

## Programme de colles du 05/10/2026 au 09/10/2026 Semaine 04 - S41

| Notions à maîtriser | Démonstrations à maîtriser | Méthodes à maîtriser | Exercice du TD correspondant |
|---------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------|
| <i>En italique</i>  | En bleu                    | En gras              | En gras et en orange         |

### Physique EM01 : Électrostatique (Cours + Exercices simples)

*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.

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**

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.

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

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 équipotentiels : orthogonalité, *démonstration.*

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

**Savoir repérer les lignes de champ et surfaces équipotentiels 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**

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**