

Exercice 1

Une charge électrique ponctuelle $q = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ est placée dans le vide en un point O .

Donner les caractéristiques du champ électrostatique qu'elle produit en un point A situé à 10 cm de O .

Exercice 2

Une particule située en un point M d'un champ électrique où le vecteur champ a pour valeur $5 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, est soumise à une force de sens opposé au vecteur champ électrostatique et d'intensité $8 \cdot 10^{-14} \text{ N}$. Calculer la charge de la particule.

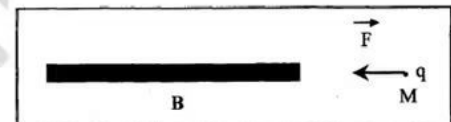
Exercice 3

En un point M situé à proximité d'un bâton B chargé électriquement, se trouve une petite boule électrisée portant la charge électrique $q = 7,5 \mu\text{C}$.

B exerce sur la boule une force $\vec{F}$ horizontale d'intensité $\|\vec{F}\| = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$.

1/ Représenter le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ produit par B en M .

2/ Préciser le signe de la charge électrique portée par B .

**Exercice 4**

Une charge électrique ponctuelle q est placée en un point O .

1/ Déterminer la valeur algébrique de cette charge, sachant qu'elle crée en un point M situé à $r = OM = 20 \text{ cm}$, un champ électrique dont le vecteur $\vec{E}$ est orienté vers O et a pour norme: $\|\vec{E}\| = 5 \cdot 10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$.

2/ On remplace au point O la charge ponctuelle précédente q par une charge ponctuelle $q' = +2 \mu\text{C}$.

a - Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique $\vec{E}'$ au point M défini par $r = OM = 20 \text{ cm}$.

b - Déterminer l'ensemble des points de l'espace, où le champ électrique créé par la charge q' vaut $5 \cdot 10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$.

Exercice 5

Deux charges électriques ponctuelles égales situées respectivement en deux points A et B distants de 2 cm, dans le vide, se repoussent avec une force F d'intensité $\|\vec{F}\| = 10^{-6} \text{ N}$.

Déterminer la valeur et le signe ces deux charges.

Exercice 6

Soit un triangle ABC rectangle en B tel que $AB = 6 \text{ cm}$; $BC = 4 \text{ cm}$. En place deux charges ponctuelles $q_1 = 2.10^{-9} \text{ C}$ et $q_2 = 8.10^{-9} \text{ C}$ respectivement aux points A et B.

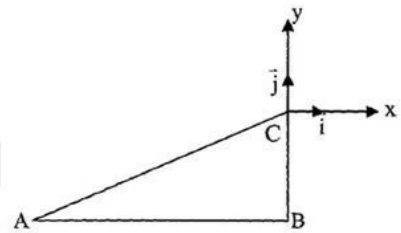
1/Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique $\vec{E}_1$ crée par les deux charges au point (I) milieu de AB.

2/Déterminer la position d'un point M situé sur la droite AB où le vecteur champs électrostatique $\vec{E}_1$ est nul.

a) Calculer les valeurs des champs électriques $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$. Crées respectivement par les charges q_1 et q_2 au point C.

b) Déterminer les composantes E_x et E_y dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$

du vecteur champ électrique résultant $\vec{E}$ au point C. Calculer la valeur de $\vec{E}$ On donne : $K = 9.10^9 \text{ S.I}$



Exercice 7

Toutes les charges électriques sont placées dans l'air où $K = 9.10^9 \text{ S.I}$. On donne

$$e = 1,6.10^{-19} \text{ C}, g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$$

Une boule (supposée ponctuelle) est fixée en un point O, elle porte une charge $Q = -6,4 \text{ nC}$; figure ci-dessous.

1/Cette charge a été créée sur la boule par perte ou par gain d'électrons ? Calculer le nombre d'électrons perdus ou gagnés.

2/Représenter le spectre électrique créé par cette charge.

