

Chapitre 1 : Electrostatique

- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs
  - 1) Capacité absolue
  - 2) Définition du condensateur
  - 3) Capacité d'un condensateur

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

Méthode pour déterminer l'expression de la capacité d'un condensateur :

- 1) Déterminer l'expression du champ électrique sur une surface équipotentielle avec le théorème de Gauss.
- 2) Déterminer la différence de potentielle entre les armatures en utilisant l'expression de E (on trouve une expression fonction de  $Q_1$ ).
- 3) Diviser  $Q_1$  par la différence de potentielle.

Nous obtenons pour un condensateur à armatures sphériques concentriques :

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1} \quad R_1 \text{ et } R_2 \text{ respectivement rayons des armatures interne et externe}$$

Nous obtenons pour un condensateur à armatures cylindriques coaxiales :

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \quad R_1 \text{ et } R_2 \text{ respectivement rayons des armatures interne et externe, } h \text{ hauteur des cylindres}$$

Nous obtenons pour un condensateur plan :

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{e} \quad S \text{ est la surface d'une armature et } e \text{ la distance entre les armatures}$$

31

Chapitre 1 : Electrostatique

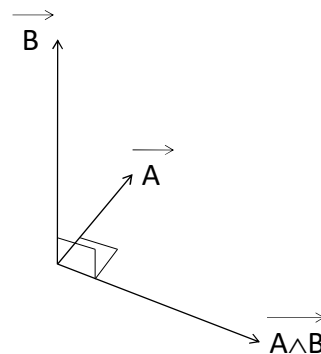
- I) Forces, champs et potentiels électriques
- II) Le dipôle électrique
- III) Flux du champ électrique
- IV) Conducteurs en équilibre
- V) Condensateurs

Chapitre 2 : Magnétostatique

- I) Forces magnétiques subies par des charges en mouvements
  - 1) Préliminaire – produit vectoriel
  - 2) Force exercée sur une particule chargée en mouvement
  - 3) Force exercée sur une portion de circuit électrique

- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

- Le produit vectoriel de deux vecteurs  $\vec{A}$  et  $\vec{B}$  est un vecteur ;
- Le produit vectoriel de deux vecteurs  $\vec{A}$  et  $\vec{B}$  est noté  $\vec{A} \wedge \vec{B}$  ;
- La direction du produit vectoriel  $\vec{A} \wedge \vec{B}$  est perpendiculaire au plan défini par les vecteurs  $\vec{A}$  et  $\vec{B}$  ;
- Le sens du produit vectoriel  $\vec{A} \wedge \vec{B}$  est tel que le trièdre  $(\vec{A}, \vec{B}, \vec{A} \wedge \vec{B})$  soit direct. (sens donné par la règle des « trois doigts de la main droite » ou du « tire-bouchon ») ;
- La norme du produit vectoriel  $\vec{A} \wedge \vec{B}$  est tel que  $\|\vec{A} \wedge \vec{B}\| = \|\vec{A}\| \cdot \|\vec{B}\| \cdot \sin(\vec{A}, \vec{B})$ .



32

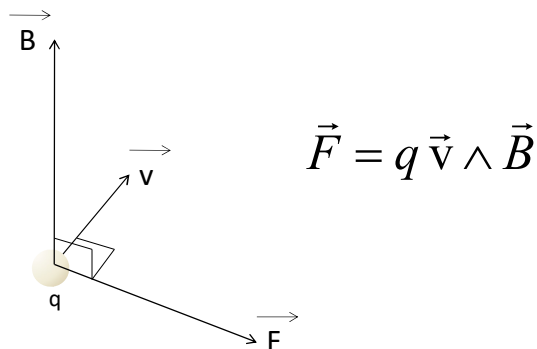
### Chapitre 1 : Electrostatique

- 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
  - 1) Préliminaire – produit vectoriel
  - 2) Force exercée sur une particule chargée en mouvement
  - 3) Force exercée sur une portion de circuit électrique
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

\* Force magnétique exercée sur une particule chargée en mouvement :



\* La force de Lorentz exprime la force qui s'exerce sur une particule de charge électrique « q » possédant une vitesse v dans une région de l'espace où existe un champ électrique E et un champ magnétique B. Son expression est simplement la somme de la force électrostatique (=force de coulomb) et de la force magnétique :

