

# Programme de colle de la semaine du 7 octobre 2024

## Électromagnétisme - Champ électrique en régime stationnaire

### 1 Notion de charge électrique

Description de la charge ; Charge électrique et force

### 2 Champ et potentiel électriques

Équations de Maxwell ; Potentiel électrique ; Équation de Poisson ; Topographie des cartes de champ ; Linéarité

### 3 Théorème de Gauss

Symétries du champ électrique ; Invariances du champ électrique ; Théorème de Gauss ; Analogie avec le champ de gravité

### 4 Condensateur plan

Champ électrique ; Capacité ; Influence de la permittivité ; Aspect énergétique

### Suggestion de questions de cours

- Énoncer l'équation de Maxwell-Faraday, en déduire qu'en régime stationnaire,  $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$  puis exprimer la circulation du champ électrique.
- Énoncer les équations de Maxwell-Gauss et Maxwell-Faraday puis établir les équations de Poisson et de Laplace vérifiées par le potentiel électrique.
- Énoncer l'équation de Maxwell-Gauss et démontrer le théorème de Gauss.
- Déterminer le champ électrique créé par une particule ponctuelle de charge  $q$ .
- Déterminer le champ électrique créé par une boule uniformément chargée de densité volumique de charge  $\rho$ .
- Déterminer le champ électrique créé par un cylindre (plein) uniformément chargé de densité volumique de charge  $\rho$ .
- Déterminer le champ électrique créé par un plan infini uniformément chargé de densité surfacique de charge  $\sigma$ .
- Dresser les analogies entre les champs électrique et gravitationnel. Énoncer le théorème de Gauss gravitationnel.
- Déterminer le champ gravitationnel créé par une boule de masse volumique uniforme  $\mu$ .
- Établir le champ électrique entre les armatures d'un condensateur plan. En déduire la capacité. Généraliser au cas où l'isolant entre les armatures n'est pas du vide.

## Électromagnétisme 2 - Champ magnétique en régime stationnaire

### 1 Propriétés du champ magnétostatique

Équations de Maxwell ; Conservation du flux du champ magnétique ; Forces causées par un champ magnétique

### 2 Théorème d'Ampère

Invariances du champ magnétique ; Symétries du champ magnétique ; Théorème d'Ampère

### Suggestion de questions de cours

- Énoncer l'équation de Maxwell, démontrer que le champ magnétique est à flux conservatif et faire le lien avec la topographie des cartes de champ magnétique.
- Citer l'expression de la partie magnétique de la force de Lorentz. En déduire la force de Laplace exercée sur un élément de fil et sur un élément de volume.
- Énoncer le principe de Curie. Établir le lien existant entre les plans de symétrie et d'antisymétrie de la distribution de courant et la direction du champ magnétique.
- Citer l'équation de Maxwell-Ampère puis établir le théorème d'Ampère.
- Déterminer le champ magnétique créé dans tout l'espace par un fil épais de rayon  $R$  et infini parcouru par un vecteur densité de courant  $\vec{j}$ .

- Déterminer le champ magnétique créé dans tout l'espace par un solénoïde infini de rayon  $R$  comportant  $n$  spires par unité de longueur parcouru par un courant  $I$ . Le solénoïde est assimilé à une succession de spires circulaires. On suppose le champ magnétique nul à l'extérieur du solénoïde.
- Déterminer le champ magnétique créé par une bobine torique comportant  $N \gg 1$  spires parcourue par un courant  $I$ .