Conducteurs à l'équilibre

Sidi M. Khefif

Département de Physique
EPST Tlemcen

17 mars 2013

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.
- Par contre, dans un *conducteur* métallique, un ou plusieurs électrons sont libres de se déplacer dans tout le matériau.

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.
- Par contre, dans un *conducteur* métallique, un ou plusieurs électrons sont libres de se déplacer dans tout le matériau.
- Les conducteurs sont donc des matériaux qui contiennent des charges électriques mobiles, capables de se déplacer dans tout le volume disponible.

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.
- Par contre, dans un *conducteur* métallique, un ou plusieurs électrons sont libres de se déplacer dans tout le matériau.
- Les conducteurs sont donc des matériaux qui contiennent des charges électriques mobiles, capables de se déplacer dans tout le volume disponible.
- Ils contiennent évidemment d'autres particules chargées (noyaux, électrons atomiques) dont les déplacements sont très limités.

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.
- Par contre, dans un *conducteur* métallique, un ou plusieurs électrons sont libres de se déplacer dans tout le matériau.
- Les conducteurs sont donc des matériaux qui contiennent des charges électriques mobiles, capables de se déplacer dans tout le volume disponible.
- Ils contiennent évidemment d'autres particules chargées (noyaux, électrons atomiques) dont les déplacements sont très limités.
- On peut citer les métaux, les semi-conducteurs, les supra-conducteurs, les électrolytes ou les gaz ionisés.

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.
- Par contre, dans un *conducteur* métallique, un ou plusieurs électrons sont libres de se déplacer dans tout le matériau.
- Les conducteurs sont donc des matériaux qui contiennent des charges électriques mobiles, capables de se déplacer dans tout le volume disponible.
- Ils contiennent évidemment d'autres particules chargées (noyaux, électrons atomiques) dont les déplacements sont très limités.
- On peut citer les métaux, les semi-conducteurs, les supra-conducteurs, les électrolytes ou les gaz ionisés.
- À noter que dans les conducteurs liquides, comme l'eau saline, se sont les ions qui se meuvent.

IX. Conducteurs et influences électriques

Introduction

- Dans un *isolant*, comme le verre ou le plastique, chaque électron est attaché à un atome.
- Par contre, dans un *conducteur* métallique, un ou plusieurs électrons sont libres de se déplacer dans tout le matériau.
- Les conducteurs sont donc des matériaux qui contiennent des charges électriques mobiles, capables de se déplacer dans tout le volume disponible.
- Ils contiennent évidemment d'autres particules chargées (noyaux, électrons atomiques) dont les déplacements sont très limités.
- On peut citer les métaux, les semi-conducteurs, les supra-conducteurs, les électrolytes ou les gaz ionisés.
- À noter que dans les conducteurs liquides, comme l'eau saline, se sont les ions qui se meuvent.
- Les conducteurs sont dotés d'une *résistance électrique* faible.

IX.1. Équilibre électrostatique

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

   S'il y avait un champ non-nul, les charges libres se déplaceraient sous son influence et donc il n'y a pas d'équilibre électrostatique !
   (À voir la loi d'Ohm $\vec{j} = \gamma \vec{E}$)

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\mathrm{int}} = 0$.

   S'il y avait un champ non-nul, les charges libres se déplaceraient sous son influence et donc il n'y a pas d'équilibre électrostatique !
   (À voir la loi d'Ohm $\vec{j} = \gamma \vec{E}$)
2. *À l'intérieur du conducteur, la densité de charge est nulle* $\rho = 0$.

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

   S'il y avait un champ non-nul, les charges libres se déplaceraient sous son influence et donc il n'y a pas d'équilibre électrostatique !
   (À voir la loi d'Ohm $\vec{j} = \gamma \vec{E}$)
2. *À l'intérieur du conducteur, la densité de charge est nulle* $\rho = 0$.

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

   S'il y avait un champ non-nul, les charges libres se déplaceraient sous son influence et donc il n'y a pas d'équilibre électrostatique !
   (À voir la loi d'Ohm $\vec{j} = \gamma \vec{E}$)

2. *À l'intérieur du conducteur, la densité de charge est nulle* $\rho = 0$.

