



Série N°1

Exercice N°1 : Charges dans la matière

L'aluminium est un métal trivalent ${}_{13}^{27}\text{Al}$ de masse volumique $\rho = 2.7 \text{ g/cm}^3$.

- 1- Quelle charge électrique correspond les noyaux d'aluminium contenus dans 1 cm^3 de ce métal ?
- 2- Même question pour les électrons libres.
- 3- La charge d'une sphère d'aluminium de 1 cm^3 de volume, est limitée, en pratique, à 10^{-8} C environ. Dire à quelle fraction des électrons libres correspondent cette charge maximum.

Exercice N°2

Une molécule de diazote est constituée de deux atomes d'azote (${}_{7}^{14}\text{N}$). Les noyaux d'azote considérés comme ponctuels, sont situés à une distance $d = 0,14 \text{ nm}$ l'un de l'autre.

- 1- Déterminer la valeur de la charge électrique portée par chaque noyau.
- 2- 1- Déterminer la valeur des forces d'interaction électrique s'exerçant entre les deux noyaux.
- 2- 2- Représenter sur un schéma, les forces d'interaction électrique.
- 3- Évaluer l'ordre de grandeur du rapport entre les valeurs des forces d'interaction électrique et gravitationnelle s'exerçant entre les noyaux.

Données : La masse m de l'atome d'azote est $2,3 \times 10^{-23} \text{ g}$.

La charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$:

Constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ SI}$ et $k = 9,0 \times 10^9 \text{ SI}$

Exercice N°3

Quatre charges ponctuelles identiques - q ($q > 0$) sont fixées aux sommets **A**, **B**, **C** et **D** d'un carré de côté a . Une cinquième charge $q_0 > 0$ est maintenue fixe au centre **O** du carré.

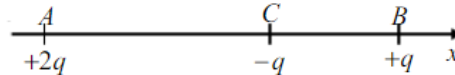
Déterminer la valeur de q_0 en fonction de q pour que la force électrostatique totale qui s'exerce sur chacune des cinq charges, au point **A**, soit nulle.

Exercice N°4

Soit la distribution de charges (de l'ordre du micro-coulomb) ci-dessous ; $AB = d = 0,2\text{m}$;

Les deux charges placées en **A** et **B** sont fixes; par contre la charge placée en **C** est mobile sur la droite **AB**.

Quelle est la position d'équilibre de la charge placée en **C**, si elle existe ?

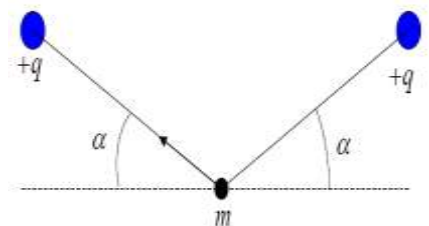


Exercice N°5 (Facultatif)

Aux deux extrémités d'un fil de longueur $2l$, sont attachés deux ballons sphériques gonflés avec de l'hélium (l'hélium étant plus léger que l'air), et portent la même charge $+q$. On suspend au milieu du fil une masse m . Le système abandonné à lui-même dans l'atmosphère occupe alors une position d'équilibre stable dans un même plan vertical, telle que chaque moitié du fil fait un angle α avec l'horizontale (Voir figure).

En négligeant les masses du fil et des ballons, calculer la valeur de q .

Application numérique : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$, $l = 1 \text{ m}$, $m = 5 \text{ g}$, $\alpha = \pi/6 \text{ rad}$



Exercice N°6 : Expérience de Millikan

Le livre *L'Électron*, publié à Chicago en 1917, écrit par le physicien américain Millikan, est un grand classique de la physique. On y apprend que si un pulvérisateur d'huile faisait tomber lentement des gouttelettes d'huile électrisées dans un espace où régnerait un champ électrostatique uniforme, on constaterait alors que la vitesse de chute serait brusquement modifiée, ce qui manifesterait l'entrée en jeu d'une force. Millikan mesura alors la valeur de la charge élémentaire : $e = 1,6017 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- 1- Qu'est-ce qu'un champ électrostatique uniforme? Comment peut-on le réaliser?
- 2- De quelle force parle-t-on dans ce texte?
- 3- Pourquoi parle-t-on de charge élémentaire?

