CH I : ELECTROSTATIQUE

I –Notion de champ Electrostatique

①- ***Comment crée un champ Electrostatique***

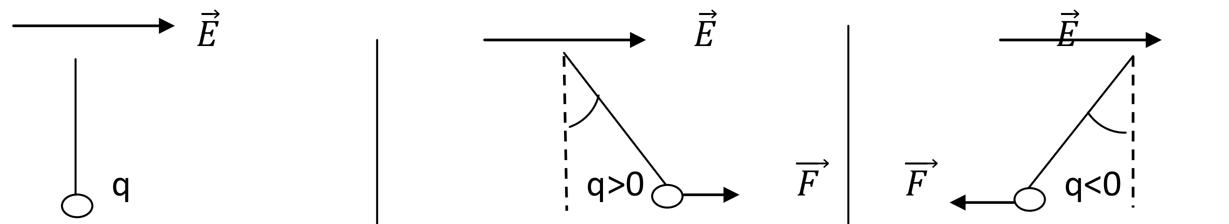
a/ Un champ Electrostatique, est un champ Electrique note $\vec{E}$ et crée par une ou un ensemble de charges électriques immobiles dans l espace

b/ Le mot Statique veut dire charges immobiles dans l'espace

c/ Le champ Electrostatique est invariant dans le temps : $\vec{E}$ ne dépend pas du temps

②- ***Quel est l'effet du champ Electrostatique ?***

*Lorsque on place une charge électrique (q) dans une région de l'espace, dans la quelle existe un champ électrostatique $\vec{E}$, cette charge électrique est soumise a une force électrique $\vec{F}$ dite force de **Coulomb**, tel que* $\boxed{\vec{F} = q\vec{E}}$



1^0 cas : /∃ de champ $\vec{E}$ | 2^0 cas : ∃ le champ $\vec{E}$ | 3^0 cas : ∃ le champ $\vec{E}$

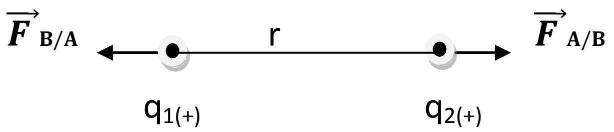
II –La lois de coulomb

①- ***Le phénomène d'interaction***

*Soient deux charges électriques, (**q_1**) placée en un point **A** de l'espace et (**q_2**) placée en un point **B,** distant de **r alors :***

1^er cas *: si (**q_1 et q_2**) sont de même signes*

EX :



tel que : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

$\vec{F}_{A/B}$ *: Force exercée par la charge **q_1** sur la charge **q_2***

$\vec{F}_{B/A}$: Force exercée par la charge **q_2** sur la charge **q_1**

⇒ on dit que les charges sont répulsives

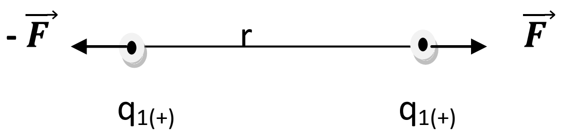
2^me cas *: si (**q_1 et q_2**) sont de signes opposés*

EX :

⇒ on dit que les charges sont attractives

②- *Expression de la force électrique (loi de coulomb)*

EX :



2-a/ Relation vectorielle

$\vec{F} = K \frac{q_1 \ q_2}{r^2} \vec{u}$ **avec** $\vec{u}$ **: vecteur unitaire**

_ q_1 , q_2 (**cb**) et r (**m**)

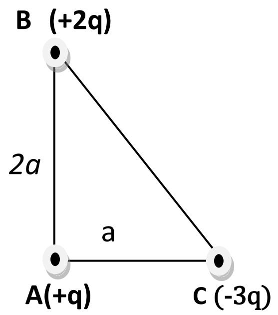
_ *K : constante avec* $\boxed{K = \frac{1}{4 \pi \varepsilon_0} \Rightarrow (K \simeq 9\ 10^9)}$

_ *ε_0 : Permittivité du vide* $\boxed{\varepsilon_0 \simeq 8{,}85\ 10^{-12}}$

2-b/ *Module de la force*

$$\boxed{F = K \frac{q_1 \ q_2}{r^2} \quad (N)}$$

2-c/ *Application*



1/ Déterminer la force électrique totale exercée sur la charge (+q) au point A

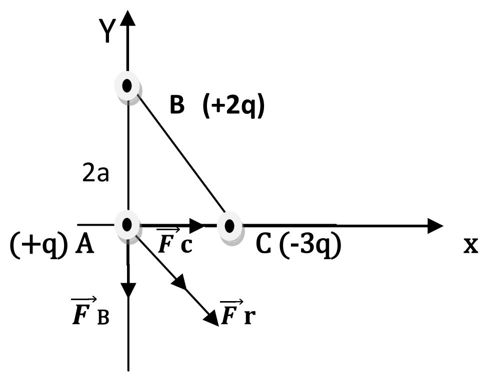
$\vec{F}_r$? *tel que : AB = 2a et AC = a*

2/En déduire le champ électrostatique crée au point A ***E_A ?***

....

