

Correction du DS

/33 E1 Étude cristallographique de la chromite (D'après Banque PT 2023)

/5 1

- ① ◇ **Site T** : On trouve les sites tétraédriques aux centres des petits cubes d'arêtes $a/2$;
- ① ◇ **Site O** : On trouve les sites octaédriques au milieu des arêtes, ainsi qu'un au centre du cube.

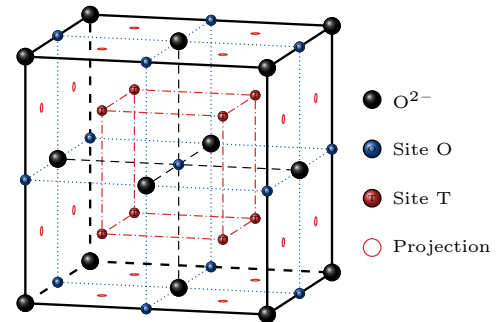


FIGURE 10.1 – Schéma. ①+①+①

- /2 2 Il y a 8 ions oxyde aux sommets, qui comptent pour
- $1/8$
- , et 6 aux centres des faces, qui comptent pour
- $1/2$
- , soit

$$N_{O^{2-}} = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$$

/4 3

- ① ◇ **Site T** : Il y a 8 petits cubes d'arête $a/2$, et les sites T appartiennent en propre à la maille : $N_T = 8$;
- ① ◇ **Site O** : Les arêtes comptent pour $1/4$ et le centre pour 1 : $N_O = 12 \times 1/4 + 1 = 4$

Ainsi,

$$N_{Fe^{2+}} = \frac{1}{8} \times N_T \Leftrightarrow N_{Fe^{2+}} = 1 \quad \text{et} \quad N_{Cr^{3+}} = \frac{1}{2} \times N_O \Leftrightarrow N_{Cr^{3+}} = 2$$

- /3 4 On en déduit la formule
- $FeCr_2O_4$
- ①. On trouve la charge du chrome par neutralité électrique :

$$N_{Fe^{2+}} \times q_{Fe^{2+}} + N_{Cr^{3+}} \times q_{Cr^{3+}} + N_{O^{2-}} \times q_{O^{2-}} = 0 \Leftrightarrow 1 \times 2 + 2 \times t + 4 \times (-2) = 0 \Leftrightarrow t = 3 \Rightarrow Cr^{3+} \quad ①$$

- /8 5 Dans un cristal ionique, il y a tangence cation/anion ① et non-contact anion/anion ①.

◇ **Site T** : Il y a tangence sur la **grande diagonale** ① des petits cubes, soit

$$r_T + r_{O^{2-}} = \frac{a\sqrt{3}}{4} \Leftrightarrow r_T = \frac{a\sqrt{3}}{4} - r_{O^{2-}}$$

A.N. : $r_T \approx 40 \text{ pm}$

◇ **Site O** : Il y a tangence sur la **une arête** ① du cube, soit

$$r_O + r_{O^{2-}} = \frac{a}{2} \Leftrightarrow r_O = \frac{a}{2} - r_{O^{2-}}$$

A.N. : $r_O \approx 70 \text{ pm}$

/5 6

- ◇ **Site T** : $r_{Fe^{2+}} > r_{T, \max}$, ce qui est impossible ! Soit il y a **déformation** ① de la structure par les ions fer, soit le modèle des **sphères dures** ① est à remettre en cause. Les liaisons ne seraient pas entièrement ioniques, mais pourraient être en partie covalentes.

