Correction du DS

/32 E1 Étude cristallographique de la chromite *(D'après Banque PT 2023)*

/5 1

(1) ◇ **Site T** : On trouve les sites tétraédriques aux centres les 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.

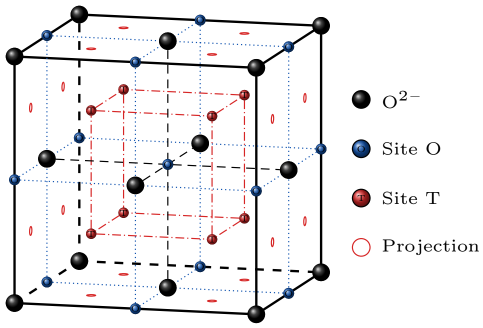


FIGURE 10.1 – Schéma. (1)+(1)+(1)

/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

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

/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,

$$N_{Fe^{2+}} = \frac{1}{8} \times N_T \Leftrightarrow \boxed{N_{Fe^{2+}} \overset{(1)}{=} 1} \qquad \text{et} \qquad N_{Cr^{t+}} = \frac{1}{2} \times N_O \Leftrightarrow \boxed{N_{Cr^{t+}} \overset{(1)}{=} 2}$$

/3 4 On en déduit la formule $\boxed{FeCr_2O_4}$ (1). On trouve la charge du chrome par neutralité électrique :

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

/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

$$r_T + r_{O^{2-}} = \frac{a\sqrt{3}}{4} \Leftrightarrow \boxed{r_T \overset{(1)}{=} \frac{a\sqrt{3}}{4} - r_{O^{2-}}}$$

$$\text{A.N. : } \underline{r_T \overset{(1)}{\approx} 38{,}5\,\text{pm}}$$

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

$$r_O + r_{O^{2-}} = \frac{a}{2} \Leftrightarrow \boxed{r_O \overset{(1)}{=} \frac{a}{2} - r_{O^{2-}}}$$

$$\text{A.N. : } \underline{r_O \overset{(1)}{\approx} 70\,\text{pm}}$$

/5 6

◇ **Site T** : $r_{Fe^{2+}} \overset{(1)}{>} r_{T,\max}$, 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 covalente.

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

/3 7 On a, avec $m = M/\mathcal{N}_A$ 1

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

/2 8 On a

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

/42 E2 Les phénomènes d'induction – QCM

/4 1 **C** : pour un champ magnétique uniforme, le flux de $\vec{B}$ est, par définition : $\Phi \overset{1}{=} \iint_S \vec{B} \cdot \overrightarrow{dS} = \vec{B} \cdot \vec{S}$. 1

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

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

Exemple : un aimant qu'on approche d'une spire 1.

B : si la surface change, le flux change 1.

Exemple : les rails de Laplace, le mouvement du barreau change la surface du circuit 1.

C : idem que la A 1.

Une variation du courant dans le circuit fait varier le champ magnétique **propre** mais pas le champ magnétique **extérieur** 1.

/2 3 **B** : e est une tension, une force électro-motrice. 1

C : Φ est le flux d'un champ magnétique. 1

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

Comme le flux varie, il y a un phénomène d'induction 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 $\vec{B}_{p,ind}$. Cette conséquence doit modérer la cause 1 qui lui a donné naissance, donc $\frac{d\vec{B}_{p,ind}}{dt}$ doit être **vers la droite**. 1

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

/2 5 **D** : u est la somme d'un terme d'inductance propre 1 associée à i_2 et d'inductance mutuelle associée 1 à i_1 circulant dans le circuit de gauche.

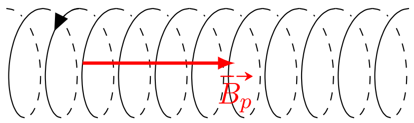
/4 6 **A** : selon la longueur des bobines, le flux varie même à courant constant. 1

B : idem, si on éloigne les bobines le flux varie alors que i contant. 1

C : si on retourne la bobine, l'effet d'induction est opposé (règle de la main droite). 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. 1

/5 7 **C** :



i et $\overrightarrow{B_p}$ respectent la règle de la main droite. ①

Pour N spires :

$$\phi_p \overset{①}{=} N \times \overrightarrow{B_p} \cdot \vec{S}$$

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

$$\vec{S} = S\,\overrightarrow{u_z} \qquad \text{et} \qquad \overrightarrow{B_p} \overset{①}{=} \mu_0 \frac{N}{\ell} i(t)\,\overrightarrow{u_z} \qquad \Leftrightarrow \qquad \boxed{\phi_p = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S i(t)}$$

Or,

$$\phi \overset{①}{=} Li \Leftrightarrow \boxed{L \overset{①}{=} \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S}$$

/2 $\boxed{8}$ **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 $\boxed{9}$ **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 $\boxed{10}$ **D** : la norme de la force de Laplace est égale au produit $i\ell B$ ①. Ainsi,

$$F_{\mathrm{L}} = 0{,}01\,\mathrm{N} \qquad ①$$

/4 $\boxed{11}$ **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 $\boxed{1}$ La surface du circuit électrique contenu dans le téléphone est de l'ordre de :

$$S \overset{①}{=} 10\,\mathrm{cm} \times 5\,\mathrm{cm} = 50\,\mathrm{cm}^2 \qquad ①$$

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

$$\Phi_i = 0 \qquad ①$$

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 :

$$\Phi_f = BS \qquad ①$$

La durée de cette action est d'environ :

$$\Delta t = 1\,\mathrm{s} \qquad ①$$

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

$$\boxed{|e| \overset{①}{=} \frac{\Phi_f - \Phi_i}{\Delta t} \overset{①}{=} 10^{-7}\,\mathrm{V}}$$

/2 $\boxed{2}$ 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