Solution : On choisie un système d'axe (x ,y)

1/ $\vec{F}_r$? Force résultante au point A



- B (+2q) exerce une force $\vec{F}_B$ au point A (+q) ⇒ ***Répulsives***

_ C (-3q) exerce une force $\vec{F}_C$ au point A (+q) ⇒ ***Attractives***

$$\vec{F}_{Ar} = \vec{F}_B + \vec{F}_C \quad \text{relation vectorielle}$$

_ Projection sur les axes (x,y) ⇒ *recherche des composants des forces*

$\vec{F}_B \begin{pmatrix} 0 \\ -F_B \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{F}_B = -F_B\,\vec{j}$ avec $F_B = K\,\dfrac{2q\,.q}{(2a)^2} = \dfrac{2Kq^2}{4a^2} = \dfrac{Kq^2}{2a^2}$

$\vec{F}_C \begin{pmatrix} F_C \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{F}_C = F_C\,\vec{i}$ avec $F_C = K\,\dfrac{-3q\,.q}{(a)^2} = \dfrac{3Kq^2}{a^2}$

$\vec{F}_{Ar} = F_C\,\vec{i} - F_B\,\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_r \begin{pmatrix} F_C \\ -F_B \end{pmatrix}$ avec $F_x = F_C = \dfrac{3Kq^2}{a^2}$ et $F_y = -F_B = -\dfrac{Kq^2}{2a^2}$

$\vec{F}_{Ar} = F_x\,\vec{i} + F_y\,\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_r \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \end{pmatrix}$

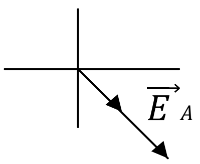
⇒ Le module de $\vec{F}_{Ar}$: $F_{Ar} = \sqrt{F_{rx}^{\,2} + F_{ry}^{\,2}} = \sqrt{F_C^{\,2} + (-F_B^{\,2})} = \sqrt{\dfrac{9K^2q^4}{a^4} + \dfrac{K^2q^4}{4a^4}} = \dfrac{Kq^2}{a^2}\sqrt{9 + \frac{1}{4}}$

$$\boxed{F_{Ar} = 3{,}04\,\frac{Kq^2}{a^2}} \quad (N)$$

2/ **E_A ?** Champ Electrostatique crée au point A

$(+q) > 0 \qquad \vec{F}_A = q\,\vec{E}_A \Rightarrow \vec{E}_A = \dfrac{\vec{F}}{q}$ ⇒ *l'intensité du champ* est :

$$E_A = \frac{F_A}{q} = 3.04\,\frac{Kq^2}{a^2}\,\frac{1}{q} \Rightarrow \boxed{E_A = 3.04\,\frac{Kq}{a^2}} \quad (V/m)$$

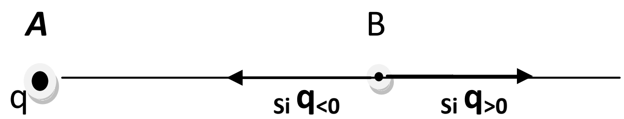


$\vec{F}_A$ et $\vec{E}_A$ ont le même sens

II – Expression du champ Electrostatique crée par des charges ponctuelles

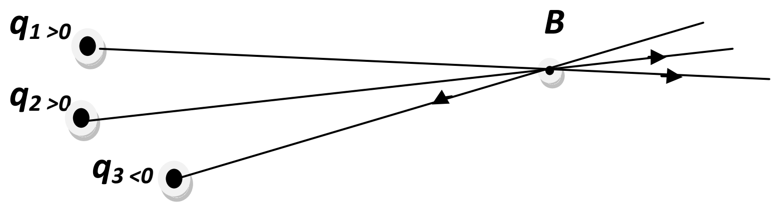
① - ***<u>cas d une seule charge</u>***

*Soit une charge (**q**) placée au point (**A**). On cherche a déterminer le champ électrique crée par la charge (**q**), en un point de l'espace (**B**) située a une distance (**r**)*



$\vec{E} = K\,\dfrac{q}{r^2}\,\vec{u}$ *relation vectorielle,* *Avec comme module* $\boxed{E = K\,\dfrac{q}{r^2}}$ ***(V/m)***

