

INTERACTIONS GRAVITATIONNELLES

Masse de la Terre : $M_T = 6.10^{24} \text{kg}$; Rayon de la Terre : $R_T = 64.10^5 \text{ m}$; $G = 6,67.10^{11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$;
 $\mathcal{G}_0 = g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

Exercice 1 : Vérifications des connaissances

1. Définir :
 - Champ gravitationnel
 - Ligne de champ gravitationnel
2. Quand dit-on qu'un corps est à repartition de masse sphérique ?
3. Énonce la loi d'attraction universelle
4. Rappeler les unités :
 - Du champ gravitationnel
 - De la constante de gravitation ; quelle est sa valeur approximative
5. A quelle condition le vecteur champ gravitationnel est confondu au vecteur champ de pesanteur ?
6. Sur un schéma clair représenter les lignes de champ terrestres et y préciser une courbe où l'intensité du champ est constante.
7. Répondre par vrai ou faux. Justifier les affirmations vraies et corriger les affirmations fausses
 - a) Un corps est considéré comme ponctuel s'il agit à une courte distance devant ses dimensions propre.
 - b) L'intensité du vecteur champ de gravitation terrestre croît avec l'altitude.
 - c) L'intensité \mathcal{G}_h du champ de gravitation terrestre à une altitude h est obtenue par la relation :

$$\mathcal{G}_h = g_0 \cdot \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$
 où g_0 est l'intensité de la pesanteur à l'infini.
 - d) L'intensité des forces de gravitation est proportionnelle au carré de la distance qui séparent les deux corps.
 - e) Le champ de gravitation est toujours centrifuge.
 - f) Si la masse m d'un satellite est négligeable devant celle de l'objet autour duquel il tourne, alors la force exercée par l'objet sur le satellite est négligeable devant celle exercée par le satellite sur l'objet.
 - g) La terre n'étant pas rigoureusement sphérique, l'intensité de la pesanteur varie selon le lieu où l'on se trouve.
 - h) Dans la relation $P = mg$ donnant le poids d'un corps de masse m , la grandeur g est l'intensité du champ de gravitation.
 - i) Le champ de pesanteur et le champ de gravitation représentent une seule et même grandeur.
 - j) Le champ de gravitation terrestre est centrifuge.

Exercice 2 : Utilisations des connaissances

1. A la surface de la Terre, l'intensité du champ de pesanteur est $g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.
 - 1.1. Rappeler à quelle condition on peut assimiler le champ de pesanteur au champ de gravitation terrestre.
 - 1.2. Donner l'expression de g en fonction de R_T , G et la masse de la Terre M_T
 - 1.3. Calculer numériquement M_T .
 - 1.4. Un satellite géostationnaire est à une distance $d = 4,2.10^4 \text{ km}$ du centre de la Terre. Donner les caractéristiques de la force de gravitation qui s'exerce sur ce satellite de masse 400 kg .

2. Nous admettrons que le champ de gravitation et de pesanteur sont identiques. Le champ de gravitation au voisinage de la terre a pour expression $g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2}$
- 2.1. Donner l'expression du champ de pesanteur g_h à l'altitude h de la terre en fonction de g_0 , R_T et h .
 - 2.2. Pour $h \ll R_T$ Donner une relation approchée de g_h . En déduire la variation relative $\frac{(g_0 - g_h)}{g_0}$.
 - 2.3. Calculer cette variation relative pour $h=4070\text{m}$. Altitude du mont Cameroun.
 - 2.4. -Calculer la variation relative du poids d'un objet de 10 kg lorsqu'il passe du niveau de la mer au sommet du mont Cameroun.
3. On supposera que toute la masse de la terre est concentré en son centre O et on notera son rayon R_T .
- 3.1. Représenter la terre ainsi que le vecteur champs de gravitation \vec{g}_z qu'elle créé en un point M situé à une altitude z .
 - 3.2. Donner les expressions littérales de g_z et g_0 qui représentent respectivement les modules des vecteurs champs de gravitation à l'altitude z et à la surface de la terre respectivement, puis établir la relation qui lie ces deux grandeurs.
 - 3.3. Montrer que pour des faibles altitudes $z \ll R_T$, on peut écrire : $g_z = g_0(1 - \frac{2z}{R_T})$.
On rappelle que si $\epsilon \ll 1$ alors on peut écrire : $(1 + \epsilon)^n = 1 + n\epsilon$

