
Programme de colles
du 06/10/2025 au 10/10/2025
Semaine 04 - S41

Notions à maîtriser

Démonstrations à
maîtriser

Méthodes à
maîtriser

Exercice du TD
correspondant

En italique

En bleu

En gras

En gras et en
orange

Physique EM01 : Électrostatique (Cours + Exercices)

Loi de Coulomb. Permittivité diélectrique du vide. Permittivité relative.

Champ électrique en tout point de l'espace. Cas de la charge ponctuelle. [Ordre de grandeur.](#)

Analogies/différences avec la force et le champ gravitationnels.

Principe de superposition. Champ créé par une distribution de charges \mathcal{D} discrète.

Champ créé par une distribution de charges \mathcal{D} continue volumique : approche, volume mésoscopique $d\tau$ centré sur une position M , expression intégrale.

Modélisation des distributions continues. Distributions volumique, surfacique et linéique.

Densités de charges : volumique $\rho_e(M)$, surfacique $\sigma_e(M)$ et linéique $\lambda_e(M)$. Liens possibles entre densités suivant la modélisation choisie.

Expression intégrale de la charge totale contenue dans une distribution \mathcal{D} continue.

Symétries et invariances des distributions de charges. Plans de symétrie et d'antisymétrie.

Invariance par translation, par rotation. Symétries composées : cylindrique, sphérique.

Savoir déterminer la charge totale contenue dans un volume, une surface ou un contour fini à partir des densités de charge : [ex. 2](#), [ex. 5](#), [ex. 6](#), [ex. 7](#), [ex. 8](#), [ex. 11](#), [ex. 12](#)

Savoir identifier les symétries et invariances d'une distribution de charges : [tous les exercices sauf ex. 3](#)

Savoir identifier les symétries et invariances d'une distribution de masse [ex. 3](#)

Principe de Curie.

Invariances de \vec{E} : lien avec celles de \mathcal{D} , conséquences sur les variables de description.

Symétries de \vec{E} : lien avec celles de \mathcal{D} , conséquences sur les composantes du champ en un point quelconque.

Cas particuliers de M sur un plan de symétrie/d'antisymétrie. [à savoir justifier qualitativement.](#)

Méthode d'utilisation des symétries/invariances du champ électrostatique et du champ gravitationnel.

Savoir utiliser les symétries et invariances d'une distribution de charges pour simplifier l'expression du champ électrostatique dans un repère judicieusement choisi : [ex. 2](#), [ex. 5](#), [ex. 6](#), [ex. 7](#), [ex. 8](#), [ex. 9](#)

Savoir utiliser les symétries et invariances d'une distribution de masse pour simplifier l'expression du champ gravitationnel dans un repère judicieusement choisi : [ex. 3](#)

Retour sur les énergies potentielles électrostatique et gravitationnelle.

Définition générale du potentiel électrostatique $V(M)$. Analyse dimensionnelle.

Potentiel créé par une charge ponctuelle et par une distribution de charge \mathcal{D} discrète. (L'expression intégrale du potentiel créé par une distribution continue n'a pas été abordée.)

Relation entre circulation de \vec{E} et potentiel. *Démonstration.*

Définition du gradient d'un champ scalaire en coordonnées cartésiennes. (L'expression du gradient dans les autres systèmes de coordonnées doit être fournie.)

Lien entre force conservative et énergie potentielle.

Lien entre champ \vec{E} et potentiel $V(M)$. *Démonstration.*

Savoir exploiter les relations intégrale (circulation) et locale (gradient) du potentiel pour déterminer le champ électrostatique en un point (et inversement) : ex. 2, ex. 5, ex. 7, ex. 8, ex. 9, ex. 11

Topographie d'un champ vectoriel : lignes de champ, tube de champ, surfaces équipotentielles.

Lignes de champ \vec{E} : décroissance de $V(M)$ le long d'une ligne de champ, direction de \vec{E} . Une ligne de champ électrostatique ne peut être un contour fermé.

Lignes de champ électrostatiques et surfaces équipotentielles : orthogonalité, *démonstration.*

Intensité du champ électrostatique le long d'un tube de champ : propriété *admise.*

Savoir repérer les lignes de champ et surfaces équipotentielles sur une carte de champ : ex. 4

Savoir identifier si une carte de champ est celle d'un champ électrostatique : ex. 4

Savoir vérifier si une carte de champ électrostatique est compatible avec les symétries et invariances d'une distribution de charges : ex. 4

Flux du champ \vec{E} à travers une surface fermée d'intersection non nulle avec une distribution \mathcal{D} .

Théorème de Gauss intégral. Méthode d'application du théorème de Gauss pour les problèmes à haut degré de symétrie.

Théorème de Gauss gravitationnel : symétries/invariances de la distribution de masse, énoncé du théorème.

Distributions étudiées :

- boule uniformément chargée en volume
- cylindre infini uniformément chargé en volume
- plan infini uniformément chargé en surface

Modèle de condensateur plan. Approximation du condensateur plan infini (sans effets de bords).

Champ \vec{E} en tout point de l'espace par superposition.

Différence de potentiel entre les armatures. Capacité d'un condensateur plan.

Savoir appliquer le théorème de Gauss à une distribution de charges à haut degré de symétrie pour déterminer le champ électrostatique créé : ex. 5, ex. 6, ex. 7, ex. 8, ex. 9, ex. 10, ex. 11, ex. 12

Savoir appliquer le théorème de Gauss gravitationnel à une distribution de masse simple pour déterminer le champ gravitationnel créé : ex. 3

Physique EM02 : Dipôle électrostatique (Cours uniquement)

Distribution de charges ponctuelles opposées. Symétries/invariances.

Repère sphérique puis polaire associés.

Approximation dipolaire. Moment dipolaire électrique. Ordre de grandeur. Unité Debye.

Potentiel électrostatique créé à grande distance : expression intrinsèque, dans le repère polaire associé, [démonstration](#).

Champ électrostatique créé à grande distance (champ lointain) : expression intrinsèque, dans le repère polaire associé, [démonstration](#).

Topographie du champ dipolaire lointain. Allure des lignes de champs et des équipotentiels.

Vérification des symétries et invariances.

Connaître l'allure d'une carte de champ dipolaire électrostatique.

Savoir identifier les symétries/invariances du champ dipolaire électrostatique.

Actions subies par un dipôle électrostatique. Cas général : forces, moments.

Actions exercées par un champ extérieur uniforme : résultante, couple de forces, [démonstrations](#).

Orientation du dipôle électrostatique par rapport aux lignes du champ uniforme.

*Actions exercées par un champ extérieur non uniforme. Expressions **admises** de la résultante et du couple de forces.*

Généralisation de l'action d'un champ électrostatique sur un dipôle électrostatique.

*Attraction vers les zones de champs intenses d'un dipôle aligné sur le champ (**admis**).*