② - ***cas de n charges ponctuelles***

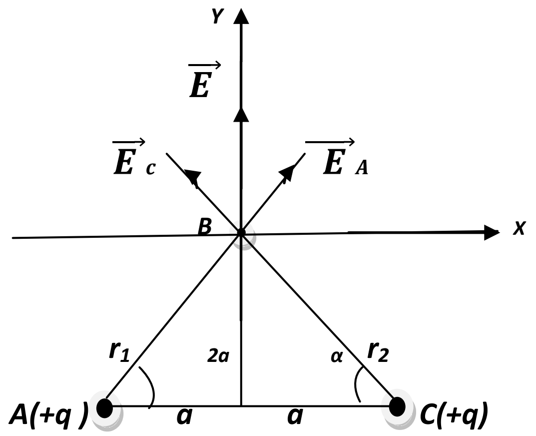


⇒ *Le champ* total $\vec{E}$ au point **B** est $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \ldots\ldots\ldots + \vec{E}_n$

③ - ***Application***

1/ *Déterminer l' intensité du champ électrique au point* ***B****, crée par les charges* ***(+q)*** *placée au point* ***(A)*** *et* ***(C)***

2/ *En déduire la force électrostatique applique au point B pour une charge (+2q)*



1/ E? *On a* $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_c$

$\vec{E}A \begin{pmatrix} E_{AX} = E_A \cos\alpha \\ E_{AY} = E_A \sin\alpha \end{pmatrix}$ *avec* $E_A = K\frac{q}{r_1^2}$ *or* $r_1^2 = a^2 + (2a)^2 = 5a^2$ ⇒ $\boldsymbol{E_A = K\frac{q}{r_1^2} = K\frac{q}{5a^2}}$

$\vec{E}c \begin{pmatrix} -E_{cX} = -E_c \cos\alpha \\ E_{cY} = E_c \sin\alpha \end{pmatrix}$ *avec* $E_C = K\frac{q}{r_2^2}$ *or* $r_2^2 = 5a^2$ *Donc* ⇒ $\boldsymbol{E_C = K\frac{q}{r_2^2} = K\frac{q}{5a^2}}$

$$\vec{E} \begin{pmatrix} E_X = (E_{AX} - E_{CX})\cos\alpha \\ E_Y = (E_{AY} - E_{CY})\sin\alpha \end{pmatrix} \begin{matrix} = \left(K\frac{q}{5a^2} - K\frac{q}{5a^2}\right)\cos\alpha = 0 \\ = \left(K\frac{q}{5a^2} + K\frac{q}{5a^2}\right)\sin\alpha = \left(\frac{2Kq}{5a^2}\right)\sin\alpha \end{matrix}$$

avec: $\sin\alpha = \frac{2a}{r_1} = \frac{2a}{a\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$

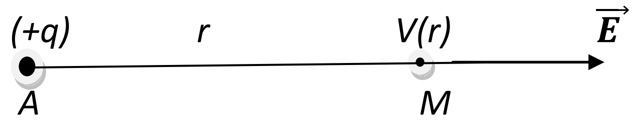
$$\vec{E} = \vec{E}_y = \frac{2Kq}{5a^2}\frac{2}{\sqrt{5}}\vec{J} \Rightarrow E = \frac{2Kq}{5a^2}\frac{2}{\sqrt{5}} \Rightarrow \boxed{E = \frac{4Kq}{5\sqrt{5}a^2}} \quad \text{(V/m)}$$

2/ $\overrightarrow{F_B}$ = 2q $\vec{E}$

L'intensité est : $\boldsymbol{F}$ = 2q E $\Rightarrow$ $\boxed{F = \frac{8Kq^2}{5\sqrt{5}a^2}}$ **(N)**

III- Le potentiel électrique

① ***<u>Le potentiel électrique d' une charge ponctuelle</u>***



Le potentiel électrique V(r) de la charge(q), en un point de l'espace(M) est donne par :

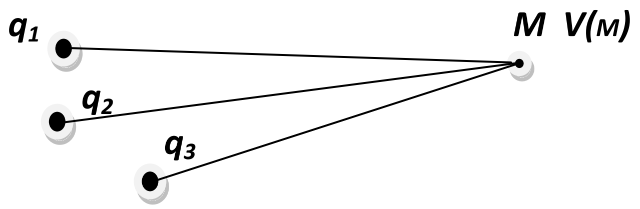
$\boxed{V(r) = K\,\frac{q}{r}}$ ***(V)***

<u>Rq</u> : $\vec{E}$ ***est un champ vectoriel (notion de direction), par contre***

V(r) est un champ scalaire et sont unité est le Volt

- ***si q > 0 ⇒ V(r) > 0***
- ***si q < 0 ⇒ V(r) < 0***

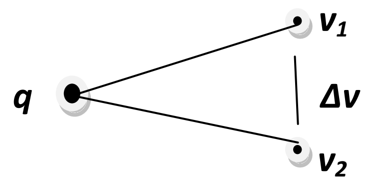
② ***<u>cas de n charges ponctuelles</u>***



⇒ *Le potentiel électrique* ***V(M)*** au point **M** est donnée par : ***V(M)*** **=** $K\frac{q_1}{r_1} + K\frac{q_2}{r_2} + K\frac{q_3}{r_3} .... + K\frac{q_n}{r_n}$