◇ **Site O** : $r_{\text{Cr}^{3+}} \stackrel{\textcircled{1}}{<} r_{\text{O},\text{max}}$, donc il n'y a **pas de contact** $\text{O}^{2-} - \text{Cr}^{3+}$ $\textcircled{1}$

/4 $\boxed{7}$ On a, avec $m = M/\mathcal{N}_A$ $\textcircled{1}$

$$\rho \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{\text{masse des ions}}{\text{volume maille}} \Leftrightarrow \rho \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{\sum_i N_i m_i}{a^3} \Leftrightarrow \rho \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{M_{\text{Fe}} + 2M_{\text{Cr}} + 4M_{\text{O}}}{\mathcal{N}_A \times a^3}$$

/2 $\boxed{8}$ On a

$$C \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{\text{volume des ions}}{\text{volume maille}} \Leftrightarrow C \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{4}{3} \pi \times \frac{r_{\text{Fe}^{2+}}^3 + 2r_{\text{Cr}^{3+}}^3 + 4r_{\text{O}^{2-}}^3}{a^3}$$

/42 $\boxed{\text{E2}}$ Les phénomènes d'induction – QCM

/4 $\boxed{1}$ $\boxed{\text{C}}$: pour un champ magnétique uniforme, le flux de \vec{B} est, par définition : $\Phi \stackrel{\textcircled{1}}{=} \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \vec{B} \cdot \vec{S}$. $\textcircled{1}$

$\boxed{\text{B}}$: le vecteur \vec{S} étant dans le sens opposé à \vec{B} (en utilisant la règle de la main droite $\textcircled{1}$ par rapport au contour orienté), on a $\Phi = -BS$ $\textcircled{1}$.

/6 $\boxed{2}$ $\boxed{\text{A}}$: si \vec{B} n'est pas uniforme dans tout l'espace, le flux change $\textcircled{1}$.

Exemple : un aimant qu'on approche d'une spire $\textcircled{1}$.

$\boxed{\text{B}}$: si la surface change, le flux change $\textcircled{1}$.

Exemple : les rails de LAPLACE, le mouvement du barreau change la surface du circuit $\textcircled{1}$.

$\boxed{\text{C}}$: idem que la A $\textcircled{1}$.

Une variation du courant dans le circuit fait varier le champ magnétique **propre** mais pas le champ magnétique **extérieur** $\textcircled{1}$.

/2 $\boxed{3}$ $\boxed{\text{B}}$: e est une tension, une force électro-motrice. $\textcircled{1}$

$\boxed{\text{C}}$: Φ est le flux d'un champ magnétique. $\textcircled{1}$

/5 $\boxed{4}$ $\boxed{\text{A}}$: le champ magnétique est orienté vers la **gauche**, et son intensité augmente puisqu'on rapproche l'aimant. On a donc $\frac{d\vec{B}_{\text{ext}}}{dt}$ **positif vers la gauche**. $\textcircled{1}$

Comme le flux varie, il y a un phénomène d'induction $\textcircled{1}$ dans la spire donnant lieu à une f.é.m. induite e_{ind} , elle-même donnant lieu à une intensité induite i_{ind} , à l'origine d'un champ propre induit $\vec{B}_{\text{p,ind}}$. Cette conséquence doit modérer la cause $\textcircled{1}$ qui lui a donné naissance, donc $\frac{d\vec{B}_{\text{p,ind}}}{dt}$ doit être **vers la droite**. $\textcircled{1}$

Avec la règle de la main droite, on sait que l'intensité qui génère ce champ doit être **positive** $\textcircled{1}$ avec la convention tracée sur le schéma.

/2 $\boxed{5}$ $\boxed{\text{D}}$: u est la somme d'un terme d'inductance propre $\textcircled{1}$ associée à i_2 et d'inductance mutuelle associée $\textcircled{1}$ à i_1 circulant dans le circuit de gauche.

