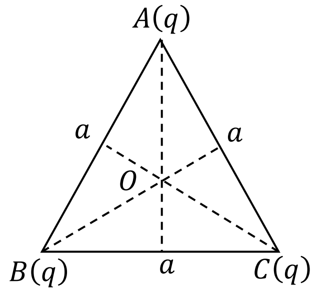
Série de TD n°2

Exercice 1 :

Dans un repère (OXY) muni de la base cartésienne orthonormée $(\vec{\imath},\vec{\jmath})$, on considère trois charges ponctuelles $q_1 = 1nC$, $q_2 = 4nC$ et $q_3 = -1nC$, placées respectivement en $O(0,0)$ cm, $A(2,0)$ cm et B $(0,1)$ cm.

1. Représenter puis calculer le champ électrique résultant au point O et son module ;

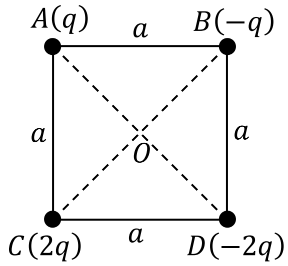
2. Déduire la force électrostatique résultante appliquée sur la charge q_1.



Exercice 2 :

Trois charges ponctuelles identiques de valeur $(q > 0)$ sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de coté a, comme représenté sur la figure ci-contre. Un électron e est placé au centre O du triangle.

1. Représenter puis déterminer le champ électrique créé par les trois charges au point O ;
2. Déduire la force appliquée sur l'électron.

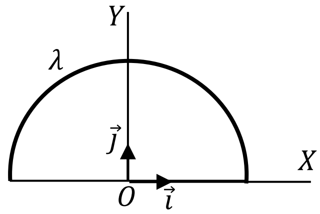


Exercice 3 : (à traiter en cours)

Dans l'assemblage de charges ponctuelles de la figure ci-contre, représenter et déterminer le champ électrique crée par chacune des charges ainsi que le champ électrique résultant au centre O du carré.

Exercice 4 :

Considérons un fil non conducteur, sous forme d'un demi-cercle de rayon R, chargé uniformément avec une densité linéique λ positive (Figure ci-contre). Déterminer le champ électrique crée par le fil au point O.



Exercice 5 :

Considérons deux plans infinis. Le premier plan est chargé positivement avec une densité surfacique $(+\sigma)$ et le second plan est chargé négativement avec une densité surfacique $(-\sigma)$.

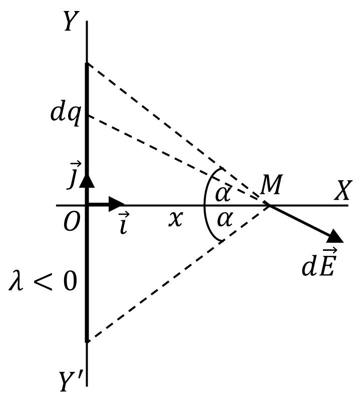
Déterminer le champ électrique crée par les deux plans en un point M quelconque de l'espace dans les cas suivant :

- Les deux plans sont parallèles et séparés par une distance d ;
- Les deux plan son perpendiculaires.

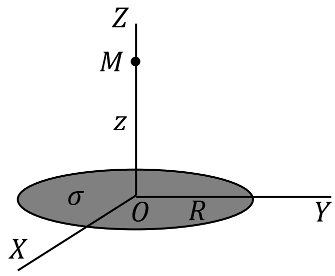
Exercice 6 : (à traiter en cours)

Soit un fil fini de longueur L, assimilé à un segment de droite porté par l'axe (YY') et symétrique par rapport à l'axe $(X'X)$, est uniformément chargé avec une densité linéique λ constante est négative (Figue ci-contre).