③ ***<u>Notion de différence de potentiel</u>***

<u>Par définition</u> : $u = \Delta v = v_1 - v_2 = \int_1^2 \vec{E}\,\vec{dl}$ **circulation du vecteur** $\vec{E}$ **de (1) a (2)**



avec $\Delta v = v_1 - v_2$

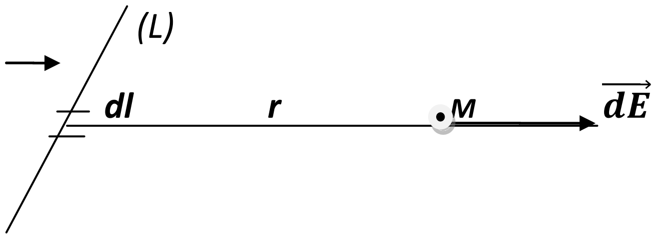
$\Delta v = K\,q\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

IV – *Champ électrique crée par une distribution de charge*

①- *Champ électrique crée par une distribution de charge linéaire*

fil chargée

de longueur (L)

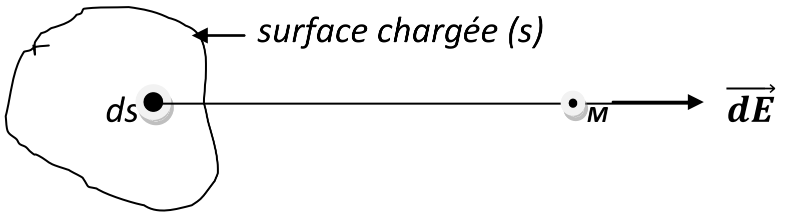


*L' élément de longueur (**dl**) contient une charge (**dq**) et crée un champ* $\overrightarrow{dE}$ $\Rightarrow$ *on a* une *distribution linéaire de densité* $\lambda = \frac{dq}{dl}$ ***(cb/m)*** $\Rightarrow$ $dq = \lambda\, dl$ avec $\overrightarrow{dE} = K\frac{dq}{r^2}\vec{u}$

Le champ total $\vec{E}$ *crée par tout le conducteur linéaire (**L**) :* $\vec{E} = \int_L \overrightarrow{dE}$

$\Rightarrow \vec{E} = \int_L K\,\frac{dq}{r^2}\,\vec{u}$ *avec* $dq = \lambda\, dl$ $\Rightarrow$ $\vec{E} = K\int_L \frac{\lambda dl}{r^2}\,\vec{u}$ $\Rightarrow$ $\boxed{\vec{E} = k\lambda \int_L \frac{dl}{r^2}\,\vec{u}}$

②- *Champ électrique crée par une distribution de charge surfacique*



L élément de surface (ds) contient une charge (dq) et crée un champ $\overrightarrow{dE}$ $\Rightarrow$ *on a* une *distribution surfacique de densité* $\sigma = \frac{dq}{ds}$ ***(cb/m²)*** $\Rightarrow$ $dq = \sigma\, ds$ avec $\overrightarrow{dE} = K\frac{dq}{r^2}\vec{u}$

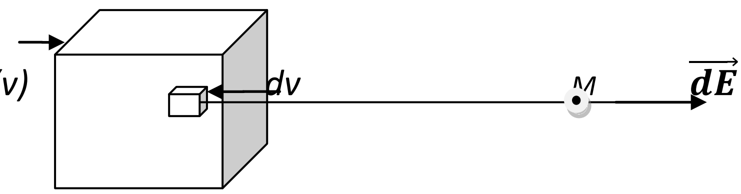
Le champ total $\vec{E}$ *crée par la surface (s) :* $\vec{E} = \iint_s \overrightarrow{dE} = \iint_s K\,\frac{dq}{r^2}\,\vec{u}$

$\Rightarrow \vec{E} = \iint_s K\,\frac{dq}{r^2}\,\vec{u}$ *avec* $dq = \sigma\, ds$ $\Rightarrow \vec{E} = K\iint_s \frac{\sigma\, ds}{r^2}\,\vec{u}$ $\Rightarrow$ $\boxed{\vec{E} = k\sigma \iint_s \frac{ds}{r^2}\,\vec{u}}$

③- *Champ électrique crée par une distribution de charge volumique*

volume

chargé(v)



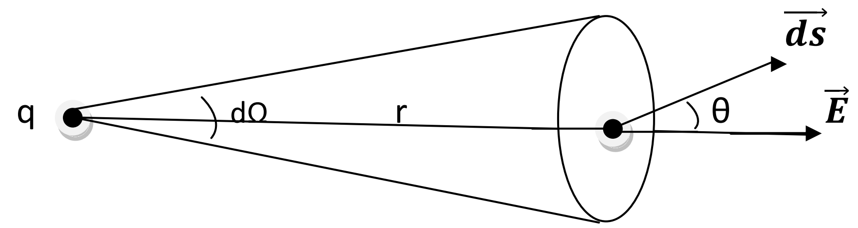
L élément de volume (dv) contient une charge (dq) et crée un champ $\overrightarrow{dE}$ $\Rightarrow$ *on a* une *distribution volumique de densité* $\rho = \frac{dq}{dv}$ ***(cb/m³)*** $\Rightarrow$ $dq = \rho\, dv$ avec $\overrightarrow{dE} = K\frac{dq}{r^2}\vec{u}$