   D'après le théorème de Gauss, $\overrightarrow{\nabla} \cdot \overrightarrow{E} = \dfrac{\rho}{\epsilon_0}$. Si $\overrightarrow{E} = 0$, alors $\rho = 0$. Il y a autant de charges positives que négatives.

3. *Toute charge résiduelle (charge excédentaire) sera confinée sur la surface.*

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

   S'il y avait un champ non-nul, les charges libres se déplaceraient sous son influence et donc il n'y a pas d'équilibre électrostatique !
   (À voir la loi d'Ohm $\vec{j} = \gamma \vec{E}$)
2. *À l'intérieur du conducteur, la densité de charge est nulle* $\rho = 0$.

   D'après le théorème de Gauss, $\overrightarrow{\nabla} \cdot \overrightarrow{E} = \dfrac{\rho}{\epsilon_0}$. Si $\overrightarrow{E} = 0$, alors $\rho = 0$. Il y a autant de charges positives que négatives.
3. *Toute charge résiduelle (charge excédentaire) sera confinée sur la surface.*

IX.1. Équilibre électrostatique

On définit la condition d'équilibre d'un conducteur comme impliquant *l'immobilité* des *charges* contenues à *l'intérieur* de ce conducteur.

Quelles sont les conséquences de cette condition ?

1. *En tout point intérieur au conducteur, le champ électrique est nul* $\vec{E}_{\text{int}} = 0$.

   S'il y avait un champ non-nul, les charges libres se déplaceraient sous son influence et donc il n'y a pas d'équilibre électrostatique !
   (À voir la loi d'Ohm $\vec{j} = \gamma \vec{E}$)

2. *À l'intérieur du conducteur, la densité de charge est nulle* $\rho = 0$.

   D'après le théorème de Gauss, $\overrightarrow{\nabla} \cdot \overrightarrow{E} = \dfrac{\rho}{\epsilon_0}$. Si $\overrightarrow{E} = 0$, alors $\rho = 0$. Il y a autant de charges positives que négatives.

3. *Toute charge résiduelle (charge excédentaire) sera confinée sur la surface.*

   Il n'y a pas d'autre place où elle pourrait se trouver.

IX.1. Équilibre électrostatique

IX.1. Équilibre électrostatique

4. *Un conducteur est un équipotentiel.*

IX.1. Équilibre électrostatique

4. *Un conducteur est un équipotentiel.*

4. *Un conducteur est un équipotentiel.*

Choisissons deux points a et b quelconques à l'intérieur d'un conducteur (où à sa surface) :

$$V(b) - V(a) = -\int_a^b \overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{dl} = 0$$

d'où $V(b) = V(a)$. Ainsi, dans tout le volume d'un conducteur à l'équilibre, *le potentiel est uniforme*.

IX.1. Équilibre électrostatique

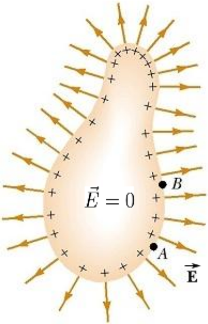
4. *Un conducteur est un équipotentiel.*

   Choisissons deux points a et b quelconques à l'intérieur d'un conducteur (où à sa surface) :

$$V(b) - V(a) = -\int_a^b \overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{dl} = 0$$

   d'où $V(b) = V(a)$. Ainsi, dans tout le volume d'un conducteur à l'équilibre, *le potentiel est uniforme*.

5. *À l'extérieur du conducteur, le champ électrique est perpendiculaire à la surface.*



IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

IX.2. Champ au voisinage d’un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

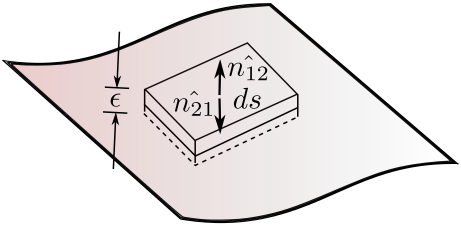
a. Le théorème de Coulomb

Considérons une surface de Gauss de la forme d'une "boîte à chaussures" d'épaisseur ϵ, très petite devant les dimensions latérales.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

Considérons une surface de Gauss de la forme d'une "boîte à chaussures" d'épaisseur ϵ, très petite devant les dimensions latérales.



