

ÉLECTROMAGNÉTISME

E1 – ÉLECTROSTATIQUE DU VIDE

- Propriétés géométriques du champ électrostatique : lignes de champ ; principe de Curie ; symétries de \vec{E} ; invariances de \vec{E} ; continuité du champ.
- Flux électrostatique ; théorème de Gauss : $\Phi(\vec{E}, S_{fermée}) = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{int}(S)$.

Signification qualitative de l'équation de Maxwell-Gauss : $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ (calculs exclus).

- Circulation de \vec{E} et ddp ; potentiel électrostatique : relation avec \vec{E} , potentiel créé par une charge ponctuelle ; surfaces équipotentielles ; continuité de V ; extrema de V .

Signification qualitative de l'équation de Maxwell-Faraday de la statique : $\overline{\text{rot}}(\vec{E}) = \vec{0}$ (calculs exclus).

- Rappel :
- ⇒ coordonnées cylindriques et sphériques : les noms des variables et des vecteurs unitaires doivent être connus. La connaissance de ces systèmes de coordonnées doit être suffisante pour manier les questions de symétries et d'invariances.
 - ⇒ être exigeant sur la construction du raisonnement dans l'utilisation du théorème de Gauss :
 - Schéma et choix du système de coordonnées.
 - Étude des symétries de \vec{E} et des invariances de \vec{E} .
 - Choix de la surface de Gauss S_G .
 - Expression du flux électrostatique en fonction de \vec{E} et des paramètres géométriques.
 - Expression de $Q_{int}(S_G)$ et application du théorème.

E2. CONDUCTEURS EN ÉQUILIBRE ÉLECTROSTATIQUE

- Propriétés d'un conducteur à l'équilibre.
- Champ et force au voisinage d'un conducteur : théorème de Coulomb, influence de la géométrie.
- Influence électrostatique entre deux conducteurs.
- Condensateurs : définition, calculs de capacité, condensateur plan idéal, associations (démonstration des formules), énergie électrostatique \mathcal{E}_E et densité d'énergie électrique w_E .

E3. CONDUCTION ÉLECTRIQUE

- Vitesses des électrons libres dans un métal : ordres de grandeur à connaître.
- Densité de courant. Équation de conservation de la charge à une dimension en régime variable (démonstration pour les volontaires) ; généralisation à trois dimensions (formes locale et intégrale).
- Régime stationnaire : définition et conséquences ; ARQS : condition d'application. Intensité du courant. Définition légale de l'Ampère. Définition d'un tube de courant. Circuits filiformes : démonstration de la loi des nœuds, puissance électrocinétique reçue par un dipôle (démonstration de $\mathcal{P} = UI$).
- Loi d'Ohm : forme locale, conductivité, résistivité ; forme intégrale, résistance ; calculs de résistances quelconques, résistance d'un conducteur unidirectionnel, associations de résistances.
- Effet Joule : bilans d'énergie, puissance dissipée par effet joule.