

Électromagnétisme

Table des matières

1	informations utiles	2
I	Charge élémentaire, densité de charges	2
2	Introductions	2
3	Répartition de charges, densité de charges	2
3.1	Densité volumique de charges	2
3.2	Densité surfacique de charges	2
3.3	Densité linéique de charges	3
3.4	Charges ponctuelles	3
II	Loi de coulomb et champs et potentiels électrostatiques	4
4	Loi de Coulomb	4
5	Champs électrostatique	5
5.1	Champs créé par une charge ponctuelle	5

1 informations utiles

Première partie

Charge élémentaire, densité de charges

2 Introductions

Proposition 1. *les corps elec exercent des forces l'electrisation peut être transféré d'un corps à l'autre par convention, l'electron possède un charge négative deux corps de même elec se repoussent deux corps d'elec diff s'attirent la charge electrique est une grandeur extensive invariance de la charge electrique la charge est conservative*

3 Répartition de charges, densité de charges

Dans la matière, des quantités astronomiques de charges impliquent qu'on introduise la notion de densité de charges densités de charges volumiques, surfaciques, linéiques, ponctuelles

3.1 Densité volumique de charges

Le volume dV contient dQ charges
Soit ρ_c , le nombre de charges par unité de volume
on a donc $[\rho_c] = C \cdot m^{-3}$
 $dQ = \rho_c dV$ On appelle ρ_c la densité volumique de charges

$$Q \int dQ = \iiint_V \rho_c dV$$

Si ρ_c est constant, alors $Q = \rho_c \cdot V$ avec V , le volume de système total.
En général, ρ_c varie dans l'espace :

$$\rho_c = \rho_c(x, y, z)$$

$$\rho_c = \rho_c(r, \vartheta, \varphi)$$

$$\rho_c = \rho_c(\rho, \varphi, z)$$

3.2 Densité surfacique de charges

Les charges sont ici distribuées sur une surface.
On introduit la densité surfacique de charges, notée σ Soit dQ , les charges sur dS

$$dQ = \sigma dS$$

$$Q = \iint \sigma dS$$

vaut σS si σ est constant
sinon il faudra connaître $\sigma(x, y, z)$ et l'intégrer

$$[\sigma] = C \cdot m^{-2}$$

3.3 Densité linéique de charges

Les charges sont ici distribuées sur une ligne (système dont deux des dimensions sont négligeables devant la troisième)

On introduit la densité linéique de charges, notée λ
Soit dQ , les charges sur dL

$$dQ = \lambda dL$$

$$Q = \int \lambda dL$$

vaut λL si λ est constant
sinon il faudra intégrer $\lambda(x, y, z)$

$$[\lambda] = C \cdot m^{-1}$$

3.4 Charges ponctuelles

Pour les charges ponctuelles, on ne définit pas de densité de charges.

Deuxième partie

Loi de coulomb et champs et potentiels électrostatiques

4 Loi de Coulomb

dans la charge ponctuelle : décrit la relation entre le potentiel, la charge et la force de manière empirique : on s'aperçoit que la force qui s'exerce entre les deux charges est inversement proportionnelle au carré de la distance la force est portée par la droite donnée par les deux charges additivité vectorielle des forces si deux charges de même nature, elles s'attirent de nature différentes, elle se repoussent

vrai truc : repose sur des constatations expérimentales :

— on a additivité vectorielle des actions entre charges ponctuelles :

Si $F_{A \rightarrow C}$ est la force exercée par q_A sur q_C

Si $F_{B \rightarrow C}$ est la force exercée par q_B sur q_C

alors $F_{A \rightarrow C} + F_{B \rightarrow C}$ est l'action simultanée de q_A et q_B sur q_C

— on a opposition des actions réciproques

$$F_{A \rightarrow B} = -F_{B \rightarrow A}$$

— expérimentalement, on met en évidence que $\|F_{A \rightarrow B}\| = \frac{\varphi(AB)}{AB^2}$ où $\varphi(AB)$ est un scalaire indépendant des positions de A et B

— expérimentalement, on met en évidence que $F_{A \rightarrow B}$ est porté par \vec{AB}

$$F_{A \rightarrow B} = \frac{\varphi(AB)}{AB^2} \frac{\vec{AB}}{\|\vec{AB}\|}$$

le dernier rapport est alors \vec{u} , vecteur unitaire de \vec{AB}

— on montre expérimentalement que

$$\frac{F_{A \rightarrow B}}{q_A} = \frac{F_{A' \rightarrow B}}{q'_A}$$

La comparaison des forces permet la mesure des charges

— on a l'expression de la force de Coulomb, force électrostatique qui s'exerce entre deux charges q_A et q_B placées dans le vide aux points A et B :

$$F_{A \rightarrow B} = \frac{q_A \cdot q_B}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{u}}{AB^2}$$

où ϵ_0 est la permittivité électrique du vide

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \cdot 10^9$ dans le SI

La force électrique est très grande devant la force gravitationnelle à très petite échelle

5 Champs électrostatique

5.1 Champs créé par une charge ponctuelle

Soit q_A au point A , si on approche q_{B_1}, q_{B_2}, \dots du point B :

$$\frac{F_{A \rightarrow B_1}}{q_{B_1}} = \frac{F_{A \rightarrow B_2}}{q_{B_2}} = \dots$$

Ce rapport dépend de q_A et du point B .

Ce rapport est appelé champ électrostatique (ou champ électrique) créé par la charge q_A au point B .

$$\vec{E}_A(\vec{B}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{AB^2} \vec{u}$$

est l'expression du champ électrostatique, son unité est le $V \cdot m^{-1}$

$$[E] = V \cdot m^{-1}$$

en général, on a la notation suivante :

avec P , le point où se trouve la charge

et M , le point dans lequel on observe le champ

$$\vec{E}_P(M) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{PM}}{PM^3}$$

avec $\frac{\vec{PM}}{PM^3} = \frac{1}{PM^2} \frac{\vec{PM}}{PM}$

Remarque 1. Si q_M se trouve en M

et $F_{P \rightarrow M} = q_M \vec{E}_P(M)$, l'expression de la loi de Coulomb

La mesure de la force correspond à la mesure du champ électrostatique

Remarque 2. $E_P(M)$ n'est pas défini en sa source car $\frac{1}{PM^2} \rightarrow \infty$ Correspond à la limite de validité du concept de charge ponctuelle