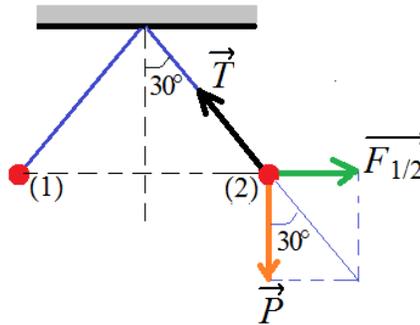


Série 3 : Biélectricité (1)

Exercice 1:

Deux billes identiques pesant chacune $0.1g$ portent des charges identiques et sont suspendues en un seul point par des fils isolants de $40cm$ de longueur. A l'équilibre, elles se positionnent à $40cm$ l'une de l'autre. Trouver la charge que porte chaque bille.

Réponses:



$$\text{Equilibre} \Rightarrow \Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{1/2} + \vec{P} + \vec{T} = 0$$

$$\tan 30^\circ = \frac{F_{1/2}}{P} \Rightarrow F_{1/2} = P \times \tan 30^\circ = 0.577 \times 10^{-3} N$$

$$F_{1/2} = K \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{F_{1/2} \times r^2}{K}} = \pm 0.101 \times 10^{-6} C$$

Exercice 2:

Deux charges positives q_1 et q_2 situées sur un même axe et à une distance r l'une de l'autre sont libres de se déplacer sur cet axe, mais en sont empêchées par la présence d'une troisième charge q_3 sur le même axe.

1) Déterminer la valeur de q_3 et la position qu'elle doit occuper pour que les autres charges se maintiennent en équilibre.

2) Quel est alors le potentiel en ce point?

On donne: $q_2 = 4q_1$

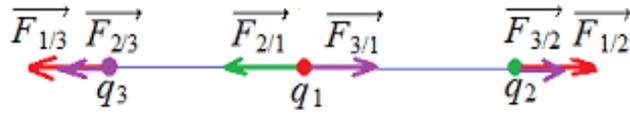
Réponses:

1) q_1 et q_2 sont toutes deux positives.



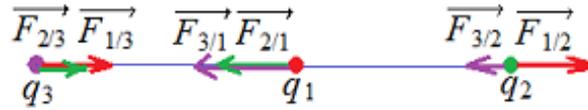
On a les possibilités suivantes:

$\hookrightarrow q_3 > 0$ à gauche de q_1 :



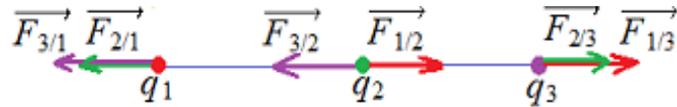
$\implies q_2$ jamais immobile.

$\hookrightarrow q_3 < 0$ à gauche de q_1 :



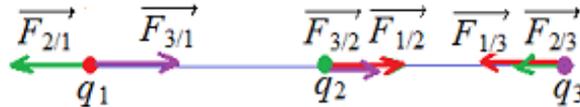
$\implies q_1$ jamais immobile.

$\hookrightarrow q_3 > 0$ à droite de q_2 :



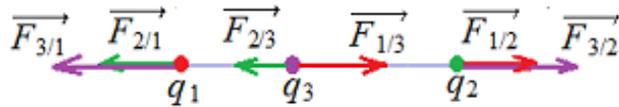
$\implies q_1$ jamais immobile.

$\hookrightarrow q_3 < 0$ à droite de q_2 :



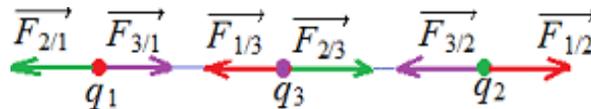
$\implies q_2$ jamais immobile.

$\hookrightarrow q_3 > 0$ entre q_1 et q_2 :



$\implies q_1$ et q_2 jamais immobiles.

$\hookrightarrow q_3 < 0$ entre q_1 et q_2 :



$$F_{3/1} = K \frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2} = K \frac{q_1 |q_3|}{r_{13}^2}; \quad F_{2/1} = K \frac{|q_1 q_2|}{r_{12}^2} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$$F_{3/2} = K \frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2} = K \frac{q_2 |q_3|}{r_{23}^2}; \quad F_{1/2} = F_{2/1} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

q_1 et q_2 peuvent être immobiles à condition que:

$$\begin{cases} \vec{F}_{3/1} + \vec{F}_{2/1} = 0 \\ \vec{F}_{3/2} + \vec{F}_{1/2} = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} F_{3/1} = F_{2/1} \\ F_{3/2} = F_{1/2} \end{cases} \implies F_{3/2} = F_{3/1}$$

$$\implies K \frac{q_2 |q_3|}{r_{23}^2} = K \frac{q_1 |q_3|}{r_{13}^2} \implies \frac{4q_1}{r_{23}^2} = \frac{q_1}{r_{13}^2} \implies 2r_{13} = r_{23}$$

