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 $\overrightarrow{E}$ et $\overrightarrow{B}$.
3. Ajouter en cours et exercices :

DISTRIBUTIONS DE COURANT ET MAGNÉTOSTATIQUE

I. Vecteur densité de courant

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

$$i_S(t) = \Phi(\overrightarrow{j}/S) = \iint_S \overrightarrow{j}(M,t).\overrightarrow{\mathrm{d}S_M} \quad \text{(relation admise)}$$

- 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 :

$$\frac{\mathrm{d}Q_{\text{int}}}{\mathrm{d}t} = -\iint_{S_F} \overrightarrow{j}(M,t).\overrightarrow{\mathrm{d}S_M} \quad \text{et} \quad \mathrm{div}\,\overrightarrow{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

- Cas particulier du régime stationnaire (permanent) : $\mathrm{div}\,\overrightarrow{j} = 0$. $\overrightarrow{j}$ 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 $\overrightarrow{j}(P)$ 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 $\overrightarrow{B}$. Plan d'antisymétrie π_{antisym} de D_{courants} = plan de symétrie de $\overrightarrow{B}$.
- Exemples d'un cylindre infini parcouru par $\overrightarrow{j}$ uniforme axial et d'une spire circulaire.
- Théorème d'Ampère.
- Applications :
  — Calcul de $\overrightarrow{B}$ produit par un cylindre infini.
  — Champ magnétostatique produit par un solénoïde infini en admettant que $\overrightarrow{B} = \overrightarrow{0}$ 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 $\overrightarrow{j_S}$. Relation de passage de $\overrightarrow{B}$ à la traversée d'une surface parcourue par des courants surfaciques $\overrightarrow{j_S}$.

V. Équations locales de la magnétostatique

- Conservation du flux de $\overrightarrow{B}$: formulations intégral et locale. Équation de Maxwell - Thomson (ou Maxwell - flux) : div $\overrightarrow{B} = 0$.
- Formulation locale du théorème d'Ampère. Équation de maxwell - Ampère de la magnétostatique : $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{B} = \mu_0 \overrightarrow{j}$.
- Application au calcul de $\overrightarrow{B}$ par un cylindre infini avec $\overrightarrow{j}$ uniforme et axial et par une nappe de courant délimitée par deux plans parallèles.

QUESTIONS DE COURS :

1. Expression du vecteur densité de courant $\overrightarrow{j}$ en fonction de la vitesse de dérive des PCM. Lien avec l'intensité électrique i_S.
2. Démontrer l'équation de conservation de la charge : intégrale puis locale.
3. Montrer qu'en régime stationnaire, $\overrightarrow{j}$ est à flux conservatif. En montrer les conséquences suivantes : intensité électrique conservée le long d'un tube de courant, loi des nœuds.
4. Énoncé du théorème d'Ampère. Application au calcul de $\overrightarrow{B}$ pour un cylindre infini parcouru par $\overrightarrow{j}$ axial et uniforme.
5. Énoncé du théorème d'Ampère. Application au calcul de $\overrightarrow{B}$ pour un solénoïde infini en admettant que $\overrightarrow{B} = \overrightarrow{0}$ à l'extérieur.
6. Énoncé du théorème d'Ampère. Application au calcul de $\overrightarrow{B}$ pour une nappe de courant délimitée par deux plans infinis et parcourue par $\overrightarrow{j}$ uniforme.
7. Les équations locales de la magnétostatique. Démonstration de l'équation de Maxwell - Ampère.