

EM14 : Conducteurs à l'équilibre, condensateurs L'essentiel

Conducteur en équilibre électrostatique Un conducteur est en équilibre électrostatique quand il n'y a pas de mouvement de charge en son sein.

Un conducteur isolé est en équilibre, même s'il est soumis à un champ électrique extérieur uniforme.

Propriétés du conducteur en équilibre

- Comme le champ électrique à l'intérieur du conducteur est nul, le potentiel est constant : le conducteur est un volume équipotentiel, sa surface une surface équipotentielle.
- Si le conducteur a été préalablement chargé, les charges se sont forcément réparties uniquement en surface : on définit un σ .
- Le champ électrique au voisinage de la surface du conducteur est orthogonal à celle-ci.

Théorème de Coulomb Le champ électrique au voisinage de la surface d'un conducteur a pour expression :

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}_{ext}$$

Le pouvoir des pointes Le champ électrique créé au voisinage d'un conducteur est d'autant plus important que le rayon de courbure de celui-ci est petit : on appelle ce fait le "pouvoir des pointes", le champ électrique est très important au niveau de pointes conductrices.

Capacité d'un conducteur Soit un conducteur au potentiel V portant la charge Q :

$$C = \frac{Q}{V}$$

est la capacité du conducteur exprimé en Farad.

C'est la capacité du conducteur à accumulé des charges électriques sous un potentiel donné.

Énergie d'un conducteur

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

Condensateurs Un condensateur est un ensemble de deux conducteurs à l'équilibre sous influence totale : on les appelle armatures du condensateur, elles portent les charges $-Q$ et $+Q$.

Le condensateur est plan lorsque les armatures sont planes et suffisamment proches pour être sous influence totale.

Champ électrique et condensateur plan le champ électrique est nul en dehors de l'espace entre les armatures.

Entre ces armatures, il est uniforme (lignes de champ parallèles) et a pour expression :

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}_{AB}$$

\vec{n}_{AB} désignant un vecteur unitaire dirigé de l'armature positive à l'armature négative.

Capacité du condensateur plan

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

Pour obtenir cette expression, on part de la relation entre la circulation du champ \vec{E} entre les armatures et la différence de potentiel, on connaît l'épaisseur entre les armatures (e), la différence de potentiel est la tension, et la tension et la capacité du condensateur sont reliés par $Q = C \times U$.

Utilisation d'un matériau diélectrique Ce matériau permet d'augmenter la capacité du condensateur (il abaisse le champ total entre les armatures ce qui abaisse la tension à charge constante).

Énergie stockée par le condensateur plan

$$E_P = \frac{1}{2} Q(V_A - V_B) = \frac{1}{2} C(V_A - V_B)^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

exprimée en Joule (J).