

Exercice champ électrostatique

CHAMP ELECTROSTATIQUE

Force et champ

I- 1° Un proton portant une charge élémentaire est placé dans un champ électrique de norme $\|\vec{E}\| = 10\,000\text{V.m}^{-1}$. Calculer la norme de la force subie par cette particule.

2° Un ion SO_4^{2-} est soumis à un champ électrostatique; la norme de la force subie par cette particule est égale à $3,84 \cdot 10^{-17}\text{N}$. Calculer la norme du champ.

II- Déterminer le champ électrostatique (direction, sens et intensité) capable de produire sur un électron une force compensant son poids. Conclure.

Même question pour un proton.

Données: $m_o = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$; $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$

III- Deux charges électriques:

$$q_A = 100\text{pC} \text{ et } q_B = -200\text{pC}$$

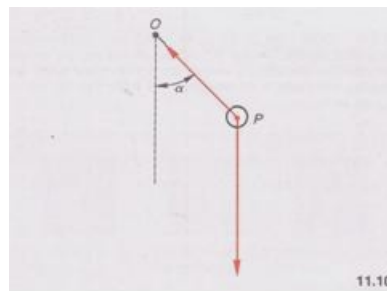
sont placées en des points A et B distants de 20cm.

1/ Comparer les forces d'origine électrostatique s'exerçant sur ces deux charges sachant que ces forces obéissent au Principe d'interaction.

2/ Le champ électrostatique créé en A par q_B est égal à 45V.m^{-1} . Donner les caractéristiques du champ créé en B par q_A .

IV- Un pendule électrostatique est placé dans un champ électrostatique; sa charge est négative.

On a représenté sur la figure les forces dues au poids et à la tension du fil. **Echelle:** $1\text{cm} = 10^{-2}\text{N}$; $\alpha = 45^\circ$.



1/ Déterminer graphiquement la force créée par le champ électrostatique.

2/ La charge est négative, égale à -10^{-5} C. Déterminer la direction, le sens et la norme du champ électrostatique.

V- La boule, chargée positivement, d'un pendule électrostatique est placée dans un champ électrostatique uniforme horizontal. Son poids est de 10^{-2} N; à l'équilibre, le fil fait un angle de 20° avec la verticale.

1/ Faire un schéma du pendule à l'équilibre.

2/ Déterminer graphiquement la tension du fil et la force électrostatique.

3/ Retrouver les normes de ces forces par le calcul en se servant de relations trigonométriques dans un triangle rectangle.

VI- Dans une région de l'espace, où tout point M est repéré dans un repère orthonormal $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$, on superpose deux champs uniforme représentés par les vecteurs $\vec{E}_1 = 10^3 \vec{i}$ et $\vec{E}_2 = 10^3 \vec{j}$. L'unité de champ électrique est le $V.m^{-1}$.

1/ Montrer qu'en tout point de cette région de l'espace il existe un champ électrostatique uniforme. Déterminer sa norme $\|\vec{E}\|$ et l'angle $\alpha = (\vec{i}, \vec{E})$.

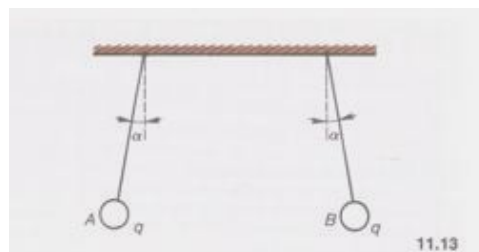
2/ Calculer la force subie par un ion Cu^{2+} placé en un point de ce champ. On déterminera la norme $\|\vec{F}\|$ et l'angle $\beta = (\vec{i}, \vec{F})$.

VII- Deux pendules électrostatiques identiques de masse 0,1g portent chacun une charge $q = 1,14 \cdot 10^{-8}$ C.

Disposés comme l'indique la figure, ils s'écartent de 10° de la verticale.

Déterminer le champ électrostatique créé en A par la charge q placée en B si l'on admet que ce champ est horizontal.

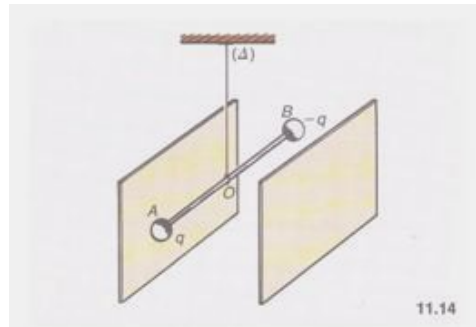
Donnée: $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.