1. Donner l'expression du champ électrique élémentaire $\overrightarrow{dE}$ crée par un élément de charge $dq = \lambda dl = \lambda dy$ en un point $M(x, o)$, tel que $x > 0$;
2. Par des considérations de symétrie, montrer que le champ électrique total en M est dirigé suivant l'axe (OX) ;
3. Déterminer le champ électrique total crée par le fil au point M ;
4. Que devient l'expression de ce champ dans les cas suivant : $a)$ $L \to +\infty$ $b)$ $\lambda > 0$ $b)$ $x < 0$



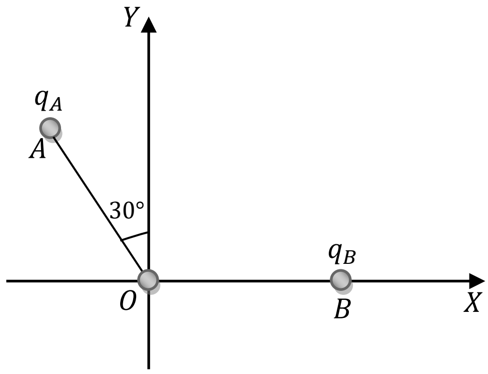
Exercice 7:(à traiter en cours)



Un disque de rayon R est centré en O dans le plan (XOY). Il porte une densité superficielle de charge uniforme $\sigma > 0$ (Figure ci-contre). Calculer le champ électrique créé par ce disque en un point M de son axe $Z'Z$, tel que $OM = z > 0$. Que devient ce champ dans les cas suivants : $a)$ $R \to +\infty$, $b)$ $z < 0$

Exercices supplémentaires :

Exercice 8 :

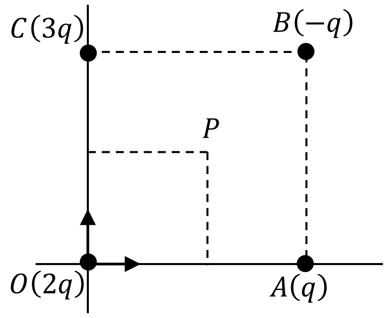


On considère deux charges ponctuelles q_A et q_B, telles que $q_A = q_B = q$, placées respectivement aux points A et B (Figure ci-contre).

1. Déterminer et représenter le champ électrique $\vec{E}_O$ qui s'exerce au point O ;
2. On place au point O une charge ponctuelle q_O, déduire la force Electrique $\vec{F}_O$ qui s'exerce sur elle.

A.N: $q_A = q_B = -5\ 10^{-6}C, q_O = 10^{-6}C, OA = OB = 5\ cm, AB = 8{,}66\ cm$

Exercice 9 :

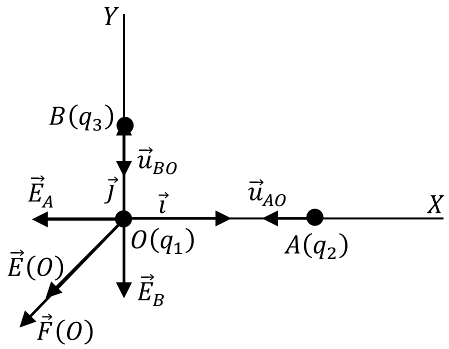


Dans le plan (XOY), on place quatre charges ponctuelles $2q, q, -q$ et $3q$, respectivement aux points $O(0,0), A(2a,0), B(2a,2b)$ et $C(0,2b)$, avec $a > b > 0$ (Figure ci-contre). Dans la base cartésienne $(\vec{\imath},\vec{\jmath})$:

1. Ecrire Les expressions des trois forces que les charges $2q, 3q$ et $(-q)$ exercent sur la charge q.
2. Calculer le champ électrique créé par ces quatre charges au point $P(a,b)$.

Corrigé de la série n°2

Exercice 1 :



$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O)$$

$$= K\frac{q_A}{AO^2}\vec{u}_{AO} + K\frac{q_B}{BO^2}\vec{u}_{BO}$$

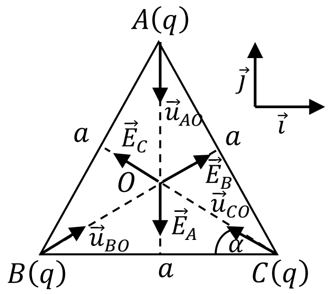
$$\vec{u}_{AO} = -\vec{\imath}\,;\ \vec{u}_{BO} = -\vec{\jmath}$$

$$\vec{E}(O) = -K\left(\frac{q_1}{AO^2}\vec{\imath} + \frac{q_2}{BO^2}\vec{\jmath}\right)$$

$$\vec{F}(O) = q_3\vec{E}(O) = -Kq_3\left(\frac{q_1}{AO^2}\vec{\imath} + \frac{q_2}{BO^2}\vec{\jmath}\right)$$