Exercice 3 : Evaluations des compétences

SITUATION PROBLEME : détermination de la constante de gravitation

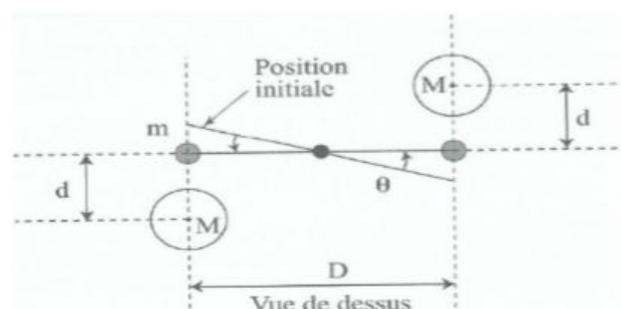
Les élèves du Lycée de Mballa II désirent déterminer la valeur de la constante de gravitation ; pour y parvenir, ils possèdent :

- Deux petites boules de masse m chacune et fixées a une tige horizontale, leur centre étant distant d'une longueur D . La tige horizontale est suspendue par l'intermédiaire d'un fin fil en quartz dont la constante de torsion est C .
- Deux grosses boules de masse M chacune sont disposées a proximité des deux premières. Une méthode optique permet de mesurer avec précision la rotation de l'équipage mobile due aux interactions entre la boule. La distance entre les centres d'une petite boule et d'une grosse boule est alors de d lorsque le fil en quartz est tordu d'un angle α .

Tache 1 : Donner l'expression de la force de gravitation s'exerçant sur une petite boule et due a la grosse boule placée a sa proximité.

Tache 2 : En utilisant les moments des forces de gravitation s'exerçant sur les deux petites boules ,et celui du couple de torsion du fil de suspension lorsque la tige AB a subi une rotation de valeur α , Calculer la valeur de la constante de gravitation G et déterminer la précision obtenue lors de cette mesure

On donne : $M=10,00\text{kg}$ $m=10\text{g}$ $D=1,000\text{m}$ $d=10,0\text{ cm}$ $C=8,34 \times 10^{-8}\text{USI}$ $\alpha=7,88 \times 10^{-8}\text{rad}$.



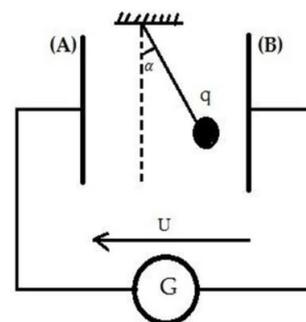
INTERACTIONS ELECTRIQUES

Exercice 1 : Vérifications des connaissances

- Définir : champ électrostatique.
- Quelle est l'unité de l'intensité du vecteur champ électrostatique ?
- Enoncer la loi de Coulomb.
 - Cette loi est elle valable : **i)** pour des atomes ? **ii)** pour des ions ?
- Répondre par "Vrai" ou "Faux" puis justifier
 - L'intensité de la force de répulsion qu'exercent l'un sur l'autre deux électrons voisins est proportionnelle à la distance qui les sépare.
 - La force de pesanteur est en général négligée dans les problèmes d'électrostatique parce qu'elle n'agit qu'en l'absence de champ électrique.
 - L'intensité de la force électrostatique exercée par une charge q sur une charge $q' = 10q$ vaut dix fois l'intensité de celle qu'exerce q' sur q .
 - Si une charge q_A placée en un point A exerce sur une charge q_B située à une distance d telle que $d = AB$ une force d'intensité F , pour une distance $d' = 2d$ on aura une force F' telle que $F' = 4F$.
 - Un champ électrique est dit uniforme lorsque tous les vecteurs champ en divers points ont le même sens et la même intensité.
 - Le champ électrostatique est centripète
- Définir et tracer les lignes du champ électrique régnant :
 - Autour d'une charge ponctuelle positive
 - Autour d'une charge négative
 - Dans un condensateur plan

Exercice 2 : Applications des connaissances

- Deux charges ponctuelles $q_A = 1\mu\text{C}$ et $q_B = -1\mu\text{C}$ sont placées au sommet A et B d'un triangle équilatéral de côté 2,5cm.
 - Déterminer les caractéristiques du champ résultant créé par les deux charges au troisième sommet C. On fera une construction propre et n'utilisera pas l'expression de la somme vectorielle pour chercher le module vecteur champ résultant.
 - On place en C une charge $q_C = -3\mu\text{C}$; déterminer les caractéristiques de la force qui s'exerce sur q_C .
- Un pendule électrique constitué d'un fil de masse négligeable supportant à son extrémité libre une boule ponctuelle de masse $m = 2,5\text{g}$ et de charge $q < 0$, est placé dans un champ électrique uniforme horizontal $E = 864\text{N/C}$. Le pendule s'écarte d'un angle $\alpha = 10^\circ$ par rapport à sa position d'équilibre verticale.
 - Préciser le signe des plaques et de la tension de U.
 - Représenter toutes les forces extérieures appliquées à la boule.
 - Ecrire la condition d'équilibre de la boule.
 - En déduire l'intensité de la force électrique F s'exerçant sur la boule.
 - Calculer la valeur de la charge q .
- Aux points A, B et C d'un triangle équilatéral de côté $a = 15\text{cm}$, on place respectivement trois charges $q_A = q_B = 2q_C$.



