

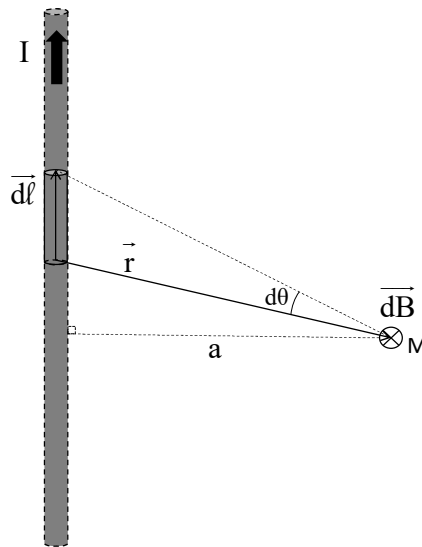
Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
 - 1) Loi de Biot et Savart
 - 2) Circulation élémentaire de champ magnétique
 - 3) Circulation du champ magnétique le long d'une courbe fermée : Théorème d'Ampère
 - 4) Relation de Maxwell-Ampère
 - 5) Flux du champs magnétique
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

* Champ magnétique créé par un fil infiniment long parcouru par un courant électrique d'intensité I .



$$B = \int dB = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\theta}{r}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\cos \theta d\theta}{a} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \vec{u}_\theta$$

38

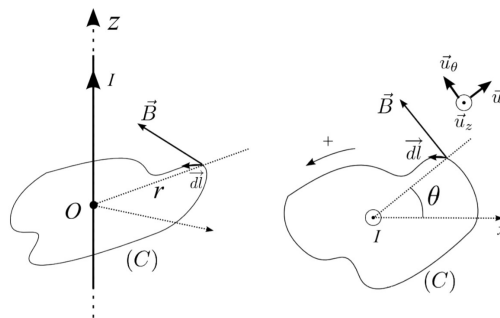
Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
 - 1) Loi de Biot et Savart
 - 2) Circulation élémentaire de champ magnétique
 - 3) Circulation du champ magnétique le long d'une courbe fermée : Théorème d'Ampère
 - 4) Relation de Maxwell-Ampère
 - 5) Flux du champs magnétique
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

Considérons maintenant une courbe fermée (C) entourant le fil. Le contour (C) est orienté, selon la règle du tire-bouchon par rapport au sens du courant I . Ceci influe sur le signe de l'intégrale.



La circulation de \vec{B} sur ce contour fait intervenir le petit déplacement élémentaire $d\vec{l}$ dont l'expression en coordonnées cylindrique est :

$$d\vec{l} = dr \vec{u}_r + r d\theta \vec{u}_\theta + dz \vec{u}_z$$

La circulation élémentaire est alors :

$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{u}_\theta \right) (dr \vec{u}_r + r d\theta \vec{u}_\theta + dz \vec{u}_z)$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi} d\theta$$

39

Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

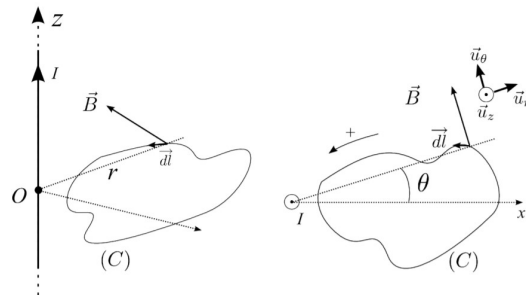
Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
 - 1) Loi de Biot et Savart
 - 2) Circulation élémentaire de champ magnétique
 - 3) Circulation du champ magnétique le long d'une courbe fermée :
Théorème d'Ampère
 - 4) Relation de Maxwell-Ampère
 - 5) Flux du champs magnétique
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

La circulation le long d'une courbe fermée (C) entourant le fil est alors :

$$\begin{aligned}\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} &= \oint_C \frac{\mu_0 I}{2\pi} d\theta \\ &= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \oint_C d\theta = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_0^{2\pi} d\theta \\ &= \frac{\mu_0 I}{2\pi} 2\pi = \mu_0 I\end{aligned}$$

Considérons maintenant une courbe fermée (C) à l'extérieur le fil.



