

## Programme de colles de physique Semaine du 4 au 8 décembre

### Sources du champ électromagnétique

Programme	Capacités exigibles
<p>Les postulats de base : équations de Maxwell, force de Lorentz. Puissance de la force de Lorentz. La charge électrique : charge élémentaire, propriétés Répartitions de charge : ensembles de charges ponctuelles, distribution volumique, surfacique et linéique de charge. Distributions de courant : définition de l'intensité du courant électrique, vecteur densité de courant, distributions volumiques, surfacique et linéique de courant.</p> <p>Conservation de la charge : cas unidimensionnel et généralisation (en l'absence de sources).</p> <p>Cas du régime stationnaire.</p> <p>Conduction électrique dans un conducteur ohmique : loi d'Ohm locale, résistance d'un conducteur, loi de Joule locale.</p> <p>Effet Hall : description qualitative, détermination du champ de Hall et calcul de la tension de Hall. Force de Laplace : origine et expression de la force dans le cas d'un barreau cylindrique. Définition légale de l'ampère.</p>	<p>Exprimer <math>\rho</math> en fonction de la charge et de la densité volumique des porteurs de charge. Exprimer <math>\vec{j}</math> en fonction de la vitesse, de la charge et de la densité volumique des porteurs de charge. Relier l'intensité du courant et le flux de <math>\vec{j}</math>. Établir l'équation traduisant la conservation de la charge dans le seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne. Citer et utiliser une généralisation en géométrie quelconque utilisant l'opérateur divergence, son expression étant fournie. Exploiter le caractère conservatif du vecteur <math>\vec{j}</math> en régime stationnaire. Relier ces propriétés aux lois usuelles de l'électrocinétique. Déduire du modèle un ordre de grandeur de <math>\tau</math> et en déduire un critère de validité du modèle en régime variable. Déduire du modèle un ordre de grandeur de <math>v</math>. Exprimer la puissance volumique dissipée par effet Joule dans un conducteur ohmique. Interpréter qualitativement l'effet Hall dans une géométrie rectangulaire.</p>

### Le champ électrostatique

Programme	Capacités exigibles
<p>Cas d'une charge ponctuelle : loi de Coulomb, champ électrique créé, potentiel électrostatique.</p> <p>Champs et potentiels créés par des distributions de charge : ensemble de charges ponctuelles, distributions volumiques, surfacique et linéique de charges.</p> <p>Les équations de Maxwell en électrostatique : circulation du champ électrique, différence de potentiel, théorème de Gauss.</p>	<p>Citer l'ordre de grandeur du champ créé par le noyau sur l'électron dans un atome d'hydrogène.</p> <p>Associer la circulation de <math>\vec{E}</math> au travail de la force <math>q\vec{E}</math>. Utiliser le théorème de Stokes. Associer les propriétés locales <math>\vec{\text{rot}} \vec{E} = \vec{0}</math> dans tout l'espace et <math>\vec{E} = -\text{grad} V</math>.</p>

Propriétés topographiques. Lignes de champ : définition, propriétés. Équipotentielle : définition, propriétés.

Exemples d'application du théorème de Gauss.

Distribution à symétrie sphérique : détermination du champ électrostatique (par le théorème de Gauss) et du potentiel. Le champ créé à l'extérieur de la boule chargée est identique à celui d'une charge ponctuelle.

Distribution à symétrie cylindrique : détermination du champ électrostatique par application du théorème de Gauss, détermination du potentiel.

Plaque infinie : détermination du champ électrostatique (par le théorème de Gauss et l'équation de Maxwell-Gauss) et du potentiel. Cas particulier du plan infini chargé en surface.

Modèle du condensateur plan : champ électrostatique et potentiel, capacité, densité volumique d'énergie.

Application du théorème de Gauss au champ de gravitation : analogie avec le champ électrostatique. Application au champ de gravitation créé par une boule de masse volumique uniforme : le champ extérieur est identique à celui d'un point matériel, métré gravitationnel.