Le flux total du champ électrique, en négligeant le flux latéral, est

$$\begin{aligned}\Phi_E &= \vec{E}_2 \cdot \hat{n}_{12}\, ds + \vec{E}_1 \cdot \hat{n}_{21}\, ds \\ &= \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma\, ds}{\epsilon_0}\end{aligned}$$

d'où

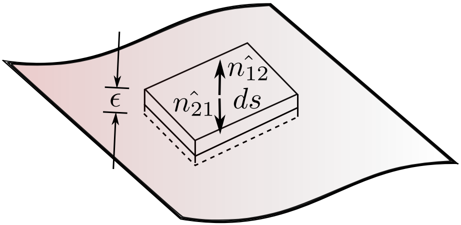
$$\hat{n}_{12}(\vec{E}_2 - \vec{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

Considérons une surface de Gauss de la forme d'une "boîte à chaussures" d'épaisseur ϵ, très petite devant les dimensions latérales.



Le flux total du champ électrique, en négligeant le flux latéral, est

$$\Phi_E = \overrightarrow{E}_2 \cdot \hat{n}_{12}\, ds + \overrightarrow{E}_1 \cdot \hat{n}_{21}\, ds$$
$$= \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma\, ds}{\epsilon_0}$$

d'où

$$\hat{n}_{12}(\overrightarrow{E}_2 - \overrightarrow{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.

Cette relation indique, qu'à la traversée d'une dictribution superficielle de charges, la composante normale du champ électrique est *discontinue*.

IX.2. Champ au voisinage d’un conducteur

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

$$\hat{n}_{12}(\overrightarrow{E}_2 - \overrightarrow{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

$$\hat{n}_{12}(\overrightarrow{E}_2 - \overrightarrow{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.
Dans le cas de la surface d'un conducteur, on affecte l'indice 1 au conducteur et l'indice 2 au vide. On a

$$\overrightarrow{E}_1 \equiv \overrightarrow{E}_{\mathrm{int}} = 0$$

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

$$\hat{n}_{12}(\overrightarrow{E}_2 - \overrightarrow{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.
Dans le cas de la surface d'un conducteur, on affecte l'indice 1 au conducteur et l'indice 2 au vide. On a

$$\overrightarrow{E}_1 \equiv \overrightarrow{E}_{\text{int}} = 0$$

La surface du conducteur est équipotentielle, $\overrightarrow{E}_2 \equiv \overrightarrow{E}_{\text{ext}}$ lui est *orthogonal*.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

$$\hat{n}_{12}(\overrightarrow{E}_2 - \overrightarrow{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.
Dans le cas de la surface d'un conducteur, on affecte l'indice 1 au conducteur et l'indice 2 au vide. On a

$$\overrightarrow{E}_1 \equiv \overrightarrow{E}_{\text{int}} = 0$$

La surface du conducteur est équipotentielle, $\overrightarrow{E}_2 \equiv \overrightarrow{E}_{\text{ext}}$ lui est *orthogonal*.
On désigne par $\hat{n}_{\text{ext}} = \hat{n}_{12}$, alors

$$\overrightarrow{E}_{\text{ext}} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{n}_{\text{ext}}$$

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

a. Le théorème de Coulomb

$$\hat{n}_{12}(\overrightarrow{E}_2 - \overrightarrow{E}_1) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

avec $\hat{n}_{12}$ est la normale à la surface orientée de S_1 vers S_2.
Dans le cas de la surface d'un conducteur, on affecte l'indice 1 au conducteur et l'indice 2 au vide. On a

$$\overrightarrow{E}_1 \equiv \overrightarrow{E}_{\text{int}} = 0$$

La surface du conducteur est équipotentielle, $\overrightarrow{E}_2 \equiv \overrightarrow{E}_{\text{ext}}$ lui est *orthogonal*.
On désigne par $\hat{n}_{\text{ext}} = \hat{n}_{12}$, alors

$$\overrightarrow{E}_{\text{ext}} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{n}_{\text{ext}}$$

Cette expression donnant le champ électrostatique, au voisinage d'une surface chargée, est connue sous l'appellation de *théorème de Coulomb*.

