

**Série P<sub>5</sub> : FORCE ET CHAMP ELECTROSTATIQUES**

**EXERCICE 1**

**1-** Deux boules métalliques ponctuelles B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> s'attirent avec une force de 2N. La boule B<sub>1</sub> porte une charge électrique q<sub>1</sub> = - 10<sup>-4</sup>C ; son centre se trouve à 15cm de celui de B<sub>2</sub>.

**1.a-** Enoncer la loi de Coulomb.

**1.b-** Rappeler l'expression vectorielle de la force électrostatique. Faire un schéma dans le cas de q<sub>1</sub> et q<sub>2</sub>.

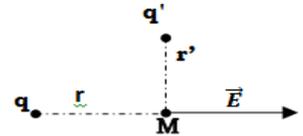
**1.c-** Déterminer la valeur de la charge q<sub>2</sub> portée par la boule B<sub>2</sub>.

**2-** Sur le schéma ci-contre, on a représenté le champ électrostatique  $\vec{E}$  d'intensité E = 250V.m<sup>-1</sup> créée au point M par une charge q.

**2.a-** Quel est le signe de q ? Justifier votre réponse.

**2.b-** Sachant que q = 2q' et que r = 2r', déterminer la valeur du champ électrostatique  $\vec{E}'$  créé au point M par la charge q'.

**2.c-** Donner les caractéristiques du champ électrostatique total  $\vec{E}_t = \vec{E} + \vec{E}'$  au point M.



**EXERCICE 2**

Dans un repère orthonormé (O,  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ), on place deux charges ponctuelles q<sub>A</sub> = q<sub>B</sub> = 6.10<sup>-8</sup>C aux points A et B tels que A(x<sub>A</sub> = 0cm ; y<sub>A</sub> = 3cm) et B(x<sub>B</sub> = 3cm ; y<sub>B</sub> = 0cm).

**1-** Représenter sur la figure le spectre électrostatique créé par les charges q<sub>A</sub> et q<sub>B</sub>.

**2-** Donner les caractéristiques des vecteurs champs électriques  $\vec{E}_A$  et  $\vec{E}_B$  créés respectivement par q<sub>A</sub> et q<sub>B</sub> au point O. Les représenter à l'échelle 1cm  $\rightarrow$  3.10<sup>5</sup>V/m.

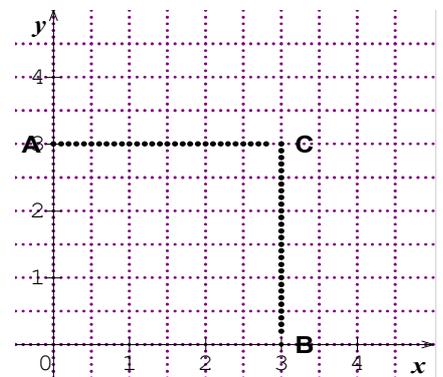
**3-** Calculer la valeur du champ résultant  $\vec{E}$  au point O et le représenter.

**4-** Pour annuler le champ résultant au point O, on place au point C une charge q<sub>C</sub>.

**4.1-** Calculer la distance OC.

**4.2-** Déterminer la valeur de la charge q<sub>C</sub>.

**5-** Déterminer la valeur de la force électrostatique exercée par la charge q<sub>A</sub> sur la charge q<sub>B</sub>.



**EXERCICE 3**

**1-** On considère deux charges ponctuelles q<sub>1</sub> et q<sub>2</sub> placées dans le vide respectivement en A et B telle que la distance AB = d = 10cm.

**1.a-** Enoncer la loi de Coulomb.

**1.b-** Rappeler l'expression vectorielle de la force électrostatique. Faire un schéma dans le cas de q<sub>1</sub> et q<sub>2</sub> sachant que q<sub>1</sub> = 1μC et que q<sub>2</sub> = 2q<sub>1</sub>.

**1.c-** Calculer les valeurs des forces électriques qui s'exercent sur q<sub>1</sub> et q<sub>2</sub>.

**1.d-** Représenter sur un autre schéma le spectre électrostatique créé par les deux charges.

**2-** Soit M un point du segment [AB]. On pose AM = x.

**2.a-** Exprimer, en fonction de x, les valeurs des champs électrostatiques  $\vec{E}_1$  et  $\vec{E}_2$  créés respectivement par q<sub>1</sub> et q<sub>2</sub> au point M. Représenter les vecteurs  $\vec{E}_1$  et  $\vec{E}_2$ .

**2.b-** En déduire l'expression du champ électrique résultant  $\vec{E}_M$  au point M en fonction de x.

**2.c-** Déterminer la valeur de x pour laquelle le champ électrostatique  $\vec{E}_M$  soit nul.

**EXERCICE 4**

Deux charges positives q = 5μC et q' = 3μC sont placées respectivement en deux points A et B distants de 2a = 10cm.

**1-** Déterminer le vecteur champ électrique :

**1.a-** Au milieu du segment [AB] ;

**1.b-** En un point N situé sur la droite (AB) à la distance 3a du point M.

**2-** Montrer qu'il existe entre A et B un point O, où le champ électrique est nul et déterminer la position de ce point.

**3-** On place une charge négative q'' telle que q'' = -q en un point C, situé sur la médiatrice de [AB] à une distance 2a de A.