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

33

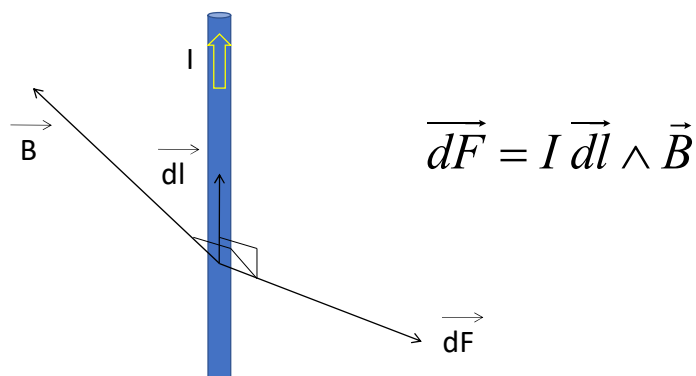
### Chapitre 1 : Electrostatique

- 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
  - 1) Préliminaire – produit vectoriel
  - 2) Force exercée sur une particule chargée en mouvement
  - 3) Force exercée sur une portion de circuit électrique
- II) Effets magnétiques produits par des courants continus
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

\* Force magnétique exercée sur une portion de circuit électrique : Force de Laplace



La force de Laplace est la force électromagnétique qu'exerce un champ magnétique sur un conducteur parcouru par un courant.

34

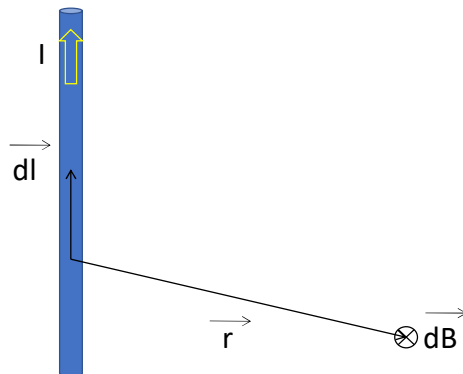
## Chapitre 1 : Electrostatique

- 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) Spire circulaire
- 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 courant électrique : Loi de Biot et Savart



La loi de Biot et Savart donne l'expression du champ magnétique infinitésimal créé par la portion de circuit de longueur  $dl$  parcourue par l'intensité électrique  $I$  :

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \wedge \vec{r}}{r^3}$$

Où  $\mu_0$  est une constante appelée « perméabilité du vide » ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$ ).

35

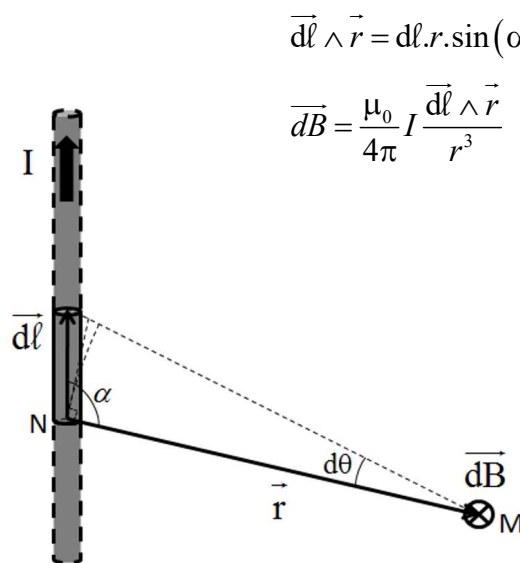
## Chapitre 1 : Electrostatique

- 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) Spire circulaire
- 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 courant électrique : Loi de Biot et Savart



$$d\vec{l} \wedge \vec{r} = dl \cdot r \cdot \sin(\alpha)$$

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \wedge \vec{r}}{r^3} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{dl \cdot r \cdot \sin(\alpha)}{r^3}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{r^2 \cdot d\theta}{r^3}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\theta}{r}$$

36

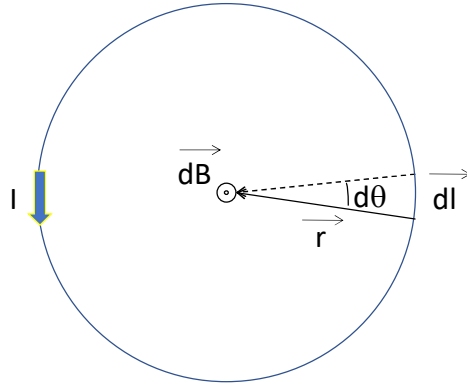
## Chapitre 1 : Electrostatique

- 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) Spire circulaire
- III) Travail des forces magnétiques au cours du déplacement d'un circuit.
- IV) Phénomène d'induction.
- V) Le dipôle magnétique.

Champ magnétique créé, en son centre, par une spire circulaire de rayon  $r$  parcourue par un courant électrique d'intensité  $I$ .



$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \wedge \vec{r}}{r^3}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\theta}{r}$$

$$B = \int dB = \int_0^{2\pi} \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\theta}{r}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{\mu_0 I}{2r}$$