Conséquence : Effet des pointes

Conséquence : Effet des pointes

Dans le cas d'un conducteur sphérique chargé, le champ à la surface est

$$\overrightarrow{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}\hat{u}_r \qquad \text{avec} \qquad \sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

d'où

$$\overrightarrow{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{u}_r.$$

Conséquence : Effet des pointes

Dans le cas d'un conducteur sphérique chargé, le champ à la surface est

$$\overrightarrow{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}\hat{u}_r \qquad \text{avec} \qquad \sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

d'où

$$\overrightarrow{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{u}_r.$$

Si $R \to 0$ (rayon de courbure), alors σ et donc $E \to \infty$! Le champ est d'autant plus élevé que le rayon de courbure est petit !

Conséquence : Effet des pointes

Dans le cas d'un conducteur sphérique chargé, le champ à la surface est

$$\overrightarrow{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}\hat{u}_r \qquad \text{avec} \qquad \sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

d'où

$$\overrightarrow{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\hat{u}_r.$$

Si $R \to 0$ (rayon de courbure), alors σ et donc $E \to \infty$! Le champ est d'autant plus élevé que le rayon de courbure est petit !

Près d'une pointe, le champ électrique peut être suffisant pour ioniser localement l'air et produire un canal conducteur qui peut entrer en contact avec un canal conducteur descendant : un éclair se produit alors. La décharge est contrôlée par les paratonnerres.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

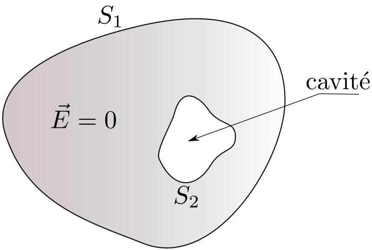
IX.2. Champ au voisinage d’un conducteur

b. Champ à l’intérieur d’une cavité dans un conducteur

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

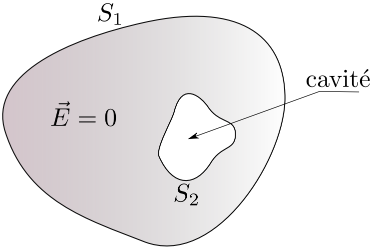
b. Champ à l'intérieur d'une cavité dans un conducteur

À l'équilibre électrostatique, quel que soit l'état électrique à l'éxtérieur d'un conducteur, la surface S_2 et le volume qu'elle englobe sont équipotentiels. Ainsi, le champ électrique est nul à l'intérieur de la cavité.



IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur
b. Champ à l'intérieur d'une cavité dans un conducteur

À l'équilibre électrostatique, quel que soit l'état électrique à l'éxtérieur d'un conducteur, la surface S_2 et le volume qu'elle englobe sont équipotentiels. Ainsi, le champ électrique est nul à l'intérieur de la cavité.

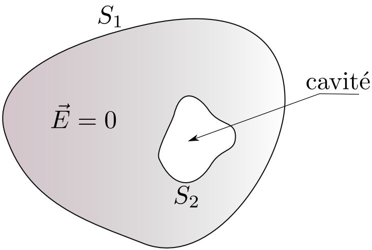


Au voisinage de S_2, d'après le théorème de Coulomb, $\overrightarrow{E} = 0$, d'où $\sigma_2 = 0$.
La surface intérieure n'est donc pas chargée.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

b. Champ à l'intérieur d'une cavité dans un conducteur

À l'équilibre électrostatique, quel que soit l'état électrique à l'éxtérieur d'un conducteur, la surface S_2 et le volume qu'elle englobe sont équipotentiels. Ainsi, le champ électrique est nul à l'intérieur de la cavité.

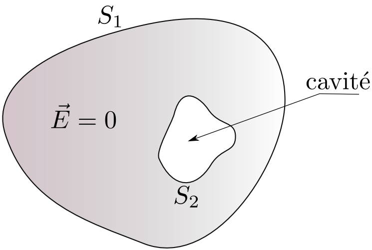


Au voisinage de S_2, d'après le théorème de Coulomb, $\overrightarrow{E} = 0$, d'où $\sigma_2 = 0$.
La surface intérieure n'est donc pas chargée.