Associer l'évolution de la norme de  $\vec{E}$  à l'évasement des tubes de champ loin des sources. Déduire les lignes équipotentielles d'une carte de champ électrostatique, et réciproquement. Évaluer le champ électrique à partir d'un réseau de lignes équipotentielles. Associer la relation  $\vec{E} = -\text{grad } V$  au fait que les lignes de champ sont orthogonales aux surfaces équipotentielles et orientées dans le sens des potentiels décroissants.

Choisir une surface adaptée et utiliser le théorème de Gauss.

Exprimer l'énergie de constitution du noyau en construisant le noyau par adjonction progressive de charges apportées de l'infini. Relier les ordres de grandeur mis en jeu : rayons et énergies. Justifier la nécessité de l'interaction forte.

Établir l'expression du champ créé.

Établir l'expression du champ créé. Déterminer la capacité du condensateur. Citer l'ordre de grandeur du champ disruptif dans l'air. Associer l'énergie d'un condensateur apparue en électrocinétique à une densité volumique d'énergie.

Mettre en évidence les analogies formelles entre les forces électrostatique et gravitationnelle pour en déduire l'analogie des propriétés des champs

## Dipôle électrostatique

### Programme

Définitions : dipôle, moment dipolaire.

Potentiel et champ créé par un dipôle dans l'approximation dipolaire : calcul du potentiel et du champ (expressions en coordonnées sphériques et expressions intrinsèques), équation des lignes de champ et des équipotentielles, carte du champ.

Actions subies par un dipôle rigide dans un champ électrique extérieur : résultante et moment dans un champ uniforme puis dans un champ non uniforme lentement variable, énergie potentielle d'interaction.

### Capacités exigibles

Décrire les conditions de l'approximation dipolaire.

Établir l'expression du potentiel  $V$ . Comparer la décroissance avec la distance du champ et du potentiel dans le cas d'une charge ponctuelle et dans le cas d'un dipôle. Tracer l'allure des lignes de champ.

Prévoir qualitativement l'évolution d'un dipôle rigide dans un champ d'origine extérieure  $\vec{E}$ .

Interactions ion-molécule et molécule-molécule.

Dipôle induit : définition de la polarisabilité. *La détermination de la polarisabilité avec le modèle de Thomson n'est plus au programme.*

Expliquer qualitativement la solvation des ions dans un solvant polaire.

Associer la polarisabilité et le volume de l'atome en ordre de grandeur.

### Magnétostatique – Cours uniquement

Programme	Capacités exigibles
Équations de Maxwell de la magnétostatique, conséquences sur le flux et sur la circulation, théorème d'Ampère.	Associer l'évolution de la norme de $\vec{B}$ à l'évasement des tubes de champ.
Invariances et symétries du champ magnétique : les plans de symétrie des distributions de courant sont des plans d'antisymétrie de $\vec{B}$ , et réciproquement.	Exploiter les propriétés de symétrie des sources (rotation, symétrie plane) pour prévoir des propriétés du champ créé.
Propriétés topographiques : définition des lignes de champ, différences entre les cartes de champ électrostatique et magnétostatique.	Justifier qu'une carte de lignes de champs puisse ou non être celle d'un champ magnétostatique ; repérer d'éventuelles sources du champ et leur signe/sens.
Exemples d'application du théorème d'Ampère : nappe de courant plane épaisse infinie, modèle limite du plan infini	Choisir un contour fermé et une surface et les orienter pour appliquer le théorème d'Ampère. Utiliser une méthode de superposition.
Câble cylindrique infini à courant axial, modèle limite du fil infini.	Déterminer le champ créé par un câble rectiligne infini. Calculer et connaître le champ créé par un fil rectiligne infini.
Solénoïde infini ( <i>On admet la nullité du champ extérieur</i> ), inductance propre, densité volumique d'énergie magnétique.	Établir et citer l'expression du champ à l'intérieur d'un solénoïde long. Établir les expressions de l'inductance propre et de l'énergie d'une bobine modélisée par un solénoïde. Associer cette énergie à une densité d'énergie volumique.

### TP

Réalisation d'un analyseur de spectre.