Les charges-sources sont responsables du champ électrique et du potentiel électrique dans l'espace.
Les charges-test subissent les forces électriques dues au champ électrique des charges-sources.

Vecteur du champ électrique généré par Q_1 (autour de Q_1)

$\frac{N}{C}$ ou $\frac{V}{m}$

$$\vec{E}_1 = E_{1x}\vec{i} + E_{1y}\vec{j} \text{ où } \begin{cases} E_{1x} = \|\vec{E}_1\| \cdot \cos\theta_1 \\ E_{1y} = \|\vec{E}_1\| \cdot \sin\theta_1 \end{cases}$$

$$E_{1x} = \frac{kQ_1}{r_1^3}(x_P - x_{Q_1}) \qquad E_{1y} = \frac{kQ_1}{r_1^3}(y_P - y_{Q_1})$$

$$dE_x = \frac{kdQ}{r_{dQ}^3}(x_P - x_{dQ}) \qquad dE_y = \frac{kdQ}{r_{dQ}^3}(y_P - y_{dQ})$$

Δ ? variation

$$E_{1x} = -\frac{\Delta V_1}{\Delta x} \qquad E_y = -\frac{\Delta V_1}{\Delta y}$$

$$E_{1x} = -\frac{dV_1}{dx} \qquad E_y = -\frac{dV_1}{dy}$$

trigonométrie

$$\cos\theta_1 = \frac{x_P - x_{Q_1}}{r_1} \qquad \sin\theta_1 = \frac{y_P - y_{Q_1}}{r_1}$$

Module du champ électrique

$\frac{N}{C}$

$$\|\vec{E}_1\| = \frac{k|Q_1|}{r_1^2}$$

$$\|\vec{E}_1\| = \sqrt{E_{1x}^2 + E_{1y}^2}$$

ou

$$\|\vec{E}_1\| = \left(E_{1x}^2 + E_{1y}^2\right)^{1/2}$$

Distance

m

$$r_1^2 = (x_P - x_{Q_1})^2 + (y_P - y_{Q_1})^2$$

ou

$$r_1 = \sqrt{(x_P - x_{Q_1})^2 + (y_P - y_{Q_1})^2}$$

ou

$$r_1 = \left((x_P - x_{Q_1})^2 + (y_P - y_{Q_1})^2\right)^{1/2}$$

Orientation du champ électrique

degré

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{E_{1y}}{E_{1x}}\right)$$

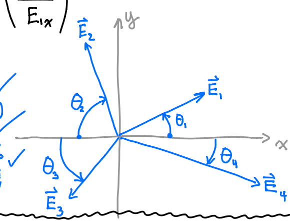
Voici quatre exemples où votre calculatrice vous renvoit:

$\theta_1 = 32°$ oui!

$\theta_2 = -78°$ non! (180°-78°) 102° ✓

$\theta_3 = 52°$ non! (180°+52°) 232° ✓

$\theta_4 = -36°$ oui! ou 360-36 324° ✓ aussi bon!



Potentiel électrique autour de Q_1

$\frac{J}{C}$ ou V

$$V_1 = \frac{kQ_1}{r_1}$$

Potentiel électrique généré par plusieures charges ($Q_1, Q_2, Q_3 \ldots$)

$\frac{J}{C}$ ou V

$$V_{123\ldots} = \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} + \frac{KQ_3}{r_3} \ldots$$

Énergie potentielle électrique d'une particule chargée q

J

$$\boxed{U_q = q \cdot V_{123\ldots}}$$

Vecteur du champ électrique généré par plusieurs $Q_1, Q_2, Q_3 \ldots$ tout autour d'eux

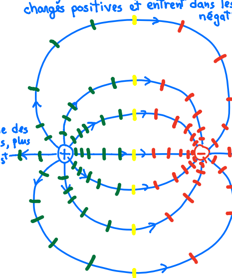
$\frac{N}{C}$ ou $\frac{V}{m}$

$$E_{tot_x} = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} + \ldots$$

$$E_{tot_y} = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y} + \ldots$$

Le principe de superposition s'applique!

Les lignes de champ électrique partent des charges positives et entrent dans les charges négatives.



Plus on s'approche des charges positives, plus le potentiel est fort!

Plus on s'approche des charges négatives, plus le potentiel est faible.