Conclusion :
Le champ est nul dans la cavité, comme il l'est dans la partie massive du conducteur, quelles que soient les conditions extérieures au conducteur. Ce dernier, constitue un *écran électrostatique* : tout champ extérieur ne peut être décelé dans la cavité.

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

b. Champ à l'intérieur d'une cavité dans un conducteur



À l'équilibre électrostatique, quel que soit l'état électrique à l'éxtérieur d'un conducteur, la surface S_2 et le volume qu'elle englobe sont équipotentiels.
Ainsi, le champ électrique
est nul à l'intérieur de la cavité.

Au voisinage de S_2, d'après le théorème de Coulomb, $\overrightarrow{E} = 0$, d'où $\sigma_2 = 0$.
La surface intérieure n'est donc pas chargée.

Conclusion :
Le champ est nul dans la cavité, comme il l'est dans la partie massive du conducteur, quelles que soient les conditions extérieures au conducteur. Ce dernier, constitue un *écran électrostatique* : tout champ extérieur ne peut être décelé dans la cavité. On peut démontrer que, inversement, tout champ appliqué dans la cavité, ne sera pas détecté à l'extérieur du conducteur.

IX.2. Champ au voisinage d’un conducteur

IX.2. Champ au voisinage d’un conducteur

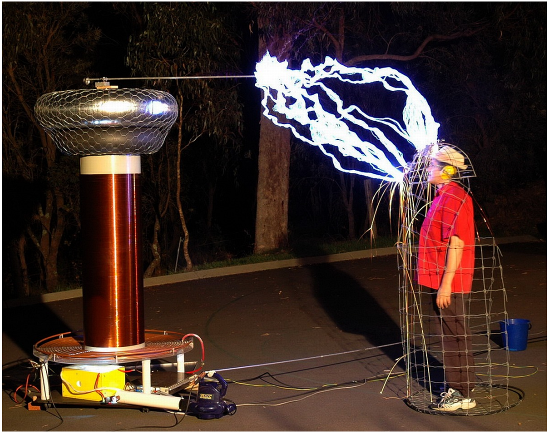
b. Champ à l’intérieur d’une cavité dans un conducteur

IX.2. Champ au voisinage d'un conducteur

b. Champ à l'intérieur d'une cavité dans un conducteur

Application : Cage de Faraday

C'est une cage métallique permettant d'effectuer des mesures, en étant à l'abri des champs extérieurs, ou inversement, sans perturber les expériences extérieures.



Voir vidéo.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

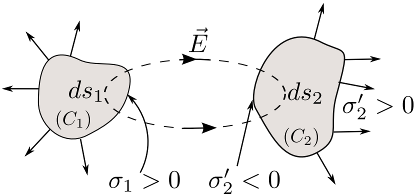
a. Influence partielle

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

a. Influence partielle

Soient deux conducteurs (C_1) et (C_2). On suppose que, initialement (C_1) est chargé avec une densité $\sigma_1 > 0$, et (C_2) est neutre.

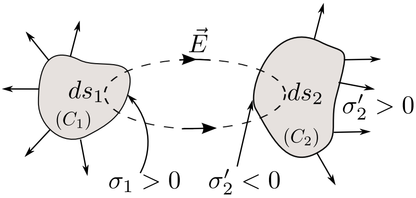


IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

a. Influence partielle

Soient deux conducteurs (C_1) et (C_2). On suppose que, initialement (C_1) est chargé avec une densité $\sigma_1 > 0$, et (C_2) est neutre. Dès que l'on approche (C_1) de (C_2), il apparait sur la surface de (C_2) une densité de charge $\sigma_2' < 0$ sur la partie faisant face à (C_1) et une densité $\sigma_2' > 0$ sur la partie opposée. Les densités sont de signes opposés pour assurer la neutralité de (C_2).

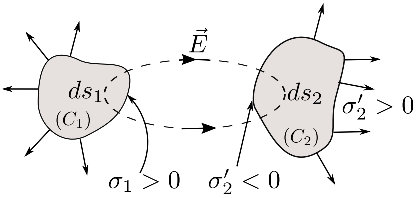


IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

a. Influence partielle

Soient deux conducteurs (C_1) et (C_2). On suppose que, initialement (C_1) est chargé avec une densité $\sigma_1 > 0$, et (C_2) est neutre. Dès que l'on approche (C_1) de (C_2), il apparait sur la surface de (C_2) une densité de charge $\sigma_2' < 0$ sur la partie faisant face à (C_1) et une densité $\sigma_2' > 0$ sur la partie opposée. Les densités sont de signes opposés pour assurer la neutralité de (C_2).