3/Donner l'expression du vecteur champ électrique créé par Q au point M situé à une distance $OM=d=8\text{cm}$, le représenter (échelle $3.10^3 \text{ N} \rightarrow 1 \text{ cm}$)

4/Un pendule électrostatique dont la boule, supposée ponctuelle, porte une charge q est placé dans le champ électrique créé par la charge Q; La boule du pendule prend une position d'équilibre au point M, où le fil du pendule fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec la verticale :

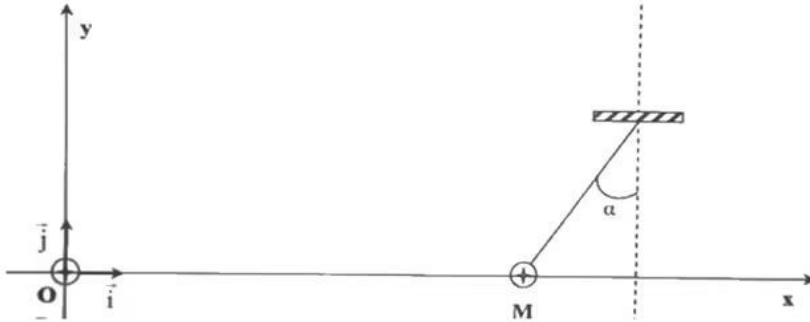
a) Quel est le signe de la charge q ?

b) Sachant que la boule du pendule pèse $m = 16\text{mg}$; calculer la valeur de la force électrique exercée par la charge Q sur la charge q, représenter cette force selon l'échelle :

$$4,5.10^{-5} \text{ N} \rightarrow 1 \text{ cm}$$

c) En déduire la valeur de la charge q. (en nC)

d) En déduire le vecteur force exercé par q sur la boule portant la charge Q , le représenter à la même échelle.



Exercice 8

On place en deux points A et B tel que $AB = 12 \text{ cm}$ deux corps ponctuels portant les charges $q_A = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ et $q_B = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

1/ Déterminer les caractéristiques du champ électrostatique créé par q_A et q_B au point O milieu de AB.

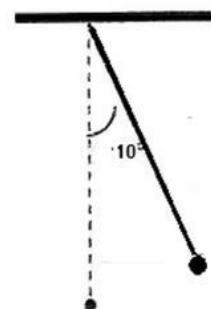
2/ Déterminer les caractéristiques du champ au point M situé sur la droite (AB) du côté A à la distance $BM = 20 \text{ cm}$.

3/ On considère un point D de la médiatrice de AB tel que $OD = OA = OB$. Déterminer les caractéristiques du champ créé par q_A et q_B en D.

4/ Déterminer la position d'un point N situé sur la droite AB où le vecteur champs électrostatique est nul.

Exercice 9

Une boule sphérique assimilable à un corps ponctuel est attachée au point O par un fil isolant de masse négligeable et de longueur $l = 60 \text{ cm}$. La boule de masse $m = 5 \text{ mg}$ porte une charge électrique $q = -4 \mu\text{C}$. Placé dans un champ électrique uniforme le pendule (boule + fil) dévie d'un angle $\alpha = 10^\circ$ et reste en équilibre.



1/ Représenter toutes les forces qui s'exercent sur la boule.

2/ Déterminer le sens du vecteur champ électrique.

3/ Ecrire la condition d'équilibre de la boule.

4/ Calculer la valeur du vecteur champ électrique ainsi que celle de la tension du fil.

Exercice 1



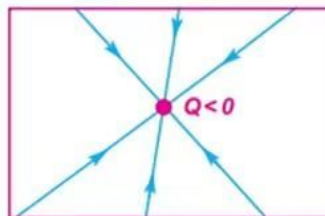
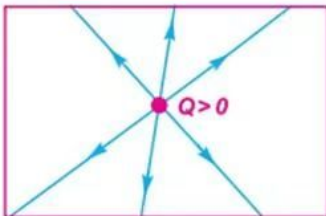
$$q = 4,8 \cdot 10^{-7} \text{ C} ; OA = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$\|\vec{E}\| = k \frac{|q|}{(OA)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 4,8 \cdot 10^{-7}}{10^{-2}} = 4,32 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