Les lignes de champ électriques sont graduées de valeurs de potentiel qui décroissent dans le sens des lignes de champ.

⊕ → ⊖

Vecteur de la force électrique

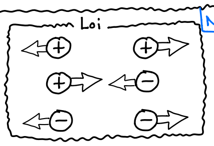
N

$$\vec{F}_1 = q_1\left(\vec{E}_{Q_2} + \vec{E}_{Q_3} + \vec{E}_{Q_4} + \cdots\right)$$

$$\boxed{\vec{F}_1 = q_1\, \vec{E}_{234\ldots}}$$

$$\begin{cases} F_{1x} = q_1\left(E_{Q_{2x}} + E_{Q_{3x}} + E_{Q_{4x}} + \cdots\right) \\ F_{1y} = q_1\left(E_{Q_{2y}} + E_{Q_{3y}} + E_{Q_{4y}} + \cdots\right) \end{cases}$$

Loi



Puisque les forces électriques sont des forces "conservatives", la variation d'énergie cinétique d'une charge-test (q) sera compensée par une variation opposée de son énergie potentielle électrique si aucun agent extérieur intervient.

Loi de conservation d'énergie mécanique

lors d'un déplacement (de ·A à ·B) d'une charge q parmi des objets chargés

$$\underbrace{W_{ext}}_{\text{Travail d'un agent extérieur}} = \underbrace{\frac{1}{2}m_q\left(v_{B_q}^2 - v_{A_q}^2\right)}_{\text{Variation d'énergie cinétique}} + \underbrace{q \cdot \left(V_{B_{\Sigma Q}} - V_{A_{\Sigma Q}}\right)}_{\text{Variation d'énergie potentielle électrique}}$$

Constantes en électricité

$$K = 8{,}99 \times 10^9 \left[\frac{N \cdot m^2}{C^2}\right]$$

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi K} = 8{,}854 \times 10^{-12}\left[\frac{C^2}{N\,m^2}\right]$$

$$1e = 1{,}602 \times 10^{-19}\,C$$

$$1C = 6{,}24 \times 10^{18}\,e$$

Énergie potentielle électrique de tout un ensemble de charges (U_{sys})

$$U_{sys} = \frac{KQ_1Q_2}{r_{12}} + \frac{KQ_1Q_3}{r_{13}} + \frac{KQ_1Q_4}{r_{14}} + \frac{KQ_2Q_3}{r_{23}} + \frac{KQ_2Q_4}{r_{24}} + \frac{KQ_3Q_4}{r_{34}} \text{ (pour 4 charges)}$$

Si U_{sys} est négative alors il s'agit d'un ensemble de charges qui sont liées (attraction). Mais si U_{sys} est positive alors il s'agit d'un ensemble de charges qui pourront s'éloigner indéfiniment l'une de l'autre en gardant finalement une énergie cinétique totale = U_{sys} du départ.

← meilleur capteur   meilleur céder →

Liste Tribostatique simpliée: Téflon™, caoutchouc, verre

Densités de charges

Densité de charges linéique

$$\lambda = \frac{Q_{tot}}{L_{tot}} = \frac{dQ}{dL}$$

$dQ = \lambda dL$

Densité de charges surfacique

$$\sigma = \frac{Q_{tot}}{A_{tot}} = \frac{dQ}{dA}$$

A = aire

$dQ = \sigma dA$

Densité de charges volumique

$$\rho = \frac{Q_{tot}}{V^*_{tot}} = \frac{dQ}{dV^*}$$

* V = volume

$dQ = \rho dV^*$

Pour différentes distributions uniformes de charges

Pour une sphère métallique

$$E_{1x} = \frac{kQ_1(x_p - x_{Q_1})}{r_1^3}$$

$$E_{1y} = \frac{kQ_1(y_p - y_{Q_1})}{r_1^3}$$

comme une charge ponctuelle $\|\vec{E}\| = \frac{k|Q_1|}{r_1^2}$

Symétrie sphérique

Aire de la sphère $= 4\pi r^2$

Pour un fil infini*

$$\|\vec{E}\| = \frac{2k|\lambda|}{r} \quad \text{où } \lambda = \frac{Q_{tot}}{L_{tot}}$$

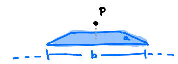
*Pour que le champ électrique d'un fil soit comme celui d'un fil infini, il faut que le point à l'étude soit centré et très proche du fil ($r \ll L$).

