

Cristallographie et induction

Tout moyen de communication est interdit

Les téléphones portables doivent être éteints et rangés dans les sacs

Les calculatrices sont interdites

Au programme

Cristallographie et induction chapitres 1 à 3.

Sommaire

E1	Étude cristallographique de la chromite	2
E2	Les phénomènes d'induction – QCM	2
P1	Induction du champ magnétique terrestre dans un téléphone portable	4

Les différentes questions peuvent être traitées dans l'ordre désiré. **Cependant**, vous indiquerez le numéro correct de chaque question. Vous prendrez soin d'indiquer sur votre copie si vous reprenez une question d'un exercice plus loin dans la copie, sous peine qu'elle ne soit ni vue ni corrigée.

Vous porterez une attention particulière à la **qualité de rédaction**. Vous énoncerez clairement les hypothèses, les lois et théorèmes utilisés. Les relations mathématiques doivent être reliées par des connecteurs logiques.

Vous prendrez soin de la **présentation** de votre copie, notamment au niveau de l'écriture, de l'orthographe, des encadrements, de la marge et du cadre laissé pour la note et le commentaire. Vous **encadrerez les expressions littérales**, sans faire apparaître les calculs. Vous ferez apparaître cependant le détail des grandeurs avec leurs unités. Vous **soulignerez les applications numériques**.

Ainsi, l'étudiant-e s'expose aux malus suivants concernant la forme et le fond :

Malus

- | | |
|---|---|
| ◇ A : application numérique mal faite ; | ◇ Q : question mal ou non indiquée ; |
| ◇ N : numéro de copie manquant ; | ◇ C : copie grand carreaux ; |
| ◇ P : prénom manquant ; | ◇ U : mauvaise unité (flagrante) ; |
| ◇ E : manque d'encadrement des réponses ; | ◇ H : homogénéité non respectée ; |
| ◇ M : marge non laissée ou trop grande ; | ◇ S : chiffres significatifs non cohérents ; |
| ◇ V : confusion ou oubli de vecteurs ; | ◇ φ : loi physique fondamentale brisée. |

Exemple application numérique

$$n = \frac{PV}{RT} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} p = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa} \\ V = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ T = 300 \text{ K} \end{cases}$$

A.N. : $n = 5,6 \times 10^{-4} \text{ mol}$

~~$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{10^5 \cdot 1}{8,32 \cdot 300} = 0,56$$~~

Préliminaire

- 1) Inscrire sur votre copie une remarque **pertinente** issue du devoir précédent.

/33

E1 Étude cristallographique de la chromite

Le trioxyde de chrome est un oxydant fort, très utilisé au laboratoire. Il est obtenu industriellement à partir de la chromite de formule $\text{Fe}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$ qui est le principal minéral du chrome. Nous nous intéressons à la structure de la chromite pour déterminer x , y et z ainsi que le degré d'oxydation (t) du chrome dans le minéral.

La chromite $\text{Fe}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$ cristallise dans une structure que l'on peut décrire de la façon suivante : les ions O^{2-} forment un réseau cubique à faces centrées (cfc), les ions Fe^{2+} occupent certains sites tétraédriques et les ions Cr^{t+} occupent certains sites octaédriques.