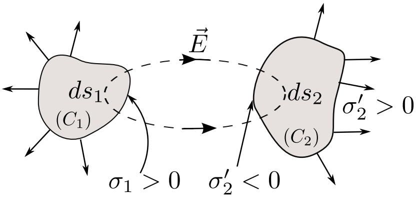
On considère le tube de champ de section ds_1 sur (C_1) ; il va délimiter sur (C_2) une section ds_2. Le flux sortant de ce tube est nul :

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

a. Influence partielle

Soient deux conducteurs (C_1) et (C_2). On suppose que, initialement (C_1) est chargé avec une densité $\sigma_1 > 0$, et (C_2) est neutre. Dès que l'on approche (C_1) de (C_2), il apparait sur la surface de (C_2) une densité de charge $\sigma_2' < 0$ sur la partie faisant face à (C_1) et une densité $\sigma_2' > 0$ sur la partie opposée. Les densités sont de signes opposés pour assurer la neutralité de (C_2).



On considère le tube de champ de section ds_1 sur (C_1) ; il va délimiter sur (C_2) une section ds_2. Le flux sortant de ce tube est nul : le champ électrique est parallèle à la paroie latérale et est nul à l'intérieur du conducteur.

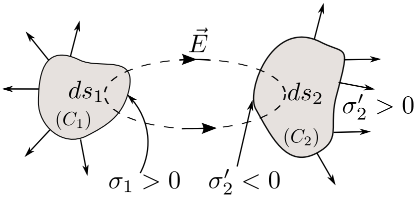
$$\oint_{\text{tube}} \overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{ds} = 0 = \frac{\sum Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

a. Influence partielle

Soient deux conducteurs (C_1) et (C_2). On suppose que, initialement (C_1) est chargé avec une densité $\sigma_1 > 0$, et (C_2) est neutre. Dès que l'on approche (C_1) de (C_2), il apparait sur la surface de (C_2) une densité de charge $\sigma_2' < 0$ sur la partie faisant face à (C_1) et une densité $\sigma_2' > 0$ sur la partie opposée. Les densités sont de signes opposés pour assurer la neutralité de (C_2).



On considère le tube de champ de section ds_1 sur (C_1) ; il va délimiter sur (C_2) une section ds_2. Le flux sortant de ce tube est nul : le champ électrique est parallèle à la paroie latérale et est nul à l'intérieur du conducteur.

$$\oint_{\text{tube}} \overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{ds} = 0 = \frac{\sum Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$$\sum Q_{\text{int}} = \sigma_1 ds_1 + \sigma_2 ds_2 = 0$$

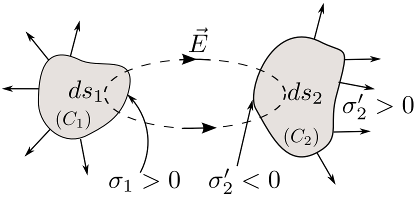
d'où

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

L'influence est le déplacement des charges électriques à l'intérieur d'un corps quand ce dernier est placé dans un champ électrique.

a. Influence partielle

Soient deux conducteurs (C_1) et (C_2). On suppose que, initialement (C_1) est chargé avec une densité $\sigma_1 > 0$, et (C_2) est neutre. Dès que l'on approche (C_1) de (C_2), il apparait sur la surface de (C_2) une densité de charge $\sigma_2' < 0$ sur la partie faisant face à (C_1) et une densité $\sigma_2' > 0$ sur la partie opposée. Les densités sont de signes opposés pour assurer la neutralité de (C_2).



