

1. Toute l'électrostatique (théorème de Gauss, équations locales et gravitation) en cours et exercices selon programme de colles précédent.
2. Révision MPSI : mouvement d'une particule dans \vec{E} et \vec{B} .
3. Ajouter en **question de cours uniquement** :

DISTRIBUTIONS DE COURANT ET MAGNÉTOSTATIQUE

I. Vecteur densité de courant

- Matériaux conducteurs et isolants. Porteurs de charges mobiles (P.C.M.)
- Vitesse de dérive $\vec{v}_\alpha(M, t)$ pour des PCM d'un type donné (numéroté par un entier α). Vecteur densité de courant volumique $\vec{j}(M, t)$.
- Intensité électrique $i_S(t)$ traversant une surface S orientée :

$$i_S(t) = \Phi(\vec{j}/S) = \iint_S \vec{j}(M, t) \cdot \overrightarrow{dS_M} \quad (\text{relation admise})$$

- Relation entre le signe de i_S et le sens de déplacement des P.C.M.

II. Équation de conservation de la charge électrique

- Conservation de la charge électrique. Formulation par une équation intégrale et par une équation locale :

$$\frac{dQ_{\text{int}}}{dt} = - \iint_{S_F} \vec{j}(M, t) \cdot \overrightarrow{dS_M} \quad \text{et} \quad \text{div} \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

- Cas particulier du régime stationnaire (permanent) : $\text{div} \vec{j} = 0$. \vec{j} est un champ vectoriel à flux conservatif.

- Conséquences : intensité à travers une courbe fermée orientée, conservation de l'intensité le long d'un tube de courant, cas particulier d'un fil électrique sans bifurcation, loi des nœuds.
- Modélisation usuelle de $\vec{j}(P)$ dans un fil en régime stationnaire.
- Conducteur ohmique. Conductivité électrique, loi d'Ohm locale. Application : calcul de la résistance électrique d'un bout de fil de longueur L , en régime stationnaire.

III. L'interaction magnétique

- Origine. Action d'un courant sur un aimant. Action d'un aimant sur un courant.
- Hypothèse d'Ampère. Définition du champ magnétique par la force de Lorentz. Ordres de grandeur.
- Principe de superposition. Linéarité

IV. Symétries et théorème d'Ampère

- Plan de symétrie π_{sym} d'une distribution de courant D_{courants} = plan d'antisymétrie de \vec{B} . Plan d'antisymétrie π_{antisym} de D_{courants} = plan de symétrie de \vec{B} .
- Exemples d'un cylindre infini parcouru par \vec{j} uniforme axial et d'une spire circulaire.
- Théorème d'Ampère.
- Applications :
 - Calcul de \vec{B} produit par un cylindre infini.
 - Champ magnétostatique produit par un solénoïde infini en admettant que $\vec{B} = \vec{0}$ en dehors du solénoïde.
 - Champ magnétostatique créé par une nappe de courant délimitée par deux plans parallèles.

- Cas particulier de la nappe surfacique d'épaisseur nulle : densité surfacique de courant \vec{j}_S . Relation de passage de \vec{B} à la traversée d'une surface parcourue par des courants surfaciques \vec{j}_S .

QUESTIONS DE COURS :

1. Expressions de $\text{div } \vec{a}$ et de $\text{rot } \vec{a}$ en coordonnées cartésiennes
2. Équations locales de Maxwell-Gauss et de Maxwell-Faraday. Équation de Poisson pour V ou de Laplace dans le vide.
3. Expression du vecteur densité de courant \vec{j} en fonction de la vitesse de dérive des PCM. Lien avec l'intensité électrique i_S .
4. Démontrer l'équation de conservation de la charge : intégrale puis locale.
5. Montrer qu'en régime stationnaire, \vec{j} est à flux conservatif. En montrer les conséquences suivantes : intensité électrique conservée le long d'un tube de courant, loi des nœuds.
6. Énoncé du théorème d'Ampère. Application au calcul de \vec{B} pour un cylindre infini parcouru par \vec{j} axial et uniforme.
7. Énoncé du théorème d'Ampère. Application au calcul de \vec{B} pour un solénoïde infini en admettant que $\vec{B} = \vec{0}$ à l'extérieur.
8. Énoncé du théorème d'Ampère. Application au calcul de \vec{B} pour une nappe de courant délimitée par deux plans infinis et parcourue par \vec{j} uniforme.