A.N : $q_1 = 1\,nC = 10^{-9}C\ ;\ q_2 = 4\,nC = 4\,10^{-9}C\ ;\ q_3 = -1\,nC = -10^{-9}C, OA = 2.10^{-2}m\,; OB = 10^{-2}m$

Exercice 2 :



$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O)$$

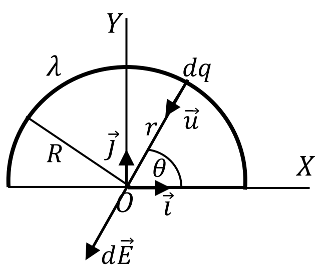
$$= K\frac{q_A}{AO^2}\vec{u}_{AO} + K\frac{q_B}{BO^2}\vec{u}_{BO} + K\frac{q_C}{CO^2}\vec{u}_{CO}$$

$$AO = BO = CO = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\vec{u}_{AO} = -\vec{\jmath}\,;\ \vec{u}_{BO} = \cos\alpha\,\vec{\imath} + \sin\alpha\,\vec{\jmath}\,;\ \vec{u}_{CO} = -\cos\alpha\,\vec{\imath} + \sin\alpha\,\vec{\jmath}$$

$$\vec{E}(O) = 3K\frac{q}{a^2}(2\sin\alpha - 1)\vec{\jmath} = \vec{0}\ (\alpha = 30°)$$

Exercice 3 :



La charge élémentaire dq va créer au point M un champ élémentaire :

$$d\vec{E}(O) = K\frac{dq}{r^2}\vec{u} = K\frac{\lambda dl}{r^2}\vec{u}$$

$$dl = Rd\theta\,; r = R\,;\ \vec{u} = -\cos\theta\,\vec{\imath} - \sin\theta\,\vec{\jmath}$$

Ce qui donne :

$$d\vec{E}(O) = -K\frac{\lambda}{R}(\cos\theta\,\vec{\imath} + \sin\theta\,\vec{\jmath})d\theta$$

Le champ total :

$$\vec{E}(O) = \int d\vec{E}(O) = -K\frac{\lambda}{R}\int_0^{\pi}(\cos\theta\,\vec{\imath} + \sin\theta\,\vec{\jmath})d\theta = -K\frac{\lambda}{R}[\sin\theta\,\vec{\imath} - \cos\theta\,\vec{\jmath}]_0^{\pi} = -2K\frac{\lambda}{R}\vec{\jmath}$$

Exercice 4 :

Principe de superposition :

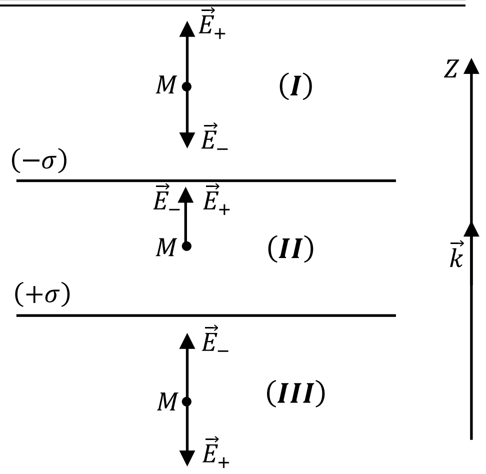
$$\vec{E}(M) = \vec{E}_+(M) + \vec{E}_-(M)$$

1^er cas : deux plan parallèle

Région I : $\vec{E}(M) = \vec{0}$

Région II : $\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{k}$

Région III : $\vec{E}(M) = \vec{0}$



2^ème cas : deux plans perpendiculaires

Région I : $\vec{E}(M) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\imath} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\jmath}$

Région II : $\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\imath} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\jmath}$

Région III : $\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\imath} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\jmath}$

Région IV : $\vec{E}(M) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\imath} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{\jmath}$