs de particules et le transport de l'électricité pour éviter les pertes joules et permettre le passage de courants importants, dans les instruments d'astrophysique pour éviter l'échauffement qui perturberait les mesures, et dans les trains à sustentation magnétique pour un autre effet que la résistance nulle : si on place un supraconducteur en présence d'un aimant il crée un champ magnétique opposé quelque soit le pôle présenté, ce qui provoque la lévitation magnétique et l'absence de frottement sur des rails.

Corrigé QCM

1a ,2b,3b,4c,5d,6d,7a,8d,9c,10a,11d,12a,13d,14a,15c