- Valeur : $\|\vec{E}\| = 4,32 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$
- Direction : Celle de la droite (OA)
- Sens : de O vers A (centrifuge)

Les lignes de champ associées au champ électrique créé par une charge ponctuelle Q sont des droites issues de point O, emplacement de Q, et dirigées dans toutes les directions de l'espace. Elles sont orientées vers :

- l'extérieur (champ centrifuge) si Q est positive
- l'intérieur (champ centripète) si Q est négative

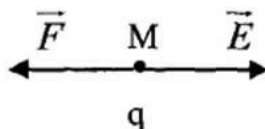


Exercice 2

$$\|\vec{E}\| = 5 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\|\vec{F}\| = 8 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

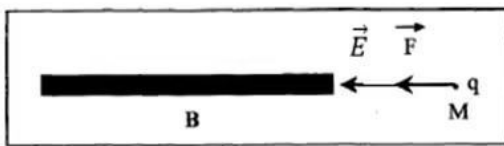


$$\begin{aligned}\|\vec{F}\| &= |q| \cdot \|\vec{E}\| \Rightarrow |q| \\ &= \frac{\|\vec{F}\|}{\|\vec{E}\|} \\ &= 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}\end{aligned}$$

Or $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont de sens contraire $\Rightarrow q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Exercice 3

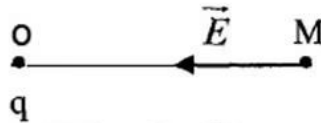
1/ $q > 0$ donc $\vec{E}$ est de même sens que $\vec{F}$



2/ B tend à attirer la boule, la charge électrique portée par B est opposée à celle de q donc elle est négative

Exercice 4

1) Champ $\vec{E}$ centripète : $q < 0$



$$\|\vec{E}\| = \frac{K|q|}{r^2} \Rightarrow |q| = \frac{\|\vec{E}\| \times r^2}{K}$$

$$\bullet = \frac{5 \times 10^4 (20 \times 10^{-2})^2}{9 \times 10^9} = 0,22 \times 10^{-6} \text{C} = 0,22 \mu\text{C}$$

$$|q| = 0,22 \mu\text{C}$$

$$q = -0,22 \mu\text{C}$$

$$2a/q' = +2 \mu\text{C}.$$

$$\|\vec{E}'\| = \frac{K|q'|}{r^2}$$

$$\|\vec{E}'\| = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{(20 \times 10^{-2})^2} = 4,5 \times 10^5 \text{V.M}^{-1}$$

Caractéristiques du vecteur champ électrique $\vec{E}'$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Valeur : } \|\vec{E}'\| = 4,5 \times 10^5 \text{ V.M}^{-1} \\ \text{Direction : Celle de la droite (OM)} \\ \text{sens : De O vers M} \end{array} \right.$$


$$b/\|\vec{E}'\| = \frac{K|q|}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{k \times |q'|}{\|\vec{E}'\|}} = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{5 \times 10^4}} = 0.6 \text{ m}$$

L'ensemble des points est le cercle de centre O et de rayon 0.6m

Exercice 5

Déterminons les deux charges.

D'après la loi de Coulomb, l'intensité commune des forces d'interaction entre deux charges est donnée par la relation :

$$\|\vec{F}_{A/B}\| = \|\vec{F}_{B/A}\| = k \cdot \frac{|q_A| |q_B|}{d^2} \text{ avec } k_{\text{vide}} = 9.10^9$$

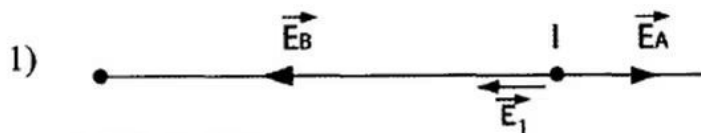
$$\text{Or } |q_A| = |q_B| = |q|.$$

$$\text{D'où } |q| = d \sqrt{\frac{\|\vec{F}\|}{k}}; \text{ A, N : } |q| \approx 2,1.10^{-10} \text{ C soit } 0,21 \mu\text{C}.$$

