PSI2. PHYSIQUE. Semaine 13, du lundi 11 au vendredi 15 décembre 2023.

Electrostatique.

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}(V) \quad ou \quad dV = -\vec{E}.d\overrightarrow{OM}\,, \qquad div(\vec{E}) = \frac{\rho}{\varepsilon_o} \quad ou \quad \Delta V + \frac{\rho}{\varepsilon_o} = 0$$

POISSON

Le champ électrique va dans le sens des potentiels décroissants. Définition des lignes de champ et surfaces équipotentielles. Une ligne de champ est perpendiculaire à la surface équipotentielle qu'elle traverse.

Loi de Coulomb. Champ et potentiel créée par une charge ponctuelle. Allure locale ou à grande échelle des lignes de champ et surfaces équipotentielles. Les lignes de champ partent des charges positives (potentiel élevé) et vont vers les charges négatives ou l'infini (potentiel faible)

Exemples de cartes de champ : dipôle, 2 charges identiques, condensateur plan (notion d'effet de bord).

Notion de champ disruptif. Ordre de grandeurs de champ électrique.

Pouvoir des pointes. Application : le paratonnerre.

LOI D'OHM :

Loi d'Ohm locale $\vec{j} = \gamma\vec{E}$, loi empirique valable en statique et jusqu'à des fréquences d'environ 10GHz. La conductivité électrique γ varie de 10^{-14}SI (ISOLANTS) à 10^{7}SI (métaux les plus conducteurs Ag, Cu…)

Pertes volumiques par effet Joule : $P_J = \vec{j}.\vec{E} = \gamma E^2 = \frac{j^2}{\gamma}$ en W.m^{-3}.

Loi d'ohm macroscopique $R = \frac{L}{\gamma S}$: résistance d'un fil de section droite s, de longueur L.

Loi d'Ω + conservation de la charge : la charge volumique est nulle dans un métal, et il n'existe que des charges surfaciques à la surface des structures métalliques. On en déduit la LDN.

Cas du métal parfait : $\gamma \to \infty$. Le champ électrique est nul dans le métal, qui devient un domaine volumique équipotentiel. A la surface extérieure d'un métal parfait, le champ électrique est normal à cette surface. Principe de la cage de Faraday.

Magnétostatique.

Allure de lignes de champs : fil , spire, solénoïde, aimant droit ou en U.

Ordres de grandeurs, le champ magnétique terrestre. Sonde à effet Hall pour la mesure de champ magnétique, à savoir faire en exercice..

Dépendances spatiales du champ électromagnétique :

Propriétés de symétrie : si il existe en M un plan $\pi(M)$ passant par M laissant invariant les distributions de charges et de courant (PLAN DE SYMETRIE), alors le champ électrique en M est contenu dans ce plan et le champ magnétique est perpendiculaire à ce plan. Si le plan est un PLAN D'ANTISYMETRIE, c'est l'inverse.

Les champs électriques et magnétiques suivent les invariances des distributions de charges et de courant.

Théorème de Gauss en électrostatique et gravitation. Enoncé et utilisation. Il n'est intéressant que pour des systèmes qui ont suffisamment de symétries et d'invariances.

Les plans de symétrie permettent de trouver la direction du champ (Ex: $\vec{E}(M) = E(r,\theta,z)\vec{e}_r$)

Les invariances de la distribution de charge permettent de simplifier la dépendance spatiale du champ (Ex : $E(r,\theta,z) = E(r)$)

Les cas vus en cours doivent être maîtrisés :

a)Symétrie sphérique (liaison importante avec la gravitation).

b)Symétrie cylindrique (fil , câble)

c)Symétrie plane (plan z=0 chargé uniformément). On relie une discontinuité de champ à la présence d'une charge surfacique.

Pour ce dernier cas, le résultat $\vec{E}(M) = signe(z)\frac{\sigma}{2\varepsilon_o}\vec{e}_z$ doit être connu car son obtention est longue et permet ensuite de construire le condensateur plan.

Calcul de capacités (notamment condensateur plan).

Lien avec la gravitation, th de Gauss en gravitation.

<u>Théorème d'Ampère.</u> Même méthode que pour le théorème de gauss : symétries et invariance pour simplifier l'écriture du champ magnétique. Choix du contour pour rendre possible le calcul de la circulation. VOIR le courant enlacé.

Il faut maîtriser :

le câble rectiligne infini (câble coaxial) ,

le solénoïde infini d'axe Oz : $\vec{B}(M) = \mu_o n i \vec{e}_z$ *uniforme à l'intérieur du solénoïde, nul en-dehors*

le plan infini (z=0) avec courants surfaciques : $\vec{B}(M) = signe(z).\frac{\mu_o}{2}\vec{j}_s \wedge \vec{e}_z$

Les deux dernières formules sont à connaître, car longues à réobtenir.

Intégration directe des formes locales (MG et MA) à la place des deux théorèmes.

<u>Application importante :</u> Le câble coaxial.

<u>Relations de continuité à fournir .</u> Les discontinuité de champ doivent être associées à la présence de charges ou courant surfacique. Les relations doivent être fournies. Cependant, à la traversée d'un plan, les composantes tangentielles du champ électrique et la composante normale du champ magnétique sont continues.