
Programme de colles
du 07/10/2024 au 11/10/2024
Semaine 04 - S41

Notions à maîtriser

En italique

Démonstrations à
maîtriser

En bleu

Méthodes à
maîtriser

En gras

Exercice du TD
correspondant

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 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.