Symétrie cylindre

Aire latéral du cylindre $= 2\pi r \cdot L$

Pour un plan infini*

$$\|\vec{E}\| = 2\pi K \sigma \quad \text{où } \sigma = \frac{Q_{tot}}{A_{tot}}$$



*Pour que le champ électrique d'un plan soit comme celui d'un plan infini, il faut que le point soit centré et très proche du plan ($r \ll a$ et $r \ll b$)

Symétrie cylindre

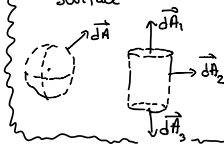
Aire disque $= \pi r^2$

Théorème de Gauss (Maxwell)

$$\oint \underbrace{\vec{E} \cdot \vec{dA}}_{\text{flux électrique}} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad \text{où } \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi K}$$

flux électrique $\rightarrow \|E\| \cdot \|dA\| \cdot \cos\theta_{E\,dA}$

Vecteur d'une partie de surface



Pour un fil vertical chargé uniformément de n'importe quelle longueur!

$$E_x = -\frac{K\,Q_{tot}}{L_{tot}\,x_{fil}}\left(\frac{y_{max}}{(x_{fil}^2 + y_{max}^2)^{1/2}} - \frac{y_{min}}{(x_{fil}^2 + y_{min}^2)^{1/2}}\right)$$

$$E_y = \frac{k\,Q_{tot}}{L_{tot}}\left(\frac{1}{(x_{fil}^2 + y_{max}^2)^{1/2}} - \frac{1}{(x_{fil}^2 + y_{min}^2)^{1/2}}\right)$$

$dQ = \lambda\, dL$

$dL = dy$

$\lambda = \frac{Q_{tot}}{L_{Tot}}$

$r = (x_{fil}^2 + y_{dQ}^2)^{1/2}$

Intégrales résolues par nos chers mathématiciens! ($u = x$ ou $u = y$)

$$\int \frac{u\,du}{(A^2 + u^2)^{3/2}} = \frac{-1}{\sqrt{A^2 + u^2}}$$

$$\int \frac{du}{(A^2 + u^2)^{3/2}} = \frac{u}{A^2\sqrt{A^2 + u^2}}$$

Pour un fil horizontal chargé uniformément de n'importe quelle longueur!

$$E_x = \frac{K\,Q_{tot}}{L_{tot}}\left(\frac{1}{(x_{max}^2 + y_{fil}^2)^{1/2}} - \frac{1}{(x_{min}^2 + y_{fil}^2)^{1/2}}\right)$$

$$E_y = -\frac{K\,Q_{tot}}{L_{tot}\,y_{fil}}\left(\frac{x_{max}}{(x_{max}^2 + y_{fil}^2)^{1/2}} - \frac{x_{min}}{(x_{min}^2 + y_{fil}^2)^{1/2}}\right)$$

$dQ = \lambda\, dL$

$dL = dx$

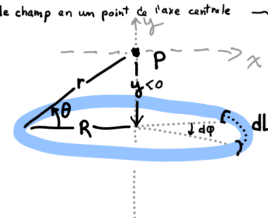
$\lambda = \frac{Q_{TOT}}{L_{TOT}}$

$r = (x_{dQ}^2 + y_{fil}^2)^{1/2}$

Pour un anneau uniformément chargé, le champ en un point de l'axe centrale de n'importe quel rayon!

$$E_x = 0$$

$$E_y = -\frac{K\,Q\,y}{(R^2 + y_{ann.}^2)^{3/2}}$$

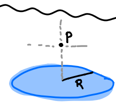


$dQ = \lambda\, dL$

$dL = R \cdot d\varphi$

$r = (R^2 + y_{ann.}^2)^{1/2}$

Pour un disque uniformément chargé de n'importe quel rayon!



surface $= \pi R^2$

$$E_x = 0$$

$$E_y = 2\pi K \sigma y \left[(R_{max}^2 + y^2)^{-1/2} - \frac{1}{y}\right]$$

où densité de charge surfacique $\sigma = \frac{Q_{TOT}}{\pi R_{max}^2}$

$dQ = \sigma\, dA$

$dA = 2\pi R \cdot dR$

En fait, on retrouve très souvent des paires de plaques trouées parce que c'est simple et pratique.