Le champ total $\vec{E}$ *crée par le volume (v) :* $\vec{E} \iiint_v \overrightarrow{dE} = \iiint_v K\,\frac{dq}{r^2}\,\vec{u}$

$$\Rightarrow \vec{E} = \iiint_v K \frac{dq}{r^2}\vec{u} \quad \text{avec} \quad dq = \rho\, dv \quad \Rightarrow \vec{E} = K\iiint_v \frac{\rho dv}{r^2}\vec{u} \quad \Rightarrow \boxed{\vec{E} = k\rho \iiint_v \frac{dv}{r^2}\vec{u}}$$

V – *Théorème de Gauss*

*Soit une charge **(q)**, on veut calcule le flux (**Φ**) du vecteur $\vec{E}$ a travers une surface fermée (**s**)*



*L'élément de flux **dΦ** à travers l'élément de surface $\vec{ds}$ est définit par* $d\Phi = \vec{E}\vec{ds}$

⇒le flux total a travers la surface fermée (s) est : $\Phi = \oiint_s d\Phi = \oiint_s \vec{E}\vec{ds}$ *produit vectoriel*

$$\Phi = \oiint_s EdS\cos\theta \quad or \quad E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad \Rightarrow \quad \Phi = \oiint_s \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dS\cos\theta = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\oiint_s \frac{ds\cos\theta}{r^2}$$

On appel $d\Omega = \frac{ds\cos\theta}{r^2}$ *l'élément d'angle solide sous lequel on voit la surface **ds***

On appel $\Omega = \iint d\Omega$ ***surface** dune sphère de rayon* **R = 1** ⇒ **Ω = 4πR² = 4π**

$$d\Phi = \vec{E}\vec{ds} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\oiint_s d\Omega = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\Omega = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}4\pi = \frac{q}{\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{\oiint_s \vec{E}\vec{ds} = \frac{q}{\varepsilon_0}}$$

En général : *pour plusieurs charges ou une répartition de charges on a :*

$$\boxed{\oiint \vec{E}\vec{ds} = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}}$$ *avec* $\sum Q_i$ *c'est la somme des charges*

Et pour $\oiint_s E\,ds = E\oiint_s ds = ES \quad \Rightarrow \quad ES = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \boxed{E = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0 S}}$

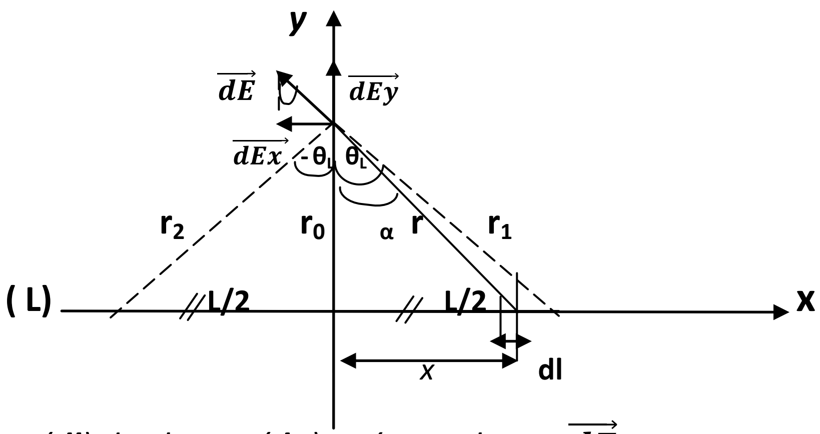
***S :** surface imaginaire de Gauss bien choisie de façon a ce que le champ $\vec{E}$ soit uniforme sur (**s**) avec* $\vec{E} // \vec{ds}$

*On a deux surfaces imaginaires de Gauss : soit une **sphère** ou bien un **cylindre***

④- ***Application*** *Un conducteur rectiligne de longueur (**L**), porte une charge linéaire de densité (**λ**) constante.*

-1/ *Déterminer, par le* ***calcul direct****, l'expression du champ électrostatique* ***E ,*** *crée en un point* ***(M)****, distant de* ***(r_0)*** *du conducteur et dont la projection coupe le conducteur en deux.*
-2/ *En déduire* ***l'intensité de ce champ*** *dans le cas d'un conducteur de longueur infinie.*

Solution :



*L' élément de longueur (**dl**) de charge (**dq**), crée un champ* $\overrightarrow{dE}$