On considère le tube de champ de section ds_1 sur (C_1) ; il va délimiter sur (C_2) une section ds_2. Le flux sortant de ce tube est nul : le champ électrique est parallèle à la paroie latérale et est nul à l'intérieur du conducteur.

$$\oint_{\text{tube}} \overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{ds} = 0 = \frac{\sum Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$$\sum Q_{\text{int}} = \sigma_1 ds_1 + \sigma_2 ds_2 = 0$$

d'où

$$Q_1 = -Q_2$$

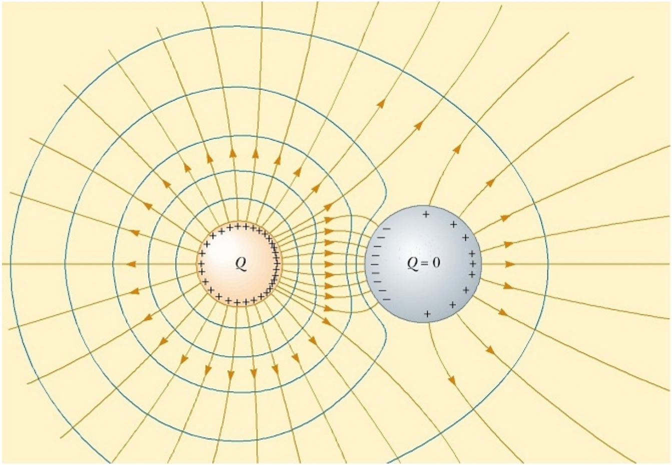
IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

Les charges $Q_1 = \sigma_1 ds_1$ et $Q_2 = \sigma_2 ds_2$ qui se font face sur deux éléments de surface correspondants sont *égales et opposées*. Ceci constitue le *théorème de Faraday*.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

Les charges $Q_1 = \sigma_1 ds_1$ et $Q_2 = \sigma_2 ds_2$ qui se font face sur deux éléments de surface correspondants sont *égales et opposées*. Ceci constitue le *théorème de Faraday*. L'influence est dite *partielle* car seule une partie des lignes de champ issues de (C_1) aboutit à (C_2).



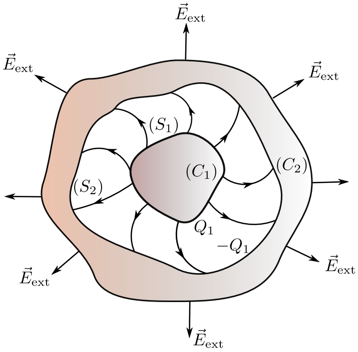
IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

b. Influence totale

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

b. Influence totale

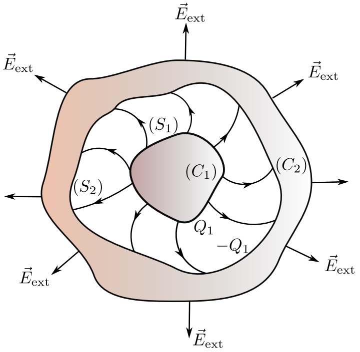
Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = -\int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2.$$

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés
b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



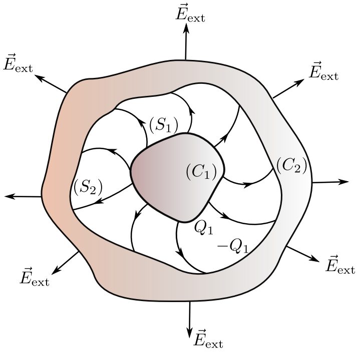
$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = -\int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2.$$

On peut résumer la situation ainsi :

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = - \int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2 .$$

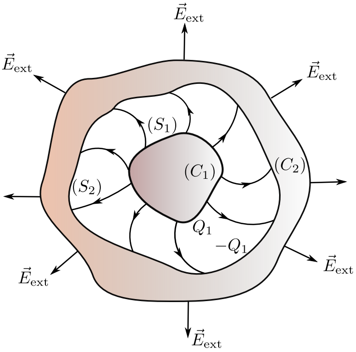
On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



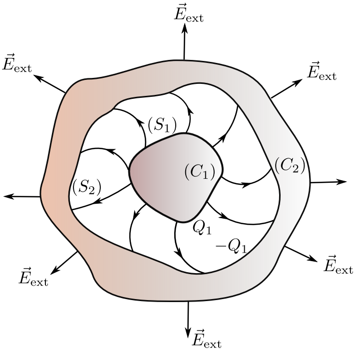
$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = -\int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2.$$