- 3.1. Représenter les vecteurs champs électriques créés par les charges placées en A et en B sur la charge placée en C.
 - 3.2. En déduire la représentation du champ électrique résultant en C, puis donner ses caractéristiques.
 - 3.3. Déterminer les caractéristiques de la force électrique subit par la charge C de la par des deux autres.
4. Une particule M ayant perdu deux électrons est en équilibre entre deux plateaux métalliques A et B horizontaux et distants de $d = 50\text{cm}$. Sachant qu'il existe entre les deux plateaux une ddp $U=10^5\text{V}$
- 4.1. Illustrer à l'aide d'un schéma clair les signes des deux plateaux, l'allure et le sens des lignes de champ électrostatique existant dans l'espace séparant les deux plateaux, ainsi que la force agissant sur la particule.
 - 4.2. Calculer l'intensité du champ électrique \vec{E} existant entre les plateaux A et B.
 - 4.3. Déterminer le rayon de cette particule si elle est sphérique et de masse volumique. $\rho=800\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, $g=10\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, charge élémentaire $e=1,6\cdot 10^{-19}$

Exercice 3 : Evaluations des compétences

SITUATION PROBLEME : Principe de l'expérience de Milikan

Le but de ce principe est de déterminer la charge d'une goutte d'huile dont on étudie le mouvement entre deux plaques conductrices planes et horizontales constituant les armatures d'un condensateur. On appelle A la plaque supérieure et B la plaque inférieure.

On vaporise des gouttelettes d'huile électrisées entre les plaques. Après un réglage de la différence de potentiel entre les plaques, on observe l'immobilité d'une goutte d'huile (au microscope).

Données :

- Rayon de la goutte sphérique : $r = 1,5\cdot 10^{-3}\text{ mm}$;
- Masse volumique de l'huile : $\rho = 850\text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- Différence de potentiel : $U_{AB} = 1,47\text{ kV}$;
- Distance entre les plaques : $d = 30\text{ mm}$;
- $g = 9,8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$;
- charge d'un électron : $e = -1,6\cdot 10^{-19}\text{ C}$.

Rappel : Volume d'une sphère de rayon R : $V = \frac{4}{3}\pi \times R^3$

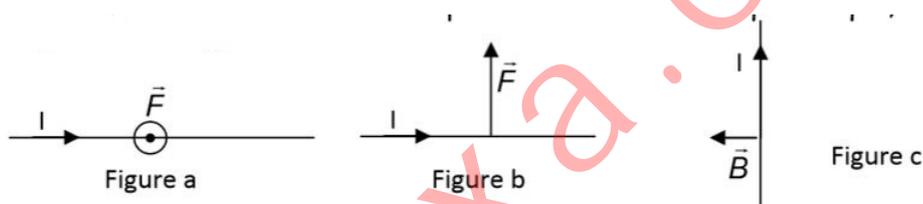
Tache 1 : Faire un schéma, en précisant le signe des plaques, les forces appliquées à la gouttelette et le sens du champ \vec{E} .

Tache 2 : Calculer la charge q de la gouttelette et la comparer à celle de l'électron.

INTERACTIONS MAGNETIQUES

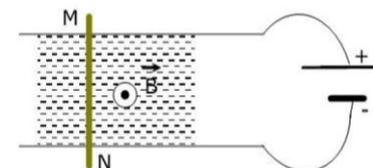
Exercice 1 : Vérifications des connaissances

1. Définir : force de Lorentz
2. Ecrire l'expression de la force de Lorentz agissant sur une charge q se déplaçant dans un champ magnétique uniforme \vec{B} à la vitesse constante \vec{V} .
3. Qu'appelle-t-on spectre du champ magnétique ?
4. Dessiner le spectre du champ magnétique pour un aimant droit.
5. Répondre par "Vrai" ou "Faux" puis justifier
 - 5.1. Les lignes de champ sont des courbes qui en chacun de leurs points sont tangentes au vecteur champ magnétique.
 - 5.2. Un tire-bouchon placé dans l'axe d'un solénoïde avance dans le sens du champ magnétique \vec{B} lorsqu'il tourne dans le sens du courant électrique.
 - 5.3. Le champ magnétique créé par une bobine parcourue par un courant électrique est un champ naturel.
 - 5.4. Dans la règle du bonhomme d'ampère, le courant électrique traverse l'observateur de la tête vers les pieds.
6. Compléter les figures ci-dessous en représentant le vecteur qui manque, de façon que la force de Laplace soit correcte.