Tel que $\overrightarrow{dE} = K\frac{dq}{r^2}\vec{u}$ *avec* $dq = \lambda\, dl$ $\Rightarrow$ $\overrightarrow{dE} = K\frac{\lambda dl}{r^2}\vec{u}$

-*projection de* $\overrightarrow{dE}$ $\overrightarrow{dE} = dE_x\vec{\imath} + dE_y\vec{\jmath}$

$$\begin{pmatrix} dE_x = -dE\ sin\alpha \\ dE_y = \ dE\ cos\alpha \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} dE_x = -K\frac{\lambda dl}{r^2} sin\alpha \\ dE_y = K\frac{\lambda dl}{r^2} cos\alpha \end{pmatrix}$$

dl ? et r ? *à déterminer*

Pour ***r*** *on a :* $cos\alpha = \frac{r_0}{r}$ $\Rightarrow$ $\boxed{r = \frac{r_0}{cos\alpha}}$

Et pour ***dl*** *on a:* $\Rightarrow$ ***dl = dx*** *on doit déterminer* ***dx ?*** *pour cela on a* $tg\alpha = \frac{x}{r_0} \Rightarrow x = r_0\, tg\alpha$

Alors $dx = r_0\, d(tg\alpha)$ *et* $\frac{dx}{d\alpha} = r_0\frac{d}{d\alpha}(tg\alpha)$ *or* $\frac{d}{d\alpha}(tg\alpha) = \frac{1}{cos\alpha^2} \Rightarrow \frac{dx}{d\alpha} = r_0\left(\frac{1}{cos\alpha^2}\right)$

$dx = \left(\frac{r_0}{cos\alpha^2}\right)d\alpha$ *or on a* ***dl = dx*** $\Rightarrow$ $\boxed{dl = \left(\frac{r_0}{cos\alpha^2}\right)d\alpha}$

alors: $dE_X = K\lambda\left(\frac{dl}{r^2}\right) sin\alpha \Rightarrow dE_X = K\lambda\left(\frac{1}{\frac{r_0^2}{cos\alpha^2}}\right)\left(\frac{r_0}{cos\alpha^2}\right) sin\alpha\, d\alpha \Rightarrow dE_X = -\frac{K\lambda}{r_0} sin\alpha\, d\alpha$

$$\begin{pmatrix} dE_x = -\frac{K\lambda}{r_0} sin\alpha\ d\alpha \\ dE_y = \frac{K\lambda}{r_0} cos\alpha\ d\alpha \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} E_x = \int_{-\theta_L}^{\theta_L} dE_x = -\frac{K\lambda}{r_0}\int_{-\theta_L}^{\theta_L} \cdot\ sin\alpha\ d\alpha \\ E_y = \int_{-\theta_L}^{\theta_L} dE_y = \frac{K\lambda}{r_0}\int_{-\theta_L}^{\theta_L} \cdot\ cos\alpha\ d\alpha \end{matrix}$$

$$E_x = -\frac{K\lambda}{r_0}\left|-\cos\alpha\right|_{-\theta_L}^{\theta_L} \qquad\Rightarrow\qquad E_x = -\frac{K\lambda}{r_0}\left[-\cos\theta_L + \cos\theta_L\right] = 0$$

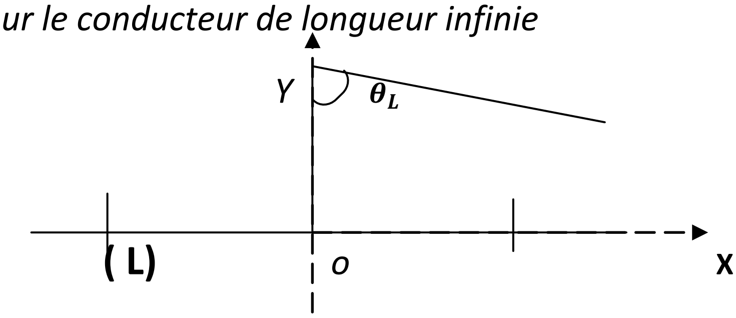
$$E_y = \frac{K\lambda}{r_0}\left|\sin\alpha\right|_{-\theta_L}^{\theta_L} \qquad\qquad E_y = \frac{K\lambda}{r_0}\left[\sin\theta_L + \sin\theta_L\right] = \frac{2K\lambda}{r_0}\sin\theta_L$$

$$\Rightarrow E = \sqrt{Ex^2 + Ey^2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E = E_y = \frac{2K\lambda}{r_0}\sin\theta_L}$$

Pour sin ϑ_L ? *On a* $\sin\theta_L = \frac{L/2}{r_1^2}$ or $r_1^2 = r_0^2 + (L/2)^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin\theta_L = \frac{L/2}{\sqrt{r_0^2 + (L/2)^2}}$$