On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface de (C_1) ; $Q_1 > 0$ créant $\overrightarrow{E_2}$.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés
b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



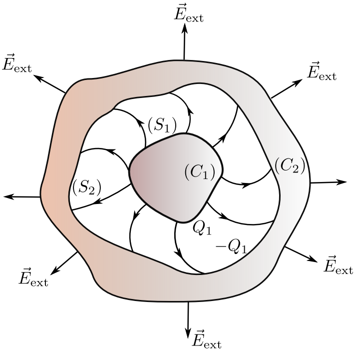
$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = - \int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2 .$$

On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface de (C_1) ; $Q_1 > 0$ créant $\overrightarrow{E_2}$.
- Sur la surface interne de (C_2) : on a $-Q_1$.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés
b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



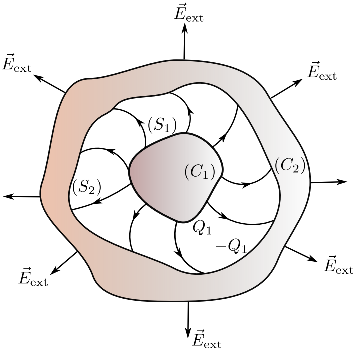
$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = -\int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2 .$$

On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface de (C_1) ; $Q_1 > 0$ créant $\overrightarrow{E_2}$.
- Sur la surface interne de (C_2) : on a $-Q_1$.
- À l'intérieur de (C_2) : $\overrightarrow{E} = 0$.

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés
b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = -\int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2.$$

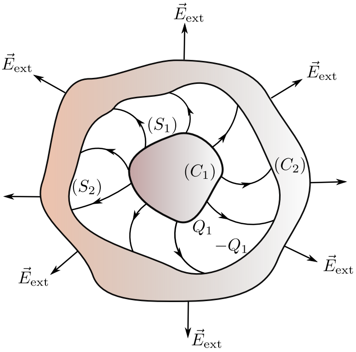
On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface de (C_1) ; $Q_1 > 0$ créant $\overrightarrow{E_2}$.
- Sur la surface interne de (C_2) : on a $-Q_1$.
- À l'intérieur de (C_2) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface externe de (C_2) : on a $+Q_1$ (garantie de neutralité).

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés

b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



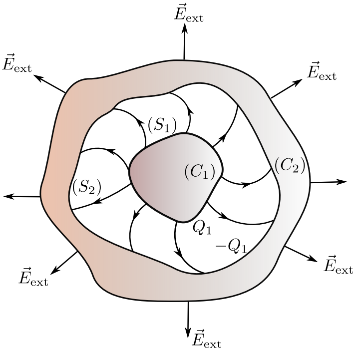
$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = -\int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2.$$

On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface de (C_1) ; $Q_1 > 0$ créant $\overrightarrow{E_2}$.
- Sur la surface interne de (C_2) : on a $-Q_1$.
- À l'intérieur de (C_2) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface externe de (C_2) : on a $+Q_1$ (garantie de neutralité).
- À l'extérieur des deux conducteurs $\overrightarrow{E}_{\text{ext}}$ est créé par Q_1 sur la surface externe de (C_2).

IX.3. Influence de deux conducteurs chargés
b. Influence totale

Si l'un des deux conducteurs entoure totalement l'autre, il ya correspondance totale entre les charges de la surface S_1 de (C_1) et celles sur S_2 de (C_2). On parle de d'influence *totale*.



$$Q_1 = \int_{(S_1)} \sigma_1 \, ds_1 = - \int_{(S_2)} \sigma_2 \, ds_2.$$

On peut résumer la situation ainsi :

- À l'intérieur de (C_1) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface de (C_1) ; $Q_1 > 0$ créant $\overrightarrow{E_2}$.
- Sur la surface interne de (C_2) : on a $-Q_1$.
- À l'intérieur de (C_2) : $\overrightarrow{E} = 0$.
- Sur la surface externe de (C_2) : on a $+Q_1$ (garantie de neutralité).
- À l'extérieur des deux conducteurs $\overrightarrow{E}_{\text{ext}}$ est créé par Q_1 sur la surface externe de (C_2).
- *L'influence totale constitue le principe physique de base d'un condensateur.*