

SERIE D

ELECTROSTATIQUE ET ELECTRODINAMIQUE : ELECTROSTATIQUE 2

Exercice I :

soit un dipôle situé dans un espace où règne un champ électrique \vec{E} dû à une ou plusieurs charges suffisamment éloignée(s) du dipôle.

1- comment pouvons-nous exprimer les notions d'équilibre stable et d'équilibre instable qui caractériseraient ce dipôle \vec{p} ?

2- si celui-ci est constitué de deux charges (+e) et (-e) distantes de 10^{-10} m, et qu'il est placé dans un espace où règne un champ électrostatique \vec{E} de module $E = 10^6$ N/C, quelle est la valeur du moment du couple qui s'exerce sur le dipôle dans les conditions suivantes :

a- le dipôle \vec{p} a même direction que le champ \vec{E} .

- Le dipôle \vec{p} a même sens que le champ \vec{E} .
- Le dipôle \vec{p} est de sens opposé au champ \vec{E} .

b- le dipôle \vec{p} est dans une direction perpendiculaire à celle du champ \vec{E} .

Exercice II :

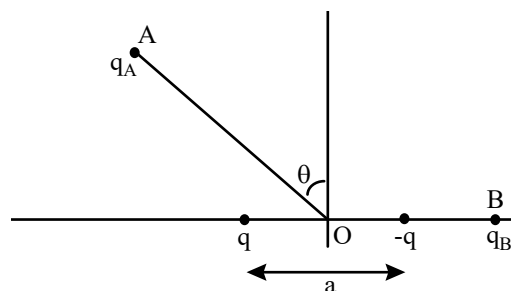
le moment dipolaire \vec{p} de la molécule NH_3 vaut $\|\vec{p}\| = 5.10^{-30}$ C.m. Cette molécule peut en effet être assimilée à un dipôle formé par des charges (+e) et (-e) distantes d'une distance d. Calculer la distance d.

Exercice III :

1- écrire l'expression de l'énergie potentielle E_p d'un dipôle \vec{p} situé dans un espace où règne un champ électrique \vec{E} .

2- est-il possible de traduire de manière graphique l'évolution de l'énergie potentielle E_p en fonction de son orientation vis-à-vis du champ \vec{E} ? si oui, établir ce graphe et caractériser sur celui-ci les positions d'équilibre stable et instable.

3- application : quatre charges q_A , q_B , q et $(-q)$ sont disposées comme l'indique la figure suivante :



a- déterminer l'énergie potentielle et le moment du couple du dipôle dans cette position.

b- quelles sont les valeurs limites que peut prendre l'énergie potentielle de ce dipôle ?

c- calculer le travail nécessaire pour ramener le dipôle à sa position d'équilibre stable ?

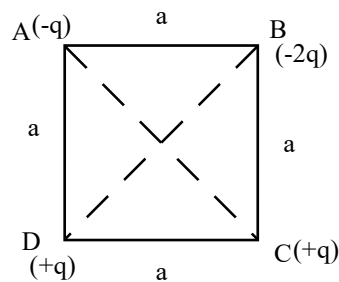
données :

[$OA = 20$ cm ; $OB = 15$ cm ; $a = 2$ cm ; $\theta = 30^\circ$; $q = 10^{-12}$ C ; $q_A = -5,33.10^{-6}$ C ; $q_B = 3.10^{-6}$ C].

Exercice IV :

une charge ponctuelle q est placée au milieu du segment AB. [$q = 10^{-9}$ C, $a = 4$ cm]

- 1- déterminer la force qui s'exerce sur la charge q . Quelle énergie potentielle possède cette charge ?
- 2- on place maintenant deux charges aux points C et D de telle sorte qu'est formé un carré (comme indiqué par la figure ci-dessous). Déterminer les composantes du champ électrique dans un repère orthonormé placé au centre du carré. En déduire le champ résultant.
- 3- quelle serait l'énergie potentielle d'un dipôle [$q = 10^{-10}$ C ; $d = 10^{-10}$ m] placé horizontalement au centre du carré ?
- 4- quel est le travail qu'il faut fournir pour tourner le dipôle de sa position d'équilibre stable à sa position d'équilibre instable ?



Exercice V :

soit un dipôle AB constitué d'un ensemble de deux charges ponctuelles $(-q)$ en A et $(+q)$ en B. La distance séparant les deux charges est d . Celle-ci est très petite par rapport à la distance r , du centre du dipôle au point M, où l'on désire calculer le champ électrostatique \vec{E} généré par le dipôle AB.

- 1- déterminer l'expression du potentiel V_M au point M.
- 2- en déduire l'expression en coordonnées polaires du champ électrostatique \vec{E} au point M.
- 3- établir l'expression du champ \vec{E} en un point N situé sur l'axe X du dipôle, à une distance x de B.
- 4- calculer le potentiel V_N au point N.
- 5- établir l'expression du champ \vec{E} en un point H situé sur la médiatrice de AB, à une distance y de O (milieu de [AB]).
- 6- calculer le potentiel V_H au point H.