On a: $r = r_{13} + r_{23} \implies \begin{cases} r_{13} = \frac{r}{3} \\ r_{23} = \frac{2r}{3} \end{cases}$



La valeur de q_3

$$F_{3/1} = F_{2/1} \implies K \frac{q_1 |q_3|}{r_{13}^2} = K \frac{q_1 q_2}{r_{23}^2} \implies \frac{-q_3}{(\frac{r}{3})^2} = \frac{q_2}{r^2} \implies q_3 = -\frac{q_2}{9} = -\frac{4q_1}{9}$$

$$2)V_3 = V_{1/3} + V_{2/3} = K \frac{q_1}{r_{13}} + K \frac{q_2}{r_{23}} = K \frac{q_1}{r_{13}} + K \frac{4q_1}{r_{23}}$$

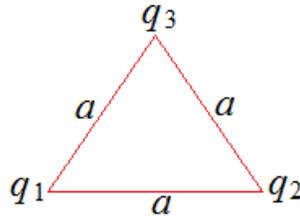
$$r_{23} = 2r_{13} \implies V_3 = 3K \frac{q_1}{r_{13}} = 9K \frac{q_1}{r}$$

Exercice 3:

Trois charges ponctuelles q_1, q_2 et q_3 forment entre elles un triangle équilatéral de côté a . Quelle est l'énergie potentielle de ce système.

On donne: $a = 10\text{cm}; q_1 = -4q; q_2 = 2q; q_3 = q$ et $q = 10^{-7}\text{C}$.

Réponses:



$$E_p = E_p(q_1, q_2) + E_p(q_1, q_3) + E_p(q_2, q_3)$$

$$= K \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + K \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + K \frac{q_2 q_3}{r_{23}} = \frac{K}{a} (q_1 q_2 + q_1 q_3 + q_2 q_3)$$

$$= \frac{K}{a} (-8q^2 - 4q^2 + 2q^2) \implies E_p = -10K \frac{q^2}{a} = -9 \times 10^{-3}\text{J}$$

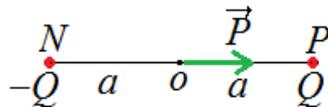
Exercice 4:

Le groupe $C = O$ dans les molécules organiques présente un moment dipolaire d'environ $8 \times 10^{-30}\text{C.m}$. La distance entre le centre de gravité des charges positives P et celui des charges négatives N est de 1.2\AA . Calculer:

- 1) La charge positive Q de ce dipôle.
- 2) Le potentiel au point M situé sur l'axe du dipôle à la distance 8.4\AA de la charge négative.
- 3) Le potentiel en M si seule existait la charge négative $(-Q)$.

Réponses:

1)

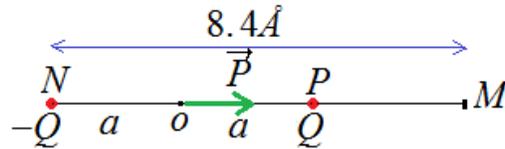


$$P = Qd \implies Q = \frac{P}{d} = \frac{8 \times 10^{-30}}{1.2 \times 10^{-10}} = 6.66 \times 10^{-20} C$$

$$d = NP$$

2) On a deux possibilités:

M à droite de P

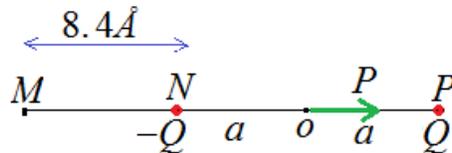


$$a = \frac{d}{2} = 0.6 \times 10^{-10} m; r = OM = NM - a = 7.8 \times 10^{-10} m$$

$$\theta = (\vec{P}, \vec{OM}) \implies \theta = 0$$

$$V_M = \frac{KP \cos \theta}{r^2} = \frac{KP}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-30}}{(7.8 \times 10^{-10})^2} = 0.118 V$$

M à gauche de N



$$r = OM = NM + a = 9 \times 10^{-10} m$$

$$\theta = (\vec{P}, \vec{OM}) \implies \theta = \pi$$

$$V_M = \frac{KP \cos \theta}{r^2} = -\frac{KP}{r^2} = -\frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-30}}{(9 \times 10^{-10})^2} = -0.088 V$$

3) Si seule existait la charge négative (-Q),

$$V_M = \frac{K(-Q)}{NM} = -\frac{9 \times 10^9 \times 6.66 \times 10^{-20}}{8.4 \times 10^{-10}} = -0.71 V$$