2/ *Pour le conducteur de longueur infinie*



Pour L $\longrightarrow \infty$

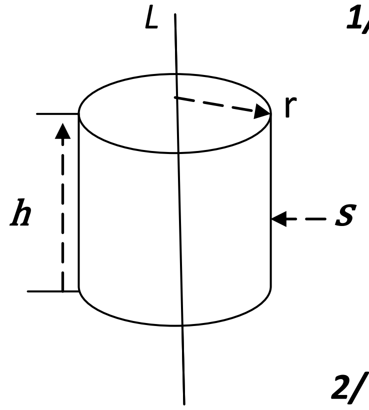
$\theta_L \longrightarrow \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1$

$$\Rightarrow E = \frac{2K\lambda}{r_0}\sin\theta_L \Rightarrow E = \frac{2K\lambda}{r_0} \Rightarrow E = \frac{2\lambda}{r_0}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{E = \frac{\lambda}{2\pi r_0 \varepsilon_0}} \; v/m$$

………

E ? *calcul par le théorème de* ***Gauss***



1/ *on choisie la surface d'un cylindre de rayon* ***r*** *et de hauteur* ***h***

on utilisant le théorème de Gauss $\Rightarrow \oiint_S \vec{E}\,\overrightarrow{ds} = ES = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}$

$$\Rightarrow E = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0 S}$$

S: *surface latérale du cylindre* $\Rightarrow S_L = 2\pi r h$

2/ *calcul du champ* **E** *distant de* **(r_0)** *du conducteur* **L**

$$\Rightarrow E = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0 S} = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0 2\pi r h} \qquad \text{avec } \sum Q_i = \int_h dq = \int_h \lambda dl = \lambda\int_h dl = \lambda h$$

Et pour $r = r_0$ *on a* $E = \frac{\lambda h}{\varepsilon_0 2\pi r_0 h} \Rightarrow \boxed{E = \frac{\lambda}{2\pi r_0 \varepsilon_0}}$ *v/m*

V – *Capacité et condensateur*

①- ***Capacité d'un corps conducteur à l'équilibre électrostatique***

Un corps conducteur est a l'équilibre électrostatique si.

- *toute ses charges libres sont reparties à sa surface. (avec une densité surfacique* $\boldsymbol{\sigma}$*)*

-*il n'y'a aucune charge a l'intérieur du corps*

Par conséquent le champ a l'intérieur est nul $\boldsymbol{E_i = 0}$ *et le potentiel est constant* ***V =const***

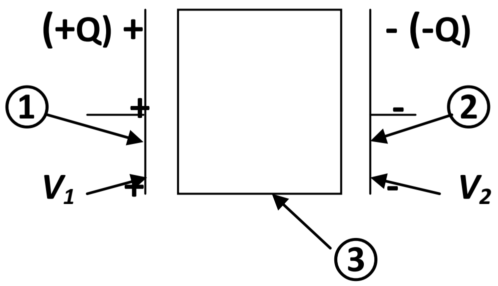
⇒ *On définit la capacité de ce corps par* $\boxed{C = \frac{Q}{U}}$ ***F*** *(Farad)*

***Q* :** *la charge totale a la surface du corps*

***U* :** *potentiel électrique*

②- ***CONDENSATEURS***

1/ *Condensateur Plan*



①/ *Armature (**1**) qui porte la charge (**+Q**) et porte au potentiel (*$\boldsymbol{V_1}$*)*

②/ *Armature (**2**) qui porte la charge (**-Q**) et porte au potentiel (*$\boldsymbol{V_2}$*)*

③/ *Diélectrique (**3**) isolant (EX :air ,verre , plastique ....)*

2/ *Capacité du condensateur*

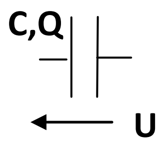
En général $C = \frac{Q}{|\Delta V|} = \frac{Q}{U}$

3/ *En pratique :*

On utilise les sous multiples du Farad $\mu F = 10^{-6}\ F$, $nF = 10^{-9}\ F$, $pF = 10^{-12}\ F$

*<u>Remarque</u> : En général on utilise **les condensateurs** comme des **filtres** dans les fortes et moyennes puissances et aussi en Electronique (de très faible puissance)*

4/ Energie Electrique emmagasinée par un condensateur

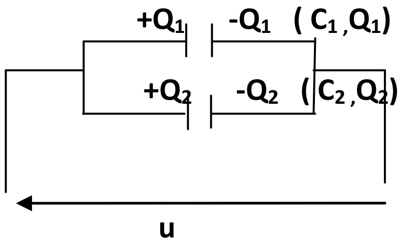


$$W_e = \frac{1}{2}\, c\, u^2 \quad J \quad (Joule)$$

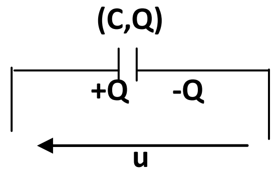
avec $C = \frac{Q}{U}$ ou $U = \frac{Q}{C}$ $\Rightarrow$ $W_e = \frac{1}{2}\, Q\, u$ ou $\boxed{W_e = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}}$