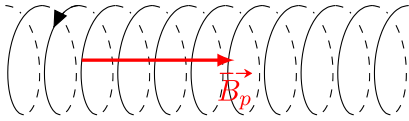
/4 $\boxed{6}$ $\boxed{\text{A}}$: selon la longueur des bobines, le flux varie même à courant constant. $\textcircled{1}$

$\boxed{\text{B}}$: idem, si on éloigne les bobines le flux varie alors que i constant. $\textcircled{1}$

$\boxed{\text{C}}$: si on retourne la bobine, l'effet d'induction est opposé (règle de la main droite). $\textcircled{1}$

M ne dépend pas du courant circulant, puisqu'il est par définition le coefficient de proportionnalité entre le flux mutuel et le courant croisé. $\textcircled{1}$

/5 $\boxed{7}$ $\boxed{\text{C}}$:



Pour N spires :

i et \vec{B}_p respectent la règle de la main droite. ①

$$\phi_p \stackrel{\textcircled{1}}{=} N \times \vec{B}_p \cdot \vec{S}$$

Or, \vec{B}_p et \vec{S} sont tous deux orientés à partir de i selon la règle de la main droite, donc

$$\vec{S} = S \vec{u}_z \quad \text{et} \quad \vec{B}_p \stackrel{\textcircled{1}}{=} \mu_0 \frac{N}{\ell} i(t) \vec{u}_z \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{\phi_p = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S i(t)}$$

Or,

$$\phi \stackrel{\textcircled{1}}{=} L i \Leftrightarrow \boxed{L \stackrel{\textcircled{1}}{=} \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S}$$

/2 8 **A** : e modélise l'effet d'induction associé à la variation du flux du champ magnétique extérieur. ①

D : la bobine d'inductance L modélise l'effet auto-inductif, c'est-à-dire la variation du flux du champ magnétique propre. ①

/7 9 **C** : le circuit est conducteur. La force électro-motrice extérieure E va donc mettre en mouvement les électrons et un courant circulant du haut vers le bas va circuler dans le barreau ①.

La force de LAPLACE $\vec{F}_{\text{lap}} = i \vec{L} \wedge \vec{B}$ ① est alors orientée vers la **droite**, qui est donc le sens du barreau ①.

D : le mouvement du barreau induit lors une variation du flux du champ magnétique ①, induisant à son tour une force électro-motrice e s'opposant à E (par loi de LENZ) ①.

Plus le barreau accélère et plus e augmente, jusqu'à compenser E . ① Le courant devient alors nul, la force de LAPLACE également et le barreau atteint une vitesse limite ①.

/2 10 **D** : la norme de la force de Laplace est égale au produit $i \ell B$ ①. Ainsi,

$$F_L = 0,01 \text{ N} \quad \textcircled{1}$$

/4 11 **B** : par loi de LENZ ①, les effets inductifs vont s'opposer aux causes. La cause étant ici le mouvement relatif du pendule par rapport à l'aimant, on s'attend à ce que les effets inductifs (donc l'aimant) amortisse les oscillations ①.

C : des courants de FOUCAULT ① sont induits dans la lame de métal qui s'échauffe alors par effet JOULE ①.

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

/7 1 La surface du circuit électrique contenu dans le téléphone est de l'ordre de :

$$S \stackrel{\textcircled{1}}{=} 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^2 \quad \textcircled{1}$$

Initialement, le téléphone est à plat, donc le champ magnétique est parallèle à la surface du téléphone. Son flux est alors nul :

$$\Phi_i = 0 \quad \textcircled{1}$$

Lorsque le téléphone est au niveau de l'oreille, on peut supposer que le champ magnétique terrestre est perpendiculaire à la surface du téléphone. Le flux magnétique à travers le téléphone est alors maximal et vaut :

$$\Phi_f = BS \quad \textcircled{1}$$

La durée de cette action est d'environ :

$$\Delta t = 1 \text{ s} \quad \textcircled{1}$$

D'après la loi de FARADAY, l'ordre de grandeur de la fem induite est alors :

$$\boxed{|e| \stackrel{\textcircled{1}}{=} \frac{\Phi_f - \Phi_i}{\Delta t} \stackrel{\textcircled{1}}{=} 10^{-7} \text{ V}}$$

/2 2 Cette fem est très faible par rapport aux tensions utilisées dans un téléphone (de l'ordre du mV). ① Elle ne va donc pas perturber son fonctionnement. ①