

Programme de colles de Physique
--

Compétences exigibles :Electromagnétisme en régime statique : le champ électrique

Exploiter les symétries et invariances d'une distribution de charges pour en déduire des propriétés du champ électrique.

Citer les équations de Maxwell-Gauss et Maxwell-Faraday en régime stationnaire.

Relier l'existence du potentiel scalaire au caractère irrotationnel du champ électrostatique.

Exprimer une différence de potentiel comme une circulation du champ électrique.

Etablir l'équation de Poisson, reliant le potentiel à la densité de charges.

Etablir la relation $E_p = qV$ pour l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle dans un champ électrique extérieur.

Énoncer et appliquer le théorème de Gauss.

Etablir un tableau d'analogies entre les champs électrique et gravitationnel.

Associer l'évasement des tubes de champ à l'évolution de la norme de \vec{E} dans les zones de charge nulle.

Représenter les lignes de champ connaissant les surfaces équipotentielles et inversement. Évaluer le champ électrique à partir d'un réseau de surfaces équipotentielles.

Etablir le champ électrique et le potentiel créés par : une charge ponctuelle, une distribution de charges à symétrie sphérique, une distribution de charges à symétrie cylindrique.

Utiliser le modèle de la distribution surfacique de charges. Etablir le champ électrique créé par un plan infini uniformément chargé en surface.

Exploiter le théorème de superposition.

Charges et courant électrique

Densité volumique de charge électrique ρ , densité de charges mobiles ρ_m , vecteur densité de courant électrique \vec{j} : passer d'une description microscopique (porteurs de charges, vitesse des porteurs) aux grandeurs mésoscopiques ρ_m et \vec{j} . Décrire les différents types de porteurs de charge. Faire la distinction entre charges mobiles et charges fixes.

Intensité du courant électrique : écrire l'intensité comme le flux du vecteur densité de courant électrique à travers une surface orientée.

Bilan de charge : établir l'équation locale traduisant la conservation de la charge électrique en coordonnées cartésiennes à une dimension. Citer l'équation locale dans le cas tridimensionnel et en interpréter chacun des termes.

Régime stationnaire : définir une ligne de courant et un tube de courant. Exploiter le caractère conservatif du vecteur densité de courant électrique. Relier cette propriété à la loi des nœuds usuelle en électrocinétique.

Loi d'Ohm locale : relier le vecteur densité de courant au champ électrique dans un conducteur ohmique. Citer l'ordre de grandeur de la conductivité du cuivre.

Modèle de Drüde : en régime stationnaire, établir une expression de la conductivité électrique à l'aide de ce modèle microscopique.

Résistance d'un conducteur cylindrique : établir l'expression de la résistance d'un câble cylindrique parcouru uniformément par un courant parallèle à son axe : $R = \frac{1}{\gamma} \frac{L}{S}$.

Puissance électrique, effet Joule : puissance volumique $\vec{j} \cdot \vec{E}$ cédée aux porteurs de charges mobiles ; cas des milieux ohmiques : établir l'expression de la puissance volumique γE^2 reçue par un conducteur ohmique ; interpréter l'effet Joule.

Condensateur plan

- Décrire qualitativement le phénomène d'influence.
- Exprimer le champ d'un condensateur plan en négligeant les effets de bord. En déduire l'expression de sa capacité.
- Prendre en compte la permittivité de l'isolant dans l'expression de la capacité.
- Citer l'expression de la densité volumique d'énergie électrique $e_e = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$. La retrouver à partir de la relation $E_e = \frac{1}{2} CU^2$ dans le cas d'un condensateur plan.