



INTERACTION ELECTROSTATIQUE EXERCICES

Force et champ électrostatiques

Un solide ponctuel S porte une charge électrique positive Q. On place en un point A à son voisinage un objet-test portant une charge q.

A (q) ✕

Cas 1 : La charge q est positive

Reproduire le schéma ci-contre et représenter la force électrostatique exercée par le solide S sur l'objet-test et le vecteur \vec{E}_A représentant le champ électrostatique en A.

S (Q>0) ✕

Cas 2 : La charge q est négative

La force électrostatique exercée par S sur l'objet-test est-elle modifiée ? Le champ électrostatique en A est-il modifié ? Représenter sur un schéma les deux vecteurs.

Et la charge de B ?

Une particule A portant une charge électrique équivalente à celle de 6 protons se trouve à une distance de 180 pm d'une particule B de charge q.

La particule A est attirée par la particule B avec une force de valeur 0,128 μN .

1. Quelle est la valeur de la charge de A ?
2. Quel est le signe de la charge de B ?
3. Faire un schéma représentant cette situation.
4. Quelle est la valeur de la charge de B ?

Charges ponctuelles

Deux charges ponctuelles q et 2q sont respectivement placées en deux points A et B de l'espace, à une distance $d = 1 \mu\text{m}$ l'une de l'autre.

1. Représenter les forces qu'exercent les charges l'une sur l'autre sur un schéma.
2. Donner l'expression de l'intensité des forces exercées par les charges l'une sur l'autre.
3. La valeur de la force exercée par la charge placée en B sur la charge placée en A est de $2 \cdot 10^{-5} \text{ N}$.
Donner la valeur de la force exercée par la charge placée en A sur la charge placée en B.

Electrique vs gravitationnelle

On admet que deux protons dans un noyau de fer sont disposés de telle sorte que leurs centres sont séparés par une distance $d = 4,0 \times 10^{-15} \text{ m}$.

1. L'interaction électrique entre les deux protons est-elle répulsive ou attractive ? Pourquoi ?
2. Calculer l'interaction électrique entre les deux protons.
3. Faire un dessin représentant cette interaction.
4. Calculer l'interaction gravitationnelle entre ces deux protons.
5. Conclure sur la stabilité d'un noyau atomique en comparant les deux forces.

Un premier exercice avec le condensateur

Une particule chargée, située dans un champ électrique de valeur $E = 10^5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ créé par un condensateur plan, est soumise à une force électrostatique de sens opposé au vecteur champ électrique \vec{E} et de valeur $8 \cdot 10^{-14} \text{ N}$.

1. Faire un schéma du condensateur plan (avec la particule) sur lequel figurera :
 - la tension U aux bornes des armatures
 - la charge des armatures du condensateur



- le vecteur champ \vec{E}
 - le vecteur force \vec{F} .
2. Comment qualifie-t-on le champ dans le condensateur ? Pourquoi ?
Représenter sur le schéma quelques lignes de champ.
 3. Donner l'expression de l'intensité de la force électrostatique.
 4. En déduire :
 - la valeur de la charge électrique
 - le signe de la charge.
 5. Décrire qualitativement ce que l'on observe.

Champ électrique dans un condensateur plan

Un générateur permet d'imposer entre deux plaques métalliques parallèles A et B d'un condensateur plan une tension constante $U_{AB} = 3600 \text{ V}$. Les deux plaques sont séparées par de l'air.

1. Indiquer les caractéristiques du champ électrique \vec{E} entre les plaques du condensateur et le représenter.
2. Quelle est la valeur E du champ électrique quand la distance d entre les plaques est de 10 cm ?
3. Comment varie la valeur du champ électrique quand on rapproche les plaques A et B sans modifier la valeur de la tension U_{AB} ?

L'expérience de Millikan

Vers 1906, le physicien Robert Andrew Millikan (1868 – 1953) essaya de mesurer la charge électrique élémentaire, charge qu'étaient censés porter les corpuscules de matière lors de phénomènes électriques. Ces charges furent plus tard appelées électrons.

Sa méthode expérimentale est basée sur le principe suivant : un dispositif analogue à un pistolet à peinture pulvérise des gouttelettes d'huile. Lors de la pulvérisation, ces gouttelettes se chargent d'électricité négative par frottement (électricité statique).

Ces gouttes sont pulvérisées et tombent entre deux plaques parallèles horizontales d'un dispositif où Millikan réalise l'expérience.

Si on ne relie pas les deux plaques à un générateur de tension continue, les gouttes ont une certaine vitesse de chute. Par contre, si elles sont reliées à un générateur, on observe une modification brusque de la vitesse de chute. En effet, il apparaît alors une force électrique entre les plaques.

Une goutte d'huile de rayon r, de masse m, tombe en **mouvement rectiligne uniforme** lorsqu'une tension U est appliquée entre les plaques. La distance entre les plaques est $d = 32 \text{ mm}$; la tension vaut $U = 3350 \text{ V}$.

1. Faire un schéma en coupe du dispositif en précisant quelle plaque est reliée à la borne + du générateur.
2. Représenter les forces agissant sur une microgoutte lorsque le générateur fonctionne.
3. Etablir, en fonction de r et de la masse volumique ρ de l'huile, l'expression de la masse m de la goutte. Effectuer l'application numérique.
4. Dans un tel dispositif, la force électrique qui s'exerce sur une microgoutte est constante et a pour valeur $F = |q| \frac{U}{d}$, avec q la charge électrique de la microgoutte.
Sachant que la goutte d'huile porte 12 électrons, retrouver la valeur de la charge élémentaire.

Données :

Constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}.\text{m}^2$

Constante de l'interaction électrique : $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N.C}^{-2}.\text{m}^2$

Masse d'un proton : $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

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

Volume d'une goutte sphérique de rayon r : $V = \frac{4}{3} \pi r^3$; Rayon de la goutte : $r = 1,8.10^{-6} \text{ m}$

Masse volumique de l'huile : $\rho = 850 \text{ kg.m}^{-3}$

Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$