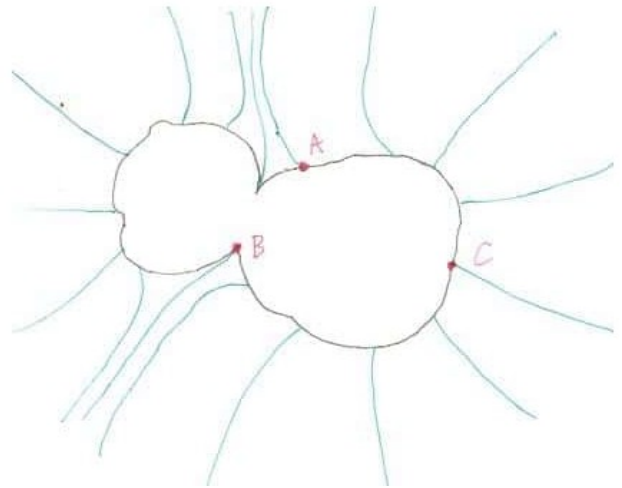


I- Ci-contre, la cartographie du champ gravitationnel d'un astéroïde di « bilobé », présentant deux lobes, résultant de la soudure entre deux blocs de roche.

1. Comment se tiendrait un astronaute debout en A ? Expliquer pourquoi.
2. Le champ gravitationnel en B est-il le plus grand ou le plus petit sur la surface de l'astéroïde ? Interpréter.
3. Le champ gravitationnel en C est-il le plus grand ou le plus petit sur la surface de l'astéroïde ? Interpréter.



II- Deux billes identiques A et B sont suspendues, chacune au bout d'un fil. La bille A est chargée négativement.

On approche la bille A de la bille B.

La bille B est d'abord attirée par la bille A, elle s'en approche, la touche et immédiatement après, s'en éloigne et est repoussée par la bille A.

Expliquer ce qui s'est passé, étape par étape.

III- On note F la norme de la force d'interaction gravitationnelle entre deux planètes de même masse m dont les centres sont distants de d .

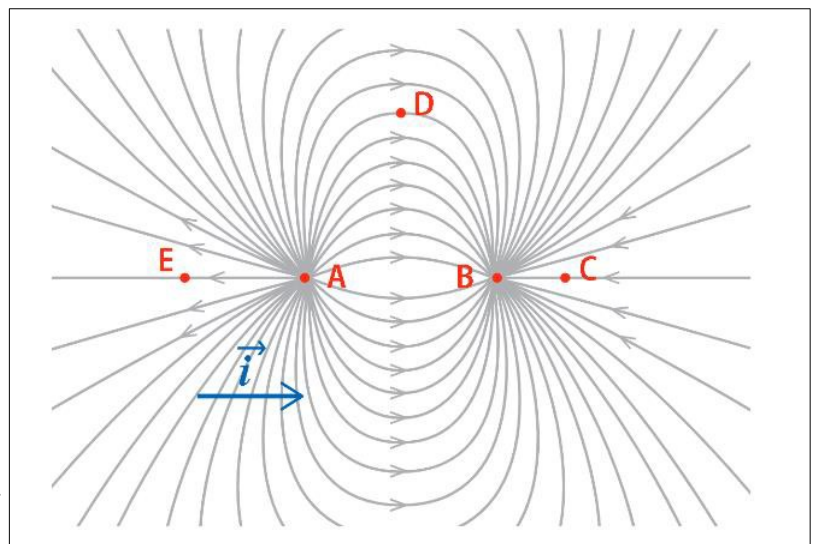
Que vaut F si :

1. la masse d'une planète est doublée ?
2. La masse des deux planètes est doublée ?
3. La distance les séparant est doublée ?

III- (À faire sans calculatrice) Que vaut la valeur de la force d'interaction entre deux particules de charges $q_1 = 1 \text{ mC}$ et $q_2 = 1 \text{ } \mu\text{C}$, distantes de $r = 3 \text{ cm}$? La représenter sur un schéma.

IV- Un dipôle est un ensemble de deux particules A et B de charges opposées. Les lignes de champ créées par un dipôle sont représentées ci-contre.

1. Laquelle des deux particules A ou B porte une charge électrique positive ? Justifier.
- 2.a. Représenter sans souci d'échelle le champ $\vec{E}$ en chacun des points C, D, E
- b. On place un proton successivement en C, D, E. En justifiant, dire si la force électrostatique qu'il subit est ou non de même sens que le vecteur unitaire $\vec{i}$
- c. Faire de même pour un électron



V- Dans un atome d'hélium, le noyau contient 2 protons. Soit un électron situé à $r = 31 \text{ pm}$ du noyau. On définit un vecteur unitaire $\vec{u}$ orienté du proton vers l'électron.