4- Considérons alors une goutte d'huile M, de rayon r , de masse m , en équilibre entre deux plaques P et Q chargées, horizontales et distantes de $d = 32 \text{ mm}$. La différence de potentiel entre les deux plateaux est $U_{PQ} = 3350 \text{ V}$.

4- 1- Établir l'expression de la masse de la goutte. Calculer sa valeur.

4- 2- Compléter le schéma en précisant le signe des plaques, le champ électrostatique et les forces mises en jeu.

4- 3- Sachant que la goutte d'huile porte 12 électrons, retrouver la valeur de la charge élémentaire.

Données : Masse volumique de l'huile $\rho = 0,85 \text{ g.cm}^{-3}$; $r = 1,8.10^{-3} \text{ mm}$; $g = 9,8 \text{ N/kg}$

Exercice N°7

On considère deux charges électriques positives identiques (chacune vaut $Q > 0$) placées sur l'axe OX, l'une au point M d'abscisse a et l'autre au point N d'abscisse $-a$ avec $a > 0$. Entre les points M et N, un point P est défini par son abscisse x . $\vec{i}$ étant le vecteur unitaire porté par OX.

1- Donner le schéma d'un cas représentant l'axe OX avec les points O, M, N et P ainsi que leurs abscisses avec les charges.

2- Trouver les grandeurs algébriques $\overline{NP}$ et $\overline{MP}$ puis les distances NP et MP en fonction de a et x .

3- Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}_M$ créé au point P par la charge placée au point M.

4- Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}_N$ créé au point P par la charge placée au point N.

5- Déterminer le champ électrostatique total $\vec{E} = \vec{E}_N + \vec{E}_M$.

6- Que devient ce champ total si P est confondu avec l'origine O ? Expliquer le résultat.

7- On considère maintenant l'axe OY portant le vecteur unitaire $\vec{j}$ perpendiculaire à $\vec{i}$ et D un point de OY d'ordonnée $y > 0$; à l'aide d'un schéma, montrer (sans faire de calcul) que le champ électrostatique total en D est orienté suivant $\vec{j}$.

Exercice N°8

Soit trois charges ponctuelles sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté a .

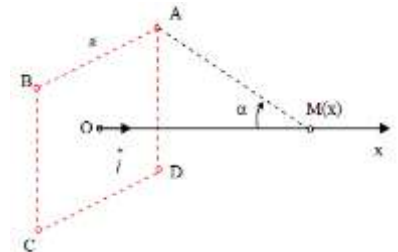
Calculer le champ électrostatique, crée par les trois charges p , au centre du triangle dans les cas suivants :

1- les trois charges sont identiques $q > 0$;

2- les charges sont les suivantes $+q, -q$ et $-q$ (AN : $q = 0,1 \text{ nC}$ et $a = 10 \text{ cm}$).

Exercice N°9

Déterminer le champ électrostatique créé par quatre charges ponctuelles identiques q placées aux sommets d'un carré de côté a , en un point M d'abscisse x de l'axe passant par son centre O et perpendiculaire à son plan.



Exercice N°10 : Fonctionnement d'un oscilloscope

Dans le canon d'un oscilloscope, dans lequel règne le vide, les électrons du faisceau sont émis, sans vitesse initiale, par un filament que l'on chauffe par effet Joule (effet thermoélectronique). Ces électrons sont ensuite accélérés puis déviés par des champs électriques.

1- Les électrons pénètrent en F entre deux plaques A et B verticales. Quel doit être le signe de la tension U_{AB} pour que les électrons soient accélérés?

2- Les électrons arrivent au point O avec la vitesse $\vec{V}_0$. Le balayage étant supprimé, qu'observe-t-on sur l'écran dans les trois cas suivants ?

1^{er} cas: $U_{CD} = 0$, 2^{ème} cas : $U_{CD} > 0$ et 3^{ème} cas: $U_{CD} < 0$.

3- Dans les trois cas précédents, représenter la force électrique s'exerçant sur un électron et le vecteur champ électrique entre les plaques C et D.

4- On utilise aussi, pour le balayage deux plaques planes et parallèles. Comment ces plaques doivent-elles être disposées?