**3.a-** Déterminer les caractéristiques de la force électrostatique exercée sur q'' par q et q'.

**3.b-** En déduire le vecteur champ électrostatique créée au point C par q et q'.

### EXERCICE 5

On considère un triangle isocèle ABC de sommet C et rectangle en C tel que  $AC=BC=10\text{ cm}$

**1-** On place une charge  $q_A = 2.10^{-9}\text{C}$  au point A et une charge  $q_B = 3.10^{-9}\text{C}$  au point B.

**1.a-** Déterminer les caractéristiques des vecteurs champs électriques  $\vec{E}_A$  et  $\vec{E}_B$  respectivement créés par les charges  $q_A$  et  $q_B$  au point C.

**1.b-** Déduire les caractéristiques du vecteur champ électrique résultant  $\vec{E}$  créé par les deux charges  $q_A$  et  $q_B$  au point C.

**1.c-** En adoptant l'échelle :  $1\text{ cm}$  pour  $900\text{ N.C}^{-1}$ . Représenter  $\vec{E}_A$ ,  $\vec{E}_B$  et  $\vec{E}$ .

**1.d-** Retrouver graphiquement la valeur de  $\vec{E}$ .

**2-** On place au point C une charge  $q$  positive.

**a-** Déterminer les caractéristiques de la force  $\vec{F}$  exercée par les charges  $q_A$  et  $q_B$  sur la charge  $q$  au point C sachant que sa valeur est  $1,63 \cdot 10^{-5}\text{ N}$ .

**b-** Ecrire la relation entre  $\vec{F}$ ,  $\vec{E}$  et  $q$  puis déduire la valeur de la charge  $q$ .

### EXERCICE 6

Dans l'expérience de Millikan, on cherche à déterminer les caractéristiques d'une goutte d'huile de charge  $q_0$  de masse  $m$  maintenue en équilibre dans un champ de pesanteur par un champ électrostatique.

**1** Faire un schéma indiquant les forces qui s'exercent sur la goutte d'huile, la position et le signe des plaques qui créent le champ électrostatique.

**2.** La goutte d'huile est dans un champ électrostatique d'intensité  $E = 6.108\text{V/m}$ . Déterminer le rapport  $\frac{q}{m}$ .

**3.** La goutte d'huile porte une charge  $q$  égale à vingt (20) fois la charge élémentaire.

**3.1** Quelle est sa masse ?

**3.2.** En déduire son rayon sachant que sa masse volumique est  $890\text{kg.m}^{-3}$

### EXERCICE 7

Deux pendules électrostatiques constitués par deux boules (B) et (B') de même masse  $m = 0,3\text{g}$  et supposées ponctuelles portant respectivement une charge  $q = +100\text{nC}$  et une charge  $q'$  de valeur absolue égale à  $20\text{nC}$

A l'équilibre les deux pendules font les angles  $\beta$  et  $\beta'$  avec la verticale telles que les deux boules soient distantes de  $d = 10\text{cm}$ .

**1-** Représenter toutes les forces qui s'exercent sur les deux boules B et B'.

**2-** Quel est le signe de la charge  $q'$  ? Justifier.

**3-** La boule (B') présente-t-elle un excès ou un défaut d'électrons ? Calculer le nombre d'électrons correspondant.

**4-** Evaluer la force électrostatique d'interaction entre les deux boules.

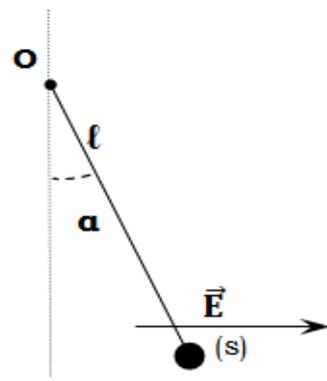
**5-** Comparer en justifiant les angles  $\beta$  et  $\beta'$ . Déterminer leurs valeurs.



### EXERCICE 8

Une petite sphère (S) est attachée au point O par un fil isolant de masse négligeable et de longueur  $l = 40\text{cm}$  (voir figure.). La sphère, de masse  $m = 50\text{mg}$ , porte la charge électrique  $q$ .

**1-** On la soumet à un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$ , horizontal, orienté comme l'indique la figure. Le fil s'incline alors d'un angle  $\alpha = 10^\circ$  par rapport à la verticale.



**1.a-** Qu'est-ce- qu'un champ électrostatique uniforme ? Comment l'obtient-on dans la pratique ?

**1.b-** Représenter les deux plaques et leurs signes respectifs. Tracer trois lignes de champ.

**1.c-** En déduire, à partir de la condition d'équilibre de la sphère, la valeur de la charge électrique  $q$ .

- Intensité du champ électrostatique :  $E = 10^3\text{V/m}$ .

**2.** On superpose au champ électrostatique précédent un autre champ électrique uniforme  $\vec{E}'$ , vertical. Quels doivent être le sens et l'intensité du champ  $\vec{E}'$  pour que le fil s'incline sur la verticale d'un angle  $\alpha' = 20^\circ$  ?

**3.** Quelle serait l'inclinaison  $\alpha''$  du fil si l'on changeait le sens du champ  $E'$  sans modifier son intensité ?

**AU TRAVAIL !**