Conducteur électrique en équilibre

MP

14 octobre 2008

Table des matières

Chapitre 1

Définitions

1.1 Conducteur

Définition 1 *Un conducteur est un composant qui contient des charge mobiles, sucseptible de ce déplacer.*

Définition 2 *On dit qu'un conducteur est à l'équilibre si il est à l'équilibre mécanique.*
Toutes les charges à l'interieur de ce conducteur doivent être à l'équilibre mécanique.
Considérons une charge mobile. Cette charge est à l'équilibre si :

$$\sum \overrightarrow{F} = \overrightarrow{0}$$

Chapitre 2

Propriétés de l'équilibre pour un conducteur donnée

2.1 Conséquence des définitions globale

2.1.1 Le champs électrique est nul à l'interieur d'un conducteur

Considérons un électron.
Le système est à l'équilibre, on obtient donc :

$$q.\overrightarrow{E} + m.\overrightarrow{g} = \overrightarrow{0}$$

Ce qui implique que :

$$\overrightarrow{E} = \frac{-m.\overrightarrow{g}}{q}$$

Par application numérique, on obtient un champs éléctrique de l'ordre du $10^(- 11)$.
On peut donc considérer qu'à l'équilibre, sont champs équilibre est nul.

2.1.2 Le conducteur est un volume équipotentiel

Sachant que :

$$\overrightarrow{E} = -\overrightarrow{grad}(V)$$

On obtient, qu'a l'équilibre, comme le champs est nul, le potentiel est une constante.
Un conducteur à l'équilibre est donc un volume équipotentiel

2.1.3 La densité volumique de charge est nul dans un conducteur

Nous avons vu que :

$$div(\overrightarrow{E}) = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

Ceci implique que $\rho = 0$. À l'interieur du conducteur, les charges se compensent. L'excédent de charge est porté par la surface. Il y a donc une densité surfacique de charge.

2.2 Cavité vide de charge dans un conducteur

En considérant le faite qu'on ne peut pas avoir un extremum du potentiel dans une zone vide de charge, et qu'il y à continuité du potentiel à la traversé de la surface, le potentiel dans la cavité est le même que dans le conducteur.

2.3 Champs électrique à la surface du conducteur

Nous avons vu :

$$\overrightarrow{E}_{int} - \overrightarrow{E}_{ext} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\overrightarrow{n}$$

Or le champs interieur est nul dans un conducteur à l'équilibre, nous l'avons vu. On obtient donc que :

$$\overrightarrow{E}_{ext} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

La mesure du champs éléctrique exterieur permet donc de connaitre la densité surfacique σ.

Chapitre 3

Système de conducteur en équilibre

3.1 Il y a unicité des solutions

Considérons un ensemble de conducteurs. On démontre que si on à un ensemble de conducteur, et si on fixe des conditions (ex : La charge q_i ou le potentiel V_i du conducteur i), alors $V(M)$ est fixé (Et non défini à une constante près, comme habituellement).
De plus, on as :

$$\Delta V = \frac{\rho}{\varepsilon_0} = 0$$

Car l'espace entre les conducteurs est vide de charge. On fait appelle aux conditions appellé conditions limite :

→ Si V_i est connu, à l'aide d'une relation de continuité par exemple

→ Si q_k est connu, à l'aide d'une surface de Gauss par exemple

Alors il existe une solution unique pour définir V(M)

3.2 Conducteur seul dans l'espace

On pose la relation suivante :

$$Q = C.V$$

Avec Q la charge, C la capactié du conducteur, et V le potentiel.
Considérons une sphère de rayon r.
On obtient à l'aide d'une surface de Gauss que :

$$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0.r}$$

En posant que le potentiel est nul à l'infini (pour la constante).
On obtient donc quand ce cas que :

$$C = 4\pi\varepsilon_0$$

3.3 Influence électrique

Considérons une sphère métallique conducteurs.
Si on rapproche une charge de ce conducteur, la répartition des charges en surface est modifié, mais ρ, la densité volumique de charge demeurt nulle.

Chapitre 4

Condensateur

Définition 3 *Un condensateur est composé de deux conducteur en influence totale.*

4.1 Capacité d'un condensateur

Considérons un condensateur composée de deux conducteur sphérique 1, de charge Q_1 et 2, de charge interieur (surface la plus proche de 1) $Q_{2\ int}$, et de charge exterieur $Q_{2\ ext}$, avec 1 interieur à 2.
Considérons une surface Σ sphérique contenu dans 2. Les conducteurs étant à l'équilibre, on obtient que :

$$\forall M \in \Sigma \iint_{\Sigma} \overrightarrow{E}(M).\overrightarrow{n}.dS = 0 = \frac{Q_1 + Q_{2\ int}}{\varepsilon_0}$$

Ceci implique que :

$$Q_{2\ int} = Q_1$$

Considérant maintenant un point M exterieur à 2. On obtient :

$$\iint \overrightarrow{E}(M).\overrightarrow{n}.dS = \frac{Q_1 + Q_{2\ int} + Q_{2\ ext}}{\varepsilon_0} = \frac{Q_{2\ ext}}{\varepsilon_0}$$

Le champs entre les armatures ne dépend que de Q_1. On obtient donc :

$$Q_1 = C.(V_1 - V_2)$$