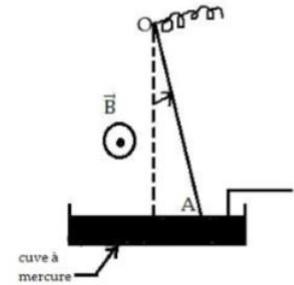
Exercice 2 : Applications des connaissances

1. Un électron pénètre à la vitesse \vec{v} dans une région où règne un champ magnétique uniforme vertical et descendant d'intensité $B=0,2T$. Sachant que cette vitesse est inclinée d'un angle $\alpha = 12^\circ$ par rapport aux lignes de champ horizontales, Calculer la vitesse de cet électron sachant qu'il est soumis dans ce champ à la seule force de Lorentz d'intensité $F=6,4 \cdot 10^{-15} N$.
2. Dans un cyclotron, des protons accélérés jusqu'à la vitesse $v=3 \times 10^7 m/s$ sont soumis à un champ magnétique B orthogonal à la vitesse v et de valeur $B= 1,5T$
 - 2.1. Représenter les trois vecteurs v , E et B
 - 2.2. Calculer la valeur F de la force de Lorentz.
 - 2.3. Comparer cette valeur au poids du proton, conclure
3. Sur la figure ci-contre la barre $[MN]$ glisse sur les deux rails et la distance MN est égale à 3 cm. Le Générateur a pour f.e.m $E=6.5V$ et la résistance interne est $r=2\Omega$
 - 3.1. Enoncer la loi de Laplace.
 - 3.2. Calculer l'intensité I du courant dans le circuit, le représenter sur le schéma, ainsi que la force \vec{F} qui provoque le déplacement de MN .
 - 3.3. Calculer F si $B=0.6T$.
 - 3.4. Calculer le travail effectué par la force \vec{F} pour un déplacement de 15cm.



3.5. La barre fait maintenant 30° avec la direction des rails et se déplace sur 10cm. Calculer la nouvelle valeur de F ainsi que celle de son travail.

4. Une tige de cuivre (t) de longueur L , est mobile autour d'un axe horizontal (A) passant par son extrémité supérieure O. L'autre extrémité A de la tige plonge légèrement dans une cuve à mercure. L'ensemble baigne dans un champ magnétique \vec{B} , orthogonal au plan de la figure et de sens sortant (voir figure). On fait passer dans la tige un courant continu d'intensité I . Celle-ci s'écarte de la verticale d'un angle $\alpha = 7^\circ$



- 4.1. Quel nom donne-t-on à la force qui a provoqué le déplacement de la tige (t) ? calculer l'intensité de cette force.
- 4.2. Représenter sur la figure, les forces qui s'appliquent sur la tige (t), ainsi que le sens du courant qui la traverse.
- 4.3. Ecrire la condition d'équilibre de la tige, puis en déduire la masse m de celle-ci. On donne : $L=85\text{cm}$; $B=0,02\text{T}$; $I=2,2\text{A}$; $g=10\text{N.kg}^{-1}$

Exercice 3 : Evaluations des compétences

SITUATION PROBLEME : Vérification de la loi de Laplace

Pour vérifier la loi de Laplace, les élèves de Terminale S d'un lycée utilisent le dispositif expérimental ci-dessous : Une portion de conducteur pendule de longueur L , de milieu A, est placée dans un champ magnétique uniforme B qui lui est perpendiculaire. Lorsque l'interrupteur K est fermé, le conducteur pendule s'incline d'un angle par rapport à la position d'équilibre (verticale). Pour ramener à cette position d'équilibre, on utilise un contrepois de masse m . On néglige le poids des conducteurs E

Tache 1 : Représenter sur le schéma les différentes forces qui s'appliquent sur le conducteur-pendule à la position d'équilibre.

Tache 2 : Etablir la relation qui existe entre la masse m du contrepois, l'intensité I du courant, l'intensité B du champ magnétique, l'intensité g de la pesanteur, les distances $O A$ et OM , et la longueur L .

Tache 3 : Calculer m sachant que $I = 5\text{A}$; $B = 0,3\text{ T}$; $L=4\text{ cm}$; $OA=20\text{ cm}$