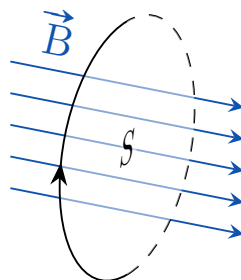
- 1 Représenter la maille conventionnelle du réseau cubique à faces centrées formé par les anions O^{2-} . Indiquer la position des sites tétraédriques et des sites octaédriques dans un réseau cubique à faces centrées. Préciser sur le schéma la position d'un site tétraédrique et d'un site octaédrique.
- 2 Déterminer le nombre d'ions O^{2-} par maille.
- 3 Déterminer le nombre de sites tétraédriques et le nombre de sites octaédriques par maille. Sachant que les ions Fe^{2+} occupent $1/8$ des sites tétraédriques et les ions Cr^{t+} occupent la moitié des sites octaédriques, déterminer le nombre d'ions Fe^{2+} et Cr^{t+} par maille.
- 4 En déduire la formule de la chromite $\text{Fe}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$. Quelle est la formule de l'ion du chrome dans le cristal ?
- 5 Le paramètre de la maille vaut $a = 420 \text{ pm}$, le rayon ionique de l'ion O^{2-} vaut $r(\text{O}^{2-}) = 140 \text{ pm}$. Rappeler les conditions de stabilité d'un cristal ionique, puis calculer le rayon du plus gros cation que l'on puisse insérer dans un site octaédrique. Calculer de même le rayon du plus gros cation que l'on puisse insérer dans un site tétraédrique. On précise que dans la structure les ions O^{2-} ne sont pas tangents.
- 6 En réalité, les rayons ioniques sont les suivants : $r(\text{Fe}^{2+}) = 76 \text{ pm}$ et $r(\text{Cr}^{t+}) = 61,5 \text{ pm}$. Comparer ces valeurs aux valeurs calculées à la question précédente. Commenter.
- 7 Rappeler la définition puis **établir** la formule de la masse volumique de la chromite en fonction, notamment, des masses molaires des éléments.
- 8 Rappeler la définition puis établir l'expression de la compacité en fonction du rayon des ions et du paramètre de maille a .

/42

E2 Les phénomènes d'induction – QCM

Indiquer la ou les bonnes propositions pour chaque question et **justifiez entièrement** vos choix.

- 1 Soit \vec{B} un champ magnétique uniforme. Que vaut le flux Φ du champ magnétique à travers la surface \vec{S} ?



☐ A $\phi = BS$

☐ B $\phi = -BS$

☐ C $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$

☐ D $\phi = -\vec{B} \cdot \vec{S}$

- 2 Qu'est-ce qui peut faire varier le flux d'un champ magnétique extérieur à travers un circuit ? Donner un exemple pour chaque bonne réponse. Expliquer pourquoi la ou les mauvaises réponses le sont.

- ☐ A un déplacement du circuit ☐ B une déformation du circuit
☐ C une variation du champ magnétique ☐ D une variation de courant dans le circuit

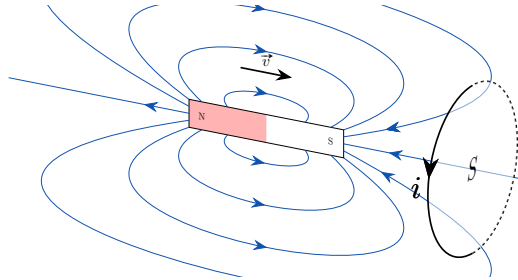
3 Dans la relation de Faraday $e = -\frac{d\Phi}{dt}$, que représente e ? Répondre sans justification.

- ☐ A une énergie ☐ B une tension

Que représente Φ ? Répondre sans justification.

- ☐ C le flux d'un champ magnétique ☐ D un déplacement

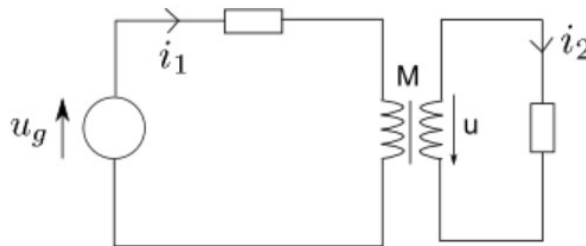
4 On approche l'aimant de la spire en le translatant vers la droite, il en résulte un courant i .



Que peut-on dire de i ? Justifier entièrement. Un schéma est attendu.

- ☐ A i est positif. ☐ B i est négatif. ☐ C i est nul.