VIII- Deux petites sphères métalliques et identiques sont fixées aux extrémités A et B d'une barre. On a:

$$AO = OB = l$$

Les sphères sont chargées et portent respectivement les charges q et $-q$. On introduit ce dispositif entre deux plaques parallèles. Lorsque celles-ci sont branchées à la terre, la barre AOB est parallèle aux plaques, et le fil n'est pas tordu. Lorsque les plaques sont branchées à un générateur haute tension, il existe un champ électrostatique uniforme \vec{E} perpendiculaire aux plaques. La barre AOB fait alors un angle α avec la direction précédente et reste horizontale.



1/ Calculer en fonction de l, α, q et $E = \|\vec{E}\|$ le moment des forces électrostatiques par rapport à l'axe de rotation du dispositif.

2/ Calculer le moment du poids du système par rapport à l'axe d rotation.

3/ Le dispositif étant en équilibre, le fil de torsion exerce des actions mécaniques dont le moment par rapport à l'axe de rotation est proportionnel à l'angle de rotation α :

$$|M_{\Delta}| = C \cdot \alpha \quad \text{avec } C = 13,5 \cdot 10^{-7} \text{ N.m.rad}^{-1}.$$

Calculer q sachant que: $E = 272 \text{ V.m}^{-1}$; $l = 15 \text{ cm}$; $\alpha = \pi/6$.

Champ et potentiel

IX- La différence de potentiel entre deux plaques conductrices parallèles et distantes de 12cm est:

$$V_P - V_N = 600 \text{ V.}$$

1/ Préciser, à l'aide d'un schéma, les caractéristiques du champ électrostatique régnant entre ces plaques.

2/ A quelle distance de N se situe le plan équipotentiel 100V? (On prendra pour référence $V_N = 0 \text{ V}$)

X- Soient 2 points A (2, 5, 7) et B(0, 1, 2) d'un repère (O, x, y, z), l'unité de longueur étant le décimètre.

Ces points sont dans un champ électrostatique uniforme

$$\vec{E} = E_0 \vec{k} \quad \text{ou} \quad \vec{k} \quad \text{est le vecteur unitaire de Oz.}$$

On constate que $V_A - V_B = -50 \text{ V}$. En déduire E_0 .

XI- 1/ Soit un champ uniforme $\vec{E} = E \vec{k}$ tel que:

$$E = 300 \text{V.cm}^{-1}$$

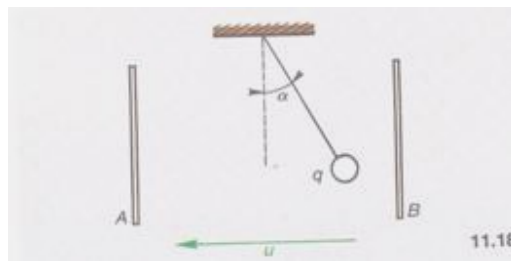
$(\vec{0}, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ est un repère orthonormal. L'unité de longueur est le centimètre. Calculer la différence de potentiel entre les points A(3, 2, 1) et B(5, 0, 8).

2/ On superpose au champ précédent le champ:

$$\vec{E}_1 = -E_1 \vec{j} \text{ avec } E_1 = 400 \text{V.cm}^{-1}$$

Calculer la nouvelle différence de potentiel entre les points A et B.

XII- On considère l'expérience schématisée sur la figure ci-dessous.



1/ La charge q est négative. Quel est le signe de u ?

2/ Caractériser le champ électrostatique régnant entre ces plaques distantes de 10cm pour $|u| = 10^4 \text{V}$.

3/ La charge q est égale à 20Nc. Sachant que le poids du pendule est égal à 10^{-2}N ; déterminer l'angle α .

4/ Que devient l'angle α si $q = 80 \text{Nc}$?

XIII- Des gouttes d'huile électrisées peuvent se déplacer entre deux plateaux métalliques horizontaux, distants de 7mm. L'une des gouttes, de rayon $0,88 \cdot 10^{-6} \text{m}$, reste immobile lorsque la d.d.p. appliquée entre les plaques vaut 245V, la plaque supérieure étant chargée positivement.

Calculer la charge de la goutte d'huile. Comparer ce résultat à la charge électrique élémentaire.

Données: masse volumique de l'huile: 800kg.m^{-3} ; volume d'une sphère de rayon R : $V = \frac{4}{3} \pi R^3$;

intensité du champ de pesanteur: $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$