

I. Les conducteurs:

① Définition: Ce sont des matériaux qui n'opposent aucune résistance au déplacement des charges libre.

→ Un conducteur est dit initialement neutre ou initialement non chargé si la somme totale des charges est nulle.

→ Un conducteur est dit isolé lorsqu'il n'a aucun contact électrique avec l'extérieur.

→ Un conducteur isolé reste globalement neutre.

② Propriétés d'un conducteur en équilibre électrostatique:

→ Dans un conducteur à l'équilibre électrostatique, le champ électrique $\vec{E}$ est nul.

→ Les charges portées par un conducteur à l'équilibre ne peuvent être réparties que sur sa surface.

→ La surface d'un conducteur est une équipotentielle, et les lignes de champ sont perpendiculaires à la surface du conducteur.

→ Le potentiel est uniforme à l'intérieur d'un conducteur en équilibre.

③ Conducteur ayant une cavité:

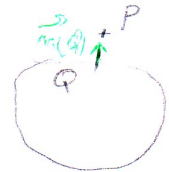
On considère un conducteur creux ne contenant pas de charge dans sa cavité. La surface interne de ce conducteur est donc dépourvue de charge.

④ Champ au voisinage immédiat de la surface d'un conducteur:

Soit P un point voisin de la surface du conducteur.

$\sigma(Q)$: densité surfacique

$\vec{n}(Q)$: normale à la surface du conducteur au pt Q



$$\vec{E}(P) = \frac{\sigma(Q)}{\epsilon_0} \vec{n}(Q)$$

Théorème de Coulomb:

Le champ électrostatique en un pt P situé au voisinage immédiat d'un pt Q appartenant à la surface d'un conducteur en équilibre lui est normale et sa norme est égale au rapport de la densité surfacique par ϵ_0 .

⚠ On retrouve la discontinuité de la composante normale de $\vec{E}$ à la traversée de la surface chargée puisque $\vec{E} = \vec{0}$ à l'intérieur du conducteur.

⑤ Pression électrostatique:

À la surface d'un conducteur en équilibre électrostatique s'exercent des efforts dirigés vers l'extérieur du conducteur assimilables aux effets d'une pression appelée **pression électrostatique** définie par:

$$P_e = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0}$$

⑥ Pouvoir des pointes:

Un conducteur possède des pointes si sa surface présente un rayon de courbure très faible. On montre que $\vec{E}$ et σ sont d'autant plus importants que le rayon de courbure est faible. C'est le pouvoir des pointes.

⑦ Capacité d'un conducteur en équilibre:

$$C = \frac{Q}{V} \quad ; \quad C = \text{capacité du conducteur (En Farad)},$$

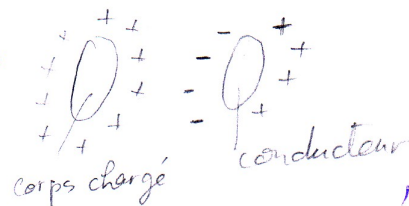
⑧ Énergie d'un conducteur:

$$E_e = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

⑨ Influence entre deux conducteurs:

9.1. Phénomène d'influence:

Si on approche un corps chargé d'un conducteur, les charges libres de celui-ci se déplacent. On dit que le conducteur est chargé par influence.



Théorème des éléments correspondants:

Deux éléments correspondants des conducteurs portent des charges opposées.

9.2. Conducteur en influence totale ou partielle:

- Deux conducteurs sont en influence totale si toute ligne de champ partant de l'un aboutit à l'autre.
- L'influence est dite partielle s'il existe des lignes de champ partant de l'un n'aboutissant pas à l'autre.

⚠ Deux éléments correspondants en état d'influence totale portent des charges opposées.

Théorème de Faraday

Dans le cas d'une influence totale, si le conducteur influençant porte une charge Q , il apparaît sur la face interne du conducteur influencé une charge $-Q$.

⑩ Superposition des états d'équilibre:

La superposition de plusieurs états d'équilibre est aussi un état d'équilibre.

II. Les condensateurs:

① Définition:

➤ On appelle condensateur l'ensemble de deux conducteurs en état d'influence totale.

➤ Les surfaces en regard des deux conducteurs sont les armatures du condensateur.

② Charge et capacité d'un condensateur:

2.1. Charge d'un condensateur:

C'est celle de son armature interne 1. Elle est égale à

$$Q = C (V_1 - V_2)$$

C : capacité; V_1 : de l'armature 1 interne; V_2 : de l'armature 2

2.2. Capacité d'un condensateur:

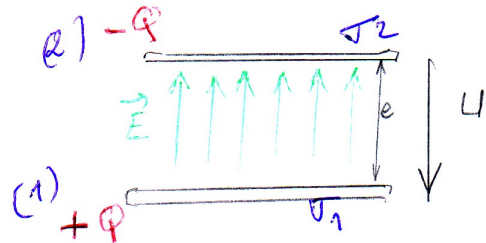
$$C = \frac{Q}{U} \quad \text{avec} \quad U = V_1 - V_2$$

③ Modèles de condensateurs:

3-1. Condensateur plan:

Il est formé par deux armatures métalliques planes de surfaces S espacées de e .

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{e}$$

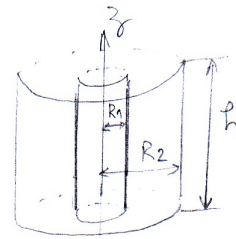


△ On néglige les effets de bords.

3-2. Condensateur cylindrique:

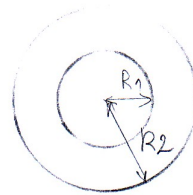
Il est formé par deux cylindres coaxiaux de rayons R_1, R_2 , et de hauteur h .

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$



3-3. Condensateur sphérique:

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$



④ Groupement de condensateurs:

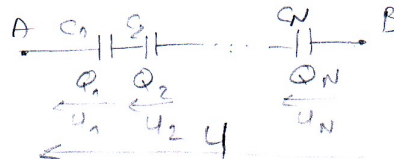
4-1. Condensateurs en parallèle:

$$C_{\text{équivalent}} = \sum_{i=1}^N C_i$$



4-2. Condensateurs en série:

$$\frac{1}{C_{\text{équivalent}}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$$



⑤ Énergie d'un condensateur

$$E_e = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Énergie électrostatique volumique dans un condensateur:

$$E_e = \iiint_{\text{volume entre les armatures}} \frac{\epsilon_0 E^2}{2} dv = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

△ L'énergie électrostatique E est le travail fourni par l'opérateur pour apporter les charges de l'infini jusqu'aux armatures.

* On considère un état intermédiaire où les charges sont yQ et yV avec $y < 1$. Depuis l'infini apportant la charge $Q dy$ associée au potentiel yV variant de 0 à yV . Le travail fourni

$$dW = yV Q dy \Rightarrow W_{op} = \int_0^1 V Q y dy = \frac{1}{2} QV.$$

$$\Delta dE_e = -dW_{op}$$