$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_0^{2\pi} d\theta = 0$$

40

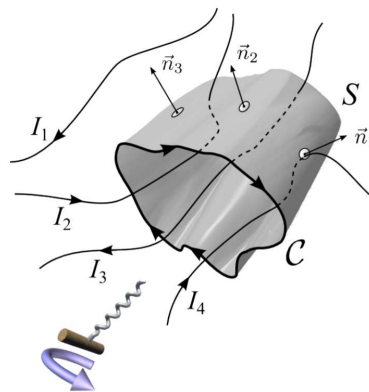
Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
 - 1) Loi de Biot et Savart
 - 2) Circulation élémentaire de champ magnétique
 - 3) Circulation du champ magnétique le long d'une courbe fermée :
Théorème d'Ampère
 - 4) Relation de Maxwell-Ampère
 - 5) Flux du champs magnétique
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

Généralisation, théorème d'Ampère :



$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (I_2 - I_3 + I_4)$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot \Sigma I_{\text{enlacé}}$$

La circulation de \vec{B} le long d'une courbe C quelconque, orientée et fermée, appelée contour d'Ampère, est égale à μ_0 fois la somme algébrique des courants qui traversent une surface délimitée par C

41

Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
 - 1) Loi de Biot et Savart
 - 2) Circulation élémentaire de champ magnétique
 - 3) Circulation du champ magnétique le long d'une courbe fermée : Théorème d'Ampère
 - 4) Relation de Maxwell-Ampère
 - 5) Flux du champs magnétique
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

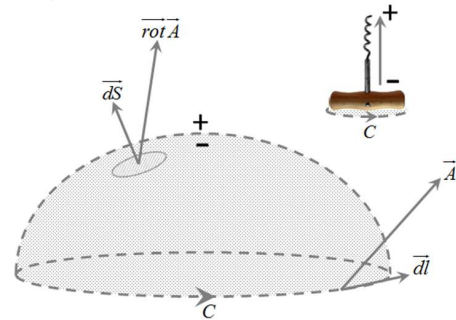
Théorème de Stokes :

La circulation d'un champ le long d'un contour est égale au flux de son rotationnel à travers une surface quelconque qui s'appuie sur ce contour.

Soient C un contour et S une surface quelconque qui s'appuie sur C. Soient les champs vectoriels \vec{A} et $\text{rot } \vec{A}$. On démontre la relation :

$$\oint_C \vec{A} \cdot d\vec{l} = \iint_S \text{rot } \vec{A} \cdot d\vec{S} \quad (\text{théorème de Stokes})$$

$$\text{rot } \vec{A} = \vec{\nabla} \wedge \vec{A}$$



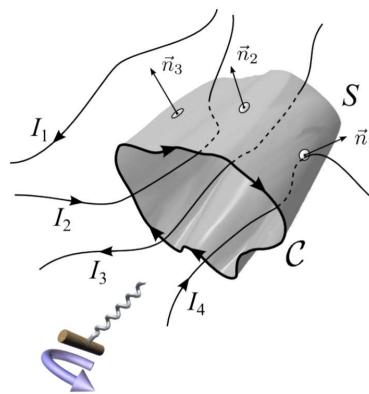
42

Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
 - 1) Loi de Biot et Savart
 - 2) Circulation élémentaire de champ magnétique
 - 3) Circulation du champ magnétique le long d'une courbe fermée : Théorème d'Ampère
 - 4) Relation de Maxwell-Ampère
 - 5) Flux du champs magnétique
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.



$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \iint_S \text{rot } \vec{B} \cdot d\vec{S} = \mu_0 (I_2 - I_3 + I_4)$$

Dans le cas où la surface S tend vers une surface infinitésimale dS , nous obtenons :

$$\text{rot } \vec{B} \cdot d\vec{S} = \mu_0 (\vec{j} \cdot d\vec{S})$$

$$\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$

relation de Maxwell-Ampère

43