Les forces d'interaction entre les deux charges étant répulsives, les deux charges q_A et q_B sont de même signe soit :

$$q_A = q_B = +0,21.10^{-9} \text{ C ou bien } q_A = q_B = -0,21.10^{-9} \text{ C}$$

Exercice 6



$$q_A = 2.10^{-9} \text{ C } q_B = 8.10^{-9} \text{ C}$$

- $\vec{E}_A$ centrifuge par rapport à q_A . $\|\vec{E}_A\| = \frac{k|q_A|}{(AI)^2}$

- $\vec{E}_B$: centrifuge par rapport à q_B . $\|\vec{E}_B\| = \frac{k|q_B|}{(BI)^2}$

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_A + \vec{E}_B \text{ avec } \vec{E}_A \text{ et } \vec{E}_B \text{ colinéaires de sens contraire et } \|\vec{E}_B\| > \|\vec{E}_A\|$$

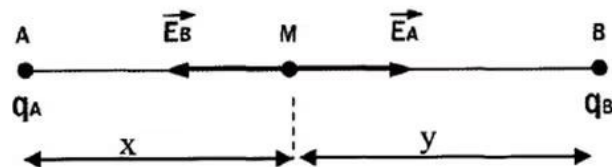
(BI=AI et $|q_B| > |q_A|$)

$$\|\vec{E}_1\| = \|\vec{E}_B\| - \|\vec{E}_A\|$$

$$\|\vec{E}_1\| = \frac{k}{(AI)^2} (|q_B| - |q_A|); \|\vec{E}_1\| = 6.10^4 N \cdot C^{-1}$$

E_1 porté par la droite (AB) orienté de I vers A .

2)



$\vec{E}(M) = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \vec{0} \Rightarrow \vec{E}_A$ et $\vec{E}_B$ sont colinéaires de sens opposés et de même valeur.

$$\|\vec{E}_A\| = \|\vec{E}_B\|$$

$$x = AM$$

$$\Rightarrow \frac{k \cdot |q_1|}{x^2} = \frac{k \cdot |q_2|}{y^2} \quad \text{avec } y = BM$$

$$x + y = AB$$

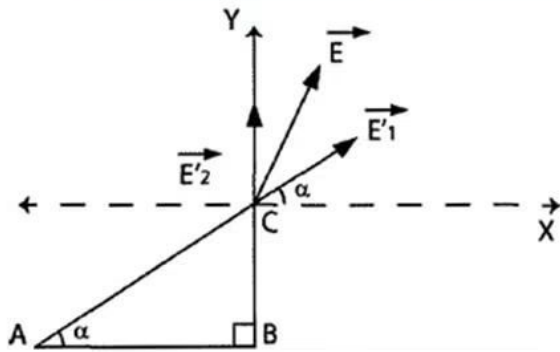
$$\frac{2 \cdot 10^{-9}}{x^2} = \frac{8 \cdot 10^{-9}}{y^2} \Rightarrow y^2 = 4x^2 \Rightarrow y = 2x \quad (1)$$

$$x + y = d \quad (2)$$

$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow 3x = d \Rightarrow x = \frac{d}{3} = 2 \text{ cm}$$

Donc $M \in [AB]$ tel que $AM = x = 2 \text{ cm}$

3)a



- $\vec{E}'_1$ est porté par (AC) et centrifuge par rapport à q_A Soit $\|\vec{E}'_1\| = \frac{k \cdot |q_A|}{AB^2 + BC^2}$ avec

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 \Rightarrow \|\vec{E}'_1\| = 3,46 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