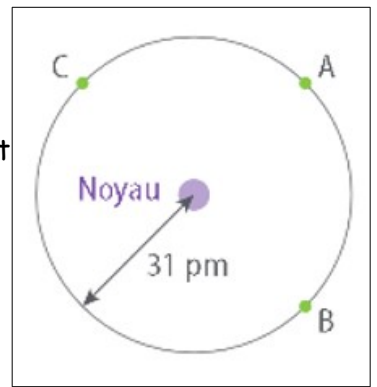
a) Exprimer puis calculer la norme du champ électrostatique créée par le noyau à l'endroit où se trouve l'électron.

b) Exprimer puis calculer la norme de la force électrostatique exercée par le noyau sur l'électron.

c) En respectant les échelles données ci-après, recopier le schéma et représenter le champ électrostatique créé par le noyau aux points A, B, et C et la force subie par un électron placé en ces points. Vous préciserez sur la copie les valeurs données à chaque élément tracé.

Echelle :

- Longueur : 1cm sur le dessin pour 5 pm
- Champ électrostatique : 1cm pour $1.10^{17} \text{ V.m}^{-1}$
- Force électrostatique 1cm pour 2.10^7 N
- $k = 9.0.10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$
- $e = 1.6.10^{-19} \text{ C}$
- $1 \text{ pm} = 1.10^{-12} \text{ m}$



VI- Données :

- Masse de la Terre $M_T = 5,98.10^{24} \text{ kg}$
- Masse de la Lune $M_L = 7,34.10^{24} \text{ kg}$
- Distance Terre-Lune $d_{T-L} = 384\,000 \text{ km}$
- Constante de gravitation universelle $G = 6,67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

1. Donner l'expression de la force d'interaction gravitationnelle que la Terre exerce sur la Lune, et que la Lune exerce sur la Terre.

2. Calculer la valeur de ces forces

3. Donner l'expression du champ de gravitation exercé par la Terre et du champ de gravitation de la Lune

4. Entre la Terre et la Lune, il existe un point O pour lequel les champs de gravitation des deux astres se compensent. Faire un schéma de la situation sans souci d'échelle. On cherche à déterminer la position de O par rapport à la Terre.

Montrer que $OT^2 = OL^2 \times \frac{M_T}{M_L}$ avec T le point au centre de la Terre et L le point centre de la Lune

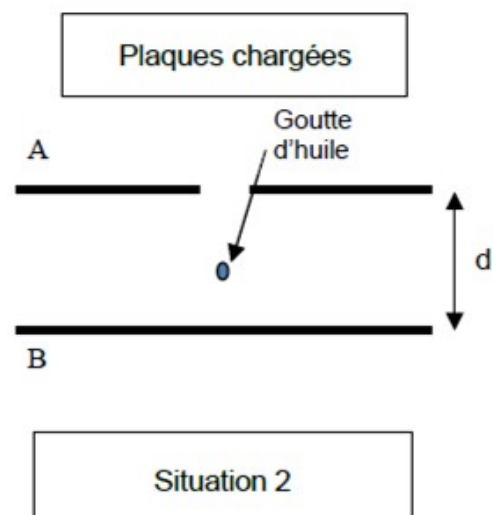
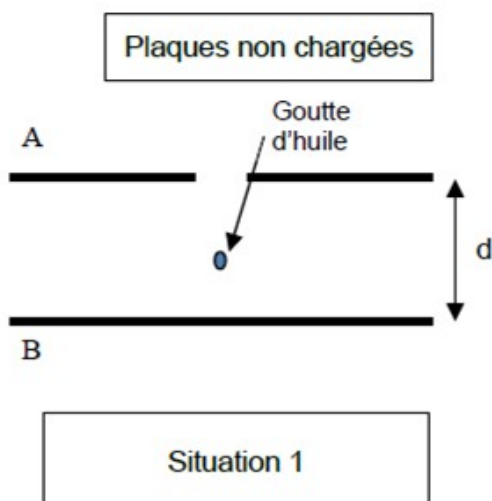
En remplaçant M_T/M_L par sa valeur numérique, poursuivez les calculs pour trouver OT.

VII- Il y a de cela un peu plus de 100 ans un physicien américain, Robert Andrews Millikan, publiait les résultats d'une expérience qui lui valurent le prix Nobel de physique en 1923. Ces résultats lui ont ainsi permis de déterminer la charge élémentaire de l'électron q_e .

Voici comment son expérience fut réalisée :

Soient deux plaques métalliques A et B séparées d'une distance d (voir schéma).

Grâce à un générateur on charge positivement la plaque A et négativement la plaque B.



À l'aide d'un pulvérisateur on introduit par une ouverture de faible dimension, de fines gouttelettes d'huile (liquide choisi en raison de son évaporation insignifiante).

On admettra que toutes les gouttelettes ont le même rayon, donc la même masse et subissent la même force de pesanteur.

