

LE CHAMP ELECTROSTATIQUE

I. LES SYMETRIES DU CHAMP ELECTROSTATIQUE

Voir le document : https://lycee-champollion.fr/IMG/pdf/docs_electrostatique.pdf

A. THEOREME DE GAUSS ET LIGNES DE CHAMP

- Approche qualitative : une charge ; deux charges opposées.
- « Tracés » des lignes de champ : simulations et expériences avec la machine de Whimshurst.
- Cohérence avec le théorème de Gauss.

B. SYMETRIE DES DISTRIBUTIONS PRECEDENTES ET SYMETRIE DU CHAMP

- Une charge
- Deux charges opposées – Superposition
- Condensateur cylindrique
- Condensateur plan

C. GENERALISATION

- **Principe de superposition** : \vec{E} est la somme vectorielle de contributions élémentaires de la distribution de charge.
- **Principe de CURIE** : « Les effets ont, au moins, les symétries des causes ».
- \vec{E} et les plans de symétrie et d'antisymétrie des distributions :
 - o Soit Π_S un plan de symétrie de $\mathcal{D}_{charges}$
 - Si M appartient à ce plan, $\vec{E}(M)$ appartient à ce plan.
 - Si M et M' sont deux points symétriques par rapport à ce plan, $\vec{E}(M)$ et $\vec{E}(M')$ sont symétriques l'un de l'autre par rapport à ce plan.
 - o Soit Π_A un plan d'antisymétrie de $\mathcal{D}_{charges}$
 - Si M appartient à ce plan, $\vec{E}(M)$ est orthogonal à ce plan.
 - Si M et M' sont deux points symétriques de ce plan, $\vec{E}(M')$ est l'opposé du symétrique de $\vec{E}(M)$.

Les propriétés précédentes font dire que le champ électrique est un vecteur POLAIRE

- \vec{E} et les invariances des distributions :
 - o Soit une translation laissant la $\mathcal{D}_{charges}$ invariante ; le champ électrique est indépendant de la coordonnée associée à la direction correspondante.
 - o Soit une rotation autour d'un axe laissant la $\mathcal{D}_{charges}$ invariante ; le champ électrique est indépendant de la coordonnée associée à cette rotation.

II. CALCUL DU CHAMP A L'AIDE DU THEOREME DE GAUSS

A. CHARGE PONCTUELLE

B. SPHERE UNIFORMEMENT CHARGEE EN VOLUME / EN SURFACE

C. PLAN INFINI UNIFORMEMENT CHARGE

D. CYLINDRE INFINI UNIFORMEMENT CHARGE EN VOLUME/EN SURFACE

E. Quelques remarques importantes

- Continuité du champ dans les situations précédentes
- Evaselement du champ électrique dans les régions vides de charge

III. LE POTENTIEL ELECTROSTATIQUE

A. EQUATION DE MAXWELL-FARADAY ET CIRCULATION DU CHAMP

$$\overrightarrow{\text{rot}}(\vec{E}) = \vec{0}$$

$$\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$$

B. PROPRIETES DU POTENTIEL ELECTROSTATIQUE

1. Equipotentielles et lignes de champ

Le champ est orienté vers les potentiels décroissants.
Les équipotentielles sont orthogonales aux lignes de champ.

2. Equation de Poisson

$$\Delta V + \frac{\rho}{\epsilon_0} = 0$$

3. Energie potentielle électrique

Pour une charge q soumise à un champ \vec{E} qui dérive d'un potentiel électrostatique V, l'énergie potentielle s'écrit :

$$E_p = qV$$

4. Retour sur les distributions du II.

https://lycee-champollion.fr/IMG/pdf/tableau_recapitulatif_des_principaux_calculs_de_champs_et_de_potentiels_associes.pdf