- $\vec{E}'_2$ est porté par (BC) et centrifuge par rapport à q_B

$$\|\vec{E}'_2\| = \frac{k \cdot |q_2|}{AB^2 + BC^2}; \text{AN} \Rightarrow \|\vec{E}'_2\| = 1,38 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

b) $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$ projection dans $R(c, \vec{i}, \vec{j})$

$$\vec{E}'_1 \begin{pmatrix} E'_{1x} = \|\vec{E}'_1\| \cos \alpha \\ E'_{1y} = \|\vec{E}'_1\| \sin \alpha \end{pmatrix} \text{ avec } \tan \alpha = \frac{BC}{AB} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{BC}{AB} \Rightarrow \alpha = 33,7^\circ$$

$$\vec{E}'_2 \begin{pmatrix} E'_{2x} = 0 \\ E'_{2y} = \|\vec{E}'_2\| \end{pmatrix}$$

$$\vec{E} \begin{pmatrix} E_x = E'_{1x} + E'_{2x} = \|\vec{E}'_1\| \cos \alpha \\ E_y = E'_{1y} + E'_{2y} = \|\vec{E}'_1\| \sin \alpha + \|\vec{E}'_2\| \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{E} \quad \begin{matrix} E_x = 2,88 \cdot 10^3 \\ E_y = 1,58 \cdot 10^4 \end{matrix}$$

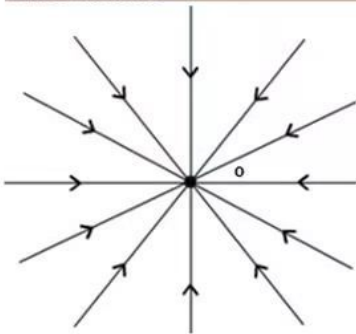
$$\|\vec{E}\| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 1,61 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

Exercice 7

1) $Q < 0$ il s'agit d'un gain d'électrons .

- $Q = n(-e) \Rightarrow n = \frac{Q}{-e} = \frac{-6,4 \cdot 10^{-9}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 4 \cdot 10^{10}$

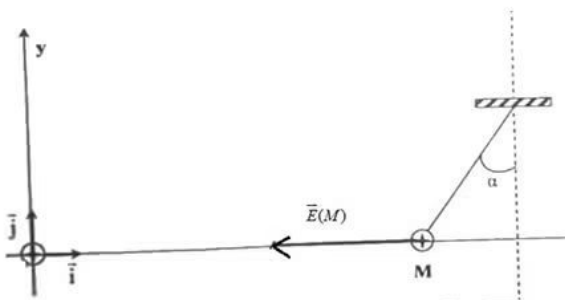
2)



3)

$$\vec{E}(M) = k \frac{Q}{d^2} \vec{i}$$

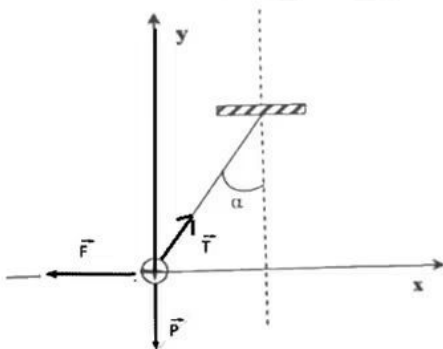
$$\|\vec{E}\| = k \frac{|Q|}{d^2} = 9.10^9 \times \frac{6,4.10^{-9}}{(8.10^{-2})^2} = 9.10^3 \text{ N.C}^{-1}$$



Représentation : $\|\vec{E}\| = 3\text{cm}$

4)a) Q et q sont de signes opposés $Q < 0$ alors $q > 0$

b)



$$\begin{cases} \|\vec{T}\| \sin a - \|\vec{F}\| = 0 \\ -\|\vec{P}\| + \|\vec{T}\| \cos a = 0 \end{cases}$$

$$\|\vec{T}\| = \frac{\|\vec{P}\|}{\cos a} = \frac{m \|\vec{g}\|}{\cos a}$$

$$\|\vec{F}\| = \|\vec{T}\| \sin a = \frac{m \|\vec{g}\|}{\cos a} \sin a = m \|\vec{g}\| \tan a$$

$$\|\vec{F}\| = m \|\vec{g}\| \operatorname{tga}$$

$$\text{AN : } \|\vec{F}\| = m \|\vec{g}\| \operatorname{tga} = 16 \cdot 10^{-6} \times 9.8 \times 0.57 = 9 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

