

Programme de colle n°16 (03/02 au 07/02)

Attention le programme de colle comporte deux pages

Cours

Champ magnétostatique

Caractéristiques du champ \vec{B} . Définition à partir de la force de LORENTZ, équations de MAXWELL-flux (ou THOMSON) et de MAXWELL-AMPÈRE. Conservation du flux de \vec{B} , circulation et théorème d'AMPÈRE.

Propriétés de symétrie : transformation du champ \vec{B} (via la force de LORENTZ), invariances par translation/rotation et conséquences sur le champ, symétrie et antisymétrie planes, exemple avec deux fils infinis $\pm I$.

Topographie : les lignes de champ ne peuvent diverger, elles sont fermées et enlacent les sources. Évolution de la norme de \vec{B} sur un tube de champ. Différences entre \vec{E} et \vec{B} .

Exemples de calculs de champ. Méthode. Cas du câble infini, limite du fil infini. Solénoïde infini : champ à l'intérieur en supposant nul le champ à l'extérieur. Inductance propre et énergie magnétique volumique.

Dipôle électrostatique

Dipôle électrostatique : définition, moment dipolaire, approximation dipolaire.

Champ et potentiel : potentiel (calcul à connaître), champ (l'expression intrinsèque a été vue mais n'est pas exigible), LC et équipotentielles.

Action d'un champ extérieur : champ uniforme (résultante, moment et discussion de l'effet du champ), champ non uniforme (idem), énergie potentielle d'un dipôle rigide (démonstration faite mais non exigible).

Approche descriptive des interactions moléculaires. Moment dipolaire permanent, interaction ion-molécule (solvatation) et molécule-molécule. Moment dipolaire induit, polarisabilité $\vec{p}_{\text{induit}} = \epsilon_0 \alpha \vec{E}_{\text{ext}}$ et modèle de THOMSON : $\alpha = 4\pi R^3$. Forces de VAN DER WAALS : dépendance en r de l'énergie potentielle, 3 cas (KEESOM, DEBYE et LONDON) et utilisation.

Dipôle magnétique

LC de différentes distributions de courants et d'aimants. Notion de dipôle magnétique, moment magnétique associé et champ \vec{B} créé.

Action d'un champ extérieur : champ uniforme (résultante, moment et discussion de l'effet du champ), champ non uniforme (idem), énergie potentielle d'un dipôle rigide par analogies avec le dipôle électrique (les formules doivent être données). Étude d'une boussole.

Dipôles magnétiques atomiques. Rapport gyromagnétique de l'électron (mouvement orbital; traité par un modèle planétaire), magnéton de BOHR (deux approches : via la quantification de L_z vue en cours de chimie et par analyse dimensionnelle), notions sur les propriétés magnétiques de la matière (paramagnétisme et ferromagnétisme; partie purement descriptive et qualitative).

Cours**Conduction électrique dans un conducteur ohmique**

Loi d'OHM : modèle de DRUDE, conductivité statique, loi d'OHM en régime variable (conductivité complexe), résistance électrique d'un conducteur ohmique, puissance volumique cédée par le champ aux porteurs de charge et lien avec l'effet JOULE.

Approche descriptive de l'effet HALL : étude du phénomène, tension de HALL, application à la mesure de champ magnétique, interprétation de la force de LAPLACE (complément).

Ordres de grandeur

- **Champ magnétique** : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$, champ magnétique terrestre : $B \approx 5 \times 10^{-5} \text{ T}$, champ d'un aimant permanent : de 0,1 à 1 T, d'un IRM : quelques T (bobine supraconductrice), champ en labo de recherche : 10 à 100 T.
- **Dipôles** : Moment dipolaire de l'eau : $p = 1.85 \text{ D}$ où $1 \text{ D} = \frac{1}{3} 10^{-29} \text{ C}\cdot\text{m}$. Magnéton de BOHR $\mu_B \approx 10^{-23} \text{ A}\cdot\text{m}^2$, moment magnétique de la Terre $10^{23} \text{ A}\cdot\text{m}^2$, moment magnétique d'un aimant usuel $1 \text{ A}\cdot\text{m}^2$, moment magnétique volumique maximal $10^6 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$, force surfacique d'adhérence maximale $10^6 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$.