On admettra également qu'il n'y a pas de frottement.

Lors de la pulvérisation, ces gouttelettes acquièrent des charges électriques q négatives par frottement. Ainsi chargées, elles pénètrent en O avec une vitesse initiale négligeable.

- Si le générateur est éteint, **les plaques ne sont pas chargées** et la gouttelette tombe verticalement dans un mouvement accéléré. (Situation 1)
- Lorsque le générateur est allumé et **les plaques convenablement chargées**, il est possible de bloquer en équilibre une gouttelette entre les deux plaques. (Situation 2)
- Par ailleurs si on introduit une particule neutre, il est impossible de la mettre en équilibre.

1.a. Faire un bilan des forces extérieures qui s'exercent sur la goutte d'huile dans les deux situations.

On notera $\vec{F}_{el}$, la force électrostatique, exercée par les plaques chargées.

b - Schématiser ces forces, sans souci d'échelle, sur les schémas précédents.

c - Préciser leurs caractéristiques en justifiant votre réponse.

2.a. Rappeler l'expression vectorielle du poids d'un objet de masse m .

b. Comparer la direction et le sens de la force et du champ de pesanteur.

Comme pour le champ de pesanteur, on admet qu'il règne un champ électrostatique uniforme noté $\vec{E}$ entre les deux plaques chargées.

3.a. Quelle est relation entre la force électrostatique $\vec{F}_{el}$, la charge q de la gouttelette et le champ électrostatique $\vec{E}$?

b- Préciser la direction et le sens du champ électrostatique entre les plaques.

c- Que se passerait-il si les charges des plaques étaient inversées ?

4.a. Établir la relation donnant la valeur de la charge q en fonction de la masse m de la goutte et de la valeur E du champ électrostatique.

b. Le champ électrostatique E dépend de la tension U_{AB} appliquée entre les deux plaques A et B et de la distance d entre ces deux plaques : $E = U_{AB} / d$. Dédurre de la question précédente, une nouvelle expression de la charge q de la goutte d'huile.

Millikan constate que :

- lorsqu'il n'exerce aucune tension $U = 0$ V entre les plaques, toutes les gouttes tombent verticalement.
- lorsqu'il exerce une tension $U \neq 0$ V, si certaines gouttes continuent toujours à tomber, d'autres se déplacent verticalement vers le haut, et d'autres encore peuvent même être immobilisées pour uniquement certaines valeurs « quantifiées » de la tension U .
- **Le rayon des gouttes identiques vaut $a = 1,5 \mu\text{m}$ et l'huile a pour masse volumique : $\rho = 850 \text{ kg.m}^{-3}$.**
- **Le volume d'une sphère de rayon a est : $V = 4/3\pi a^3$.**
- **La distance entre les plaques vaut : $d = 1 \text{ cm}$.**
- **La charge élémentaire $e = 1,60.10^{-19} \text{ C}$.**

On observe particulièrement le mouvement de 3 gouttes notées n°1, n°2 et n°3 pour trois valeurs de la tension U :

Valeur de U en volt	goutte n° 1	goutte n° 2	goutte n° 3
$U_1 = 1050 \text{ V}$	immobile	descend	monte
$U_2 = 1470 \text{ V}$	monte	immobile	monte
$U_3 = 920 \text{ V}$	descend	descend	immobile

1. Compléter le tableau ci-dessous en déterminant dans chaque cas :

a. la valeur numérique de la charge q d'une goutte observée immobile.

b. le rapport N entre les valeurs mesurées de la valeur $|q|$ et celle de la charge élémentaire e : que peut-on en conclure ?

Valeur de U	Valeur de $\vec{E}$	charge q de la goutte immobile	Valeur du rapport $ q /e$
$U_1 = 1050 \text{ V}$	$E_1 =$	$q_1 =$	$N_1 =$
$U_2 = 1470 \text{ V}$	$E_2 =$	$q_2 =$	$N_2 =$
$U_3 = 920 \text{ V}$	$E_3 =$	$q_3 =$	$N_3 =$

2) Expliquer le mouvement observé des autres gouttes dans chaque cas.

VIII- Entre les plaques A et B d'un condensateur chargé, il existe un champ électrostatique uniforme, c'est-à-dire un champ dont la direction, le sens et la valeur sont constants en tous points de l'espace entre les plaques.

Ce champ $\vec{E}$ est perpendiculaire aux plaques. Dans la situation étudiée, sa valeur est $E = 1,0 \cdot 10^4 \text{ N.C}^{-1}$.

1°) Représenter quelques lignes de champ électrostatique dans l'espace situé entre les plaques.

2°) Calculer la valeur de la force électrostatique qui s'exerce sur un électron situé entre les plaques.

3°) Représenter cette force sur le schéma, sans souci d'échelle.