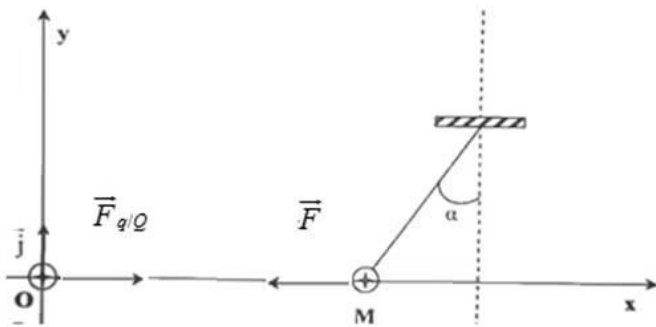
Représentation : $\|\vec{F}\| = 2 \text{ cm}$

c)

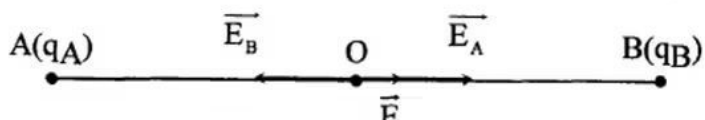
$$\|\vec{F}\| = |q| \cdot \|\vec{E}\|$$

$$|q| = \frac{\|\vec{F}\|}{\|\vec{E}\|} = \frac{9 \cdot 10^{-5}}{9 \cdot 10^3} = 10^{-8} \text{ C} = 10 \text{ nC}$$

$$\text{d) } \vec{F}_{q/Q} = -\vec{F}_{Q/q} = -\vec{F}$$



Exercice 8



$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$: Champ électrostatique résultant.

$\vec{E}_A$: champ électrostatique créé par la charge q_A au point O.

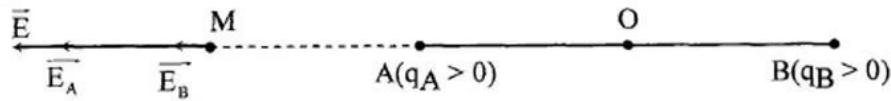
$\vec{E}_B$: Champ électrostatique créé par la charge q_B au point O.

$$\|\vec{E}_A\| = K \frac{|q_A|}{OA^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1,6 \cdot 10^{-6}}{(6 \cdot 10^{-2})^2} = 4 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\|\vec{E}_B\| = K \frac{|q_B|}{OB^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1,6 \cdot 10^{-6}}{(6 \cdot 10^{-2})^2} = 3 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\vec{E}_A \text{ et } \vec{E}_B \text{ de sens contraire donc } \|\vec{E}\| = \|\vec{E}_A\| - \|\vec{E}_B\| = 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

2/



$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

$$\|\vec{E}_A\| = K \frac{q_A}{AM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-6}}{(8 \cdot 10^{-2})^2} = 2,25 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\|\vec{E}_B\| = K \frac{q_B}{BM^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{(20 \cdot 10^{-2})^2} = 0,27 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\vec{E}_A \text{ et } \vec{E}_B \text{ de même sens donc } \|\vec{E}\| = \|\vec{E}_A\| + \|\vec{E}_B\|$$

$$\vec{E} \begin{cases} \text{Direction: Droite (AB)} \\ \text{Sens: de A vers M} \\ \|\vec{E}\| = 2,52 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \end{cases}$$

3/

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

$$AD^2 = OA^2 + OD^2 = 72 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 ; BD = AD$$

$$\vec{E}_A \perp \vec{E}_B$$

$$\|\vec{E}_A\| = K \frac{q_A}{AD^2} = 2 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\|\vec{E}_B\| = K \frac{|q_B|}{BD^2} = 1,5 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