5 Deux circuits sont en couplage mutuel. Que peut-on dire sur u ?



- ☐ A $u = L_1 \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt}$ ☐ B $u = M \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$ ☐ C $u = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$ ☐ D $u = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$

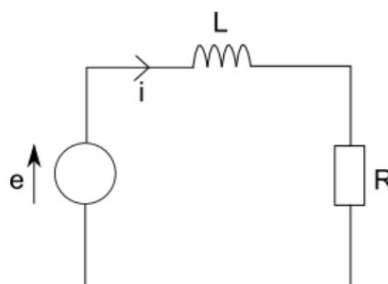
6 De quoi l'inductance mutuelle M dépend-elle? Justifier chaque bonne **et** mauvaise réponse.

- ☐ A la forme des deux circuits ☐ B la position relative des deux circuits
☐ C l'orientation des deux circuits ☐ D des courants circulant dans les deux circuits

7 L'inductance propre d'un solénoïde long ($\ell \gg r$) peut être estimée par quelle formule (avec ℓ la longueur du solénoïde, r son rayon, S sa section et N son nombre de spires)? Justifier entièrement. Un schéma est attendu.

- ☐ A $L = \frac{\mu_0 N S}{\ell}$ ☐ B $L = \frac{\mu_0 N \ell}{S}$ ☐ C $L = \frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}$ ☐ D $L = \frac{\mu_0 N^2 \ell}{S}$

8 Une bobine fermée sur elle-même est soumise à un champ magnétique extérieur \vec{B}_{ext} variable, et à son champ propre \vec{B}_p . On la représente par le circuit équivalent, où R représente sa résistance interne.



e modélise l'effet de

☐ A \vec{B}_{ext}

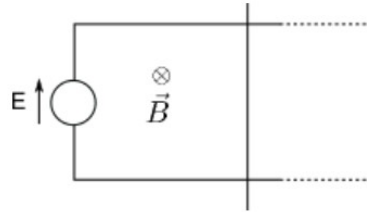
☐ B \vec{B}_p

L modélise l'effet de

☐ C \vec{B}_{ext}

☐ D \vec{B}_p

- 9 Un barreau est posé immobile sur les rails de Laplace et un générateur de fem $E > 0$ est allumé à l'instant initial. On ne **néglige pas l'induction**. Quel(s) scénario(s) suivant(s) est (sont) vrai(s) ? Expliquer.



☐ A Le barreau reste immobile.

☐ B Le barreau est mis en mouvement vers la gauche.

☐ C Le barreau est mis en mouvement vers la droite.

☐ D Le barreau atteint une vitesse limite.

- 10 Un barreau de taille 10 cm est posé sur des rails de Laplace. On mesure un champ magnétique de 100 mT et un courant de 1 A. Combien vaut la norme de la force de Laplace subie par le barreau ?

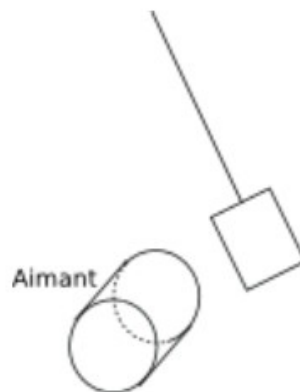
☐ A 10 N

☐ B 1 N

☐ C 0,1 N

☐ D 0,01 N

- 11 On considère un pendule pesant oscillant dont l'extrémité est une lame métallique conductrice. On approche alors un aimant. Que se passe-t-il ? Expliquer.



☐ A L'aimant entretient les oscillations.

☐ B L'aimant amortit les oscillations.

☐ C La lame de métal s'échauffe.

☐ D La lame de métal refroidit.

/9 P1 Induction du champ magnétique terrestre dans un téléphone portable

Une expérimentatrice tient son téléphone portable dans sa main. Son bras passe rapidement d'une position horizontale à une position verticale afin d'entrer en communication. On tient compte de la composante horizontale du champ magnétique terrestre d'environ $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. On modélise le circuit électronique du téléphone par un circuit fermé.

- 1 Évaluer l'ordre de grandeur de la fem induite dans le téléphone lors de son déplacement.
- 2 Cette tension induite perturbe-t-elle le fonctionnement du téléphone ?