5/Association des condensateurs

5- a – Association en parallèle



≡



condensateur équivalent

La charge total est: $\boldsymbol{Q = Q_1 + Q_2}$ *et la tension totale est :* $\boldsymbol{u = u_1 = u_2}$

Et $C_1 = \frac{Q_1}{U}$ $\Rightarrow$ $Q_1 = C_1\, u$

$C_2 = \frac{Q_2}{U}$ $\Rightarrow$ $Q_2 = C_2\, u$

$C = \frac{Q}{U}$ $\Rightarrow$ $Q = C\, u$

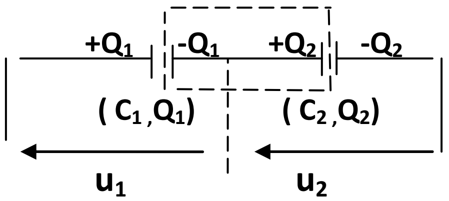
or $Q = Q_1 + Q_2 \Rightarrow C\,u = C_1\,u + C_2\,u$

$\Rightarrow \boxed{C = C_1 + C_2}$

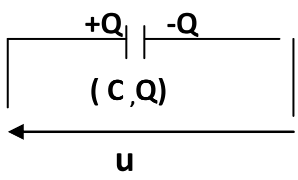
Donc pour n condensateurs en parallèle $\Rightarrow$ *le condensateur équivalent a pour valeur*

$\boxed{C = \sum_{i=1}^{n} C_i}$ *et* $\boxed{Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i}$

5- b – Association en série



≡



La tension totale est : $\boldsymbol{u = u_1 + u_2}$ *par contre* $-Q_1$ *relier* $+Q_2$ *est électriquement isole du reste du montage*

$\Rightarrow$ *en équilibre* $\Rightarrow$ $-Q_1 + Q_2 = 0$ $\Rightarrow$ $Q_1 = Q_2$ $\Rightarrow$ $\boxed{Q = Q_1 = Q_2}$

Et $C_1 = \frac{Q_1}{U} \Rightarrow u_1 = \frac{Q_1}{C_1}$

$C_2 = \frac{Q_2}{U} \Rightarrow u_2 = \frac{Q_2}{C_2}$

$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow u = \frac{Q}{C}$

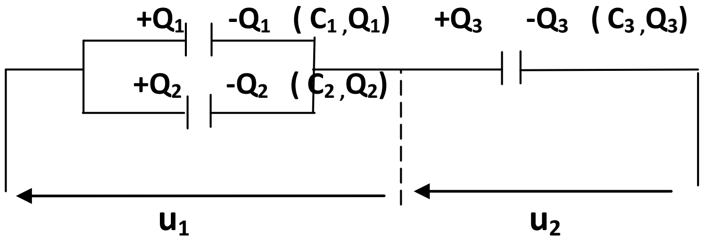
or $U = U_1 + U_2 \Rightarrow \frac{Q}{C} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

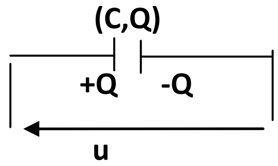
Donc pour n condensateurs en série $\Rightarrow$ *le condensateur équivalent a pour valeur*

$$\boxed{u = \sum_{i=1}^{n} u_i} \quad et \quad \boxed{\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_i}}$$

5- b – Application : *Déterminer la capacité équivalente*



≡

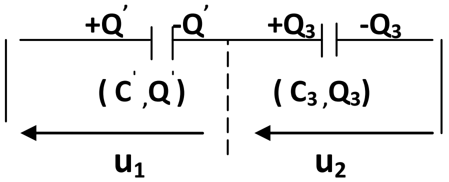


condensateur équivalent

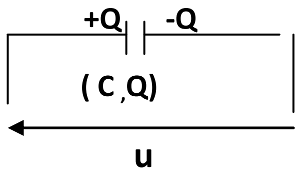
u ?, C ? , Q ?

1/ *on a* $\boldsymbol{u = u_1 + u_2}$

2/ $\underline{C_1 // C_2}$ $\Rightarrow$ $C' = C_1 + C_2$ et $Q' = Q_1 + Q_2$



≡



3/ $\underline{C' \text{ et } C_3 \text{ en série}}$ $\Rightarrow \boxed{u = u_1 + u_2}$ *et* $Q' = Q = Q_3$

Or $Q' = Q_1 + Q_2 \Rightarrow \boxed{Q = Q_3 = Q_1 + Q_2}$

Et $\frac{1}{C} = \frac{1}{C'} + \frac{1}{C_3} = \frac{C_3 + C'}{C_3 C'} \Rightarrow \boxed{C = \frac{C' c_3}{C_3 + C'} = \frac{(C_1 + C_2) c_3}{C_1 + C_2 + C_3}}$