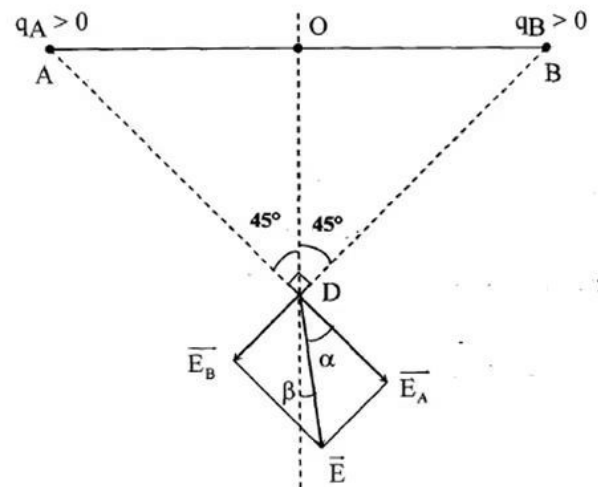
$$\|\vec{E}\| = \sqrt{\|\vec{E}_A\|^2 + \|\vec{E}_B\|^2} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

Direction : droite faisant l'angle β avec la

$$\text{médiatrice. } \beta = 45 - \alpha \text{ avec } \tan \alpha = \frac{\|\vec{E}_B\|}{\|\vec{E}_A\|} = 0,75$$

$$\Rightarrow \alpha = 36,87^\circ \Rightarrow \beta = 8,13^\circ$$

$$\vec{E} \begin{cases} * \text{ Direction: Droite (AB)} \\ * \text{ Sens: de O vers B car } \|\vec{E}_A\| > \|\vec{E}_B\| \text{ avec } \vec{E}_A \text{ et } \vec{E}_B \text{ de sens contraire} \\ * \|\vec{E}\| = \|\vec{E}_A\| - \|\vec{E}_B\| = 10^6 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} \end{cases}$$



4/ Au point N le champ électrostatique est nul alors $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \vec{0}$

Donc $\vec{E}_A = -\vec{E}_B$ donc $\vec{E}_A$ et $\vec{E}_B$ sont colinéaires de sens contraire q_A et q_B e même signe.

On pose $AN = x$ et $AB = d$ alors $BN = d - x$

$$\|\vec{E}_A\| = \|\vec{E}_B\| \text{ donc } K \frac{q_A}{x^2} = K \frac{q_B}{(d-x)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{(d-x)^2}{x^2} = \frac{q_B}{q_A} = \frac{3}{4}$$

$$\text{Donc } \frac{d-x}{x} = \sqrt{\frac{3}{4}} \Rightarrow d-x = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot x$$

$$\text{donc } x \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = d \Rightarrow x = \frac{2d}{2 + \sqrt{3}} \Rightarrow x = 6,43 \text{ cm}$$

$$AN = 6,43 \text{ cm et } BN = 5,57 \text{ cm}$$

Exercice 9

1/La boule est soumise à 3 forces :

$\vec{P}$: poids

$\vec{T}$: tension du fil

$\vec{F}$: force électrique

2/ $\vec{F} = q\vec{E}$ et puisque $q < 0$ donc $\vec{F}$ et $\vec{E}$ de sens opposé

3/La boule est en équilibre $\vec{F} + \vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$

4/

✚ Projection suivant X'X : $F_x + P_x + T_x = 0$

$$\|\vec{F}_x\| - \|\vec{T}_x\| \sin \alpha = 0 \Rightarrow |q| \cdot |\vec{E}| = \|\vec{T}\| \cdot \sin \alpha \quad -1-$$

✚ Projection suivant y'y : $F_y + P_y + T_y = 0$

$$-\|\vec{P}\| + \|\vec{T}\| \cos \alpha = 0 \Rightarrow m \|\vec{g}\| = \|\vec{T}\| \cos \alpha \quad -2-$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{|q| \cdot |\vec{E}|}{m \cdot \|\vec{g}\|} \Rightarrow \|\vec{E}\| = \frac{m \cdot \|\vec{g}\| \tan \alpha}{|q|}$$

$$\text{A.N : } \|\vec{E}\| = 22 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\|\vec{T}\| = \frac{m \cdot \|\vec{g}\|}{\cos \alpha}; \quad \|\vec{T}\| = 10^{-4} \text{ N}$$

