

14 Aide p. 204 Le noyau d'un atome est composé de protons qui présentent une charge $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$, et de neutrons non chargés.

À l'intérieur du noyau, deux protons supposés ponctuels éloignés de la distance $d = 2,32 \times 10^{-6} \text{ nm}$ ont une masse $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

1. Exprimer puis calculer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_g$ qui s'exerce entre ces deux protons.
2. Calculer la valeur de la force d'interaction électrostatique $\vec{F}_e$ qui s'exerce entre ces deux protons.
3. Calculer le rapport des valeurs de ces deux forces. En déduire la force prédominante.
4. Expliquer pourquoi l'interaction prédominante n'explique pas la cohésion du noyau.

14

1. $F_g = G \times \frac{m_p^2}{d^2}.$

$$F_g = 6,67 \times 10^{-11} \times \left(\frac{1,67 \times 10^{-27}}{2,32 \times 10^{-15}} \right)^2 = 3,46 \cdot 10^{-35} \text{ N}$$

2. $F_e = k \times \frac{e^2}{d^2} = 9,0 \times 10^9 \times \left(\frac{1,6 \times 10^{-19}}{2,32 \times 10^{-15}} \right)^2 = 43 \text{ N}.$

3. $\frac{F_e}{F_g} = 1,2 \times 10^{36} \gg 1$. Donc la force électrique est largement prédominante sur l'interaction **gravitationnelle**

4. L'interaction électrostatique est une interaction répulsive car les protons ont des charges de même signe. Cette interaction ne permet donc pas d'expliquer la cohésion du noyau.

Remarque : la cohésion du noyau est assurée par l'interaction forte.

17 Une application de smartphone indique la valeur du champ de pesanteur local $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1. Donner l'expression de l'intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet de masse m situé à sa surface.

2. En déduire l'expression de l'intensité du champ gravitationnel $\mathcal{G}$ créé par la Terre sur la masse m .

3. Déterminer sa valeur et comparer à la valeur du champ de pesanteur local donné par le smartphone. Conclure.

17

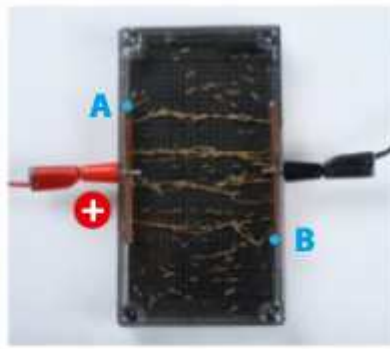
1. $F_g = G \times \frac{M_T \times m}{R_T^2}.$

2. $\mathcal{G} = \frac{F_g}{m}$ donc

$$\mathcal{G} = G \times \frac{M_T}{R_T^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24}}{(6\,400 \times 10^3)^2} = 9,72 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

3. $g = 9,81 \text{ N/kg}$, valeur qui est quasiment celle affichée par le smartphone. L'application semble bien fonctionner. L'écart provient de la valeur du rayon de la Terre qui est peu précise ici.

20 Soient deux plaques électriques séparées d'une distance $d = 10 \text{ cm}$ dans une cuve contenant de l'huile (isolant électrique) et des grains de semoule, les grains s'orientent comme le montre la photo ci-contre.



Une tension $U = 6 \text{ V}$ est appliquée aux bornes des deux plaques.

Donnée. Expression de la valeur du champ E entre les plaques : $E = \frac{U}{d}$.

1. Donner les caractéristiques du champ $\vec{E}$ créé entre les plaques.

2. Schématiser le champ $\vec{E}$ au point A et au point B.

3. Décrire l'évolution du champ $\vec{E}$ lorsque d diminue, et lorsque la tension U aux bornes des plaques augmente.

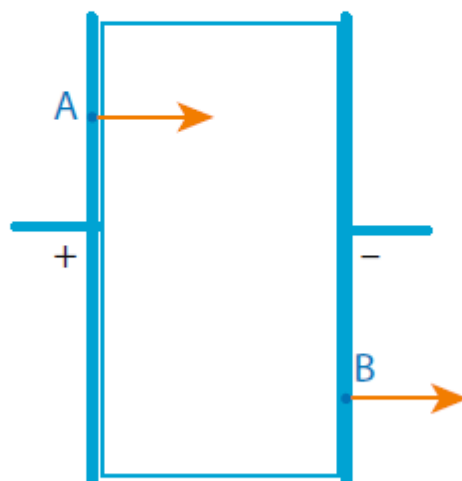
20

1. Champ $\vec{E}$:

- direction : perpendiculaire aux deux plaques ;
- sens : de la plaque chargée positivement vers celle chargée négativement, donc de la gauche vers la droite ;

- valeur : $E = \frac{U}{d} = \frac{6}{0,10} = 60 \text{ V.m}^{-1}$

2.



3. $E = \frac{U}{d}$ est inversement proportionnel à d et proportionnel à U :

- si U est constant et d diminue, alors E augmente ;
- si d est constant et U augmente, alors E augmente.

27 Champ gravitationnel terrestre

→ Analyser, réaliser, communiquer

La valeur du champ gravitationnel terrestre subi par un objet de masse m , dépend de l'altitude h à laquelle il se trouve au-dessus de la surface de la Terre.

Données

- Altitude de l'Everest : 8 848 m.
- Altitude géostationnaire : 36 000 km.

1. Donner l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle subie par l'objet en fonction d'un vecteur unitaire dont on précisera les caractéristiques.
2. En déduire l'expression vectorielle du champ gravitationnel.
3. Déterminer la valeur du champ de gravitation à la surface de l'océan, en haut de l'Everest, à l'altitude géostationnaire et à 100 000 km d'altitude.
4. Représenter le champ gravitationnel créé par la Terre à ces quatre altitudes autour de la Terre en respectant l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 3 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
5. Justifier qu'il est possible de considérer le champ gravitationnel comme uniforme à la surface de la Terre.

27

1. $\vec{F}_g = G \frac{M_T \times m}{(R_T + h)^2} \vec{u}$ avec $\vec{u}$ un vecteur unitaire vertical

dirigé vers le bas.

2. $\vec{G} = \frac{\vec{p}}{m} = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}.$

3. $R_T = 6\,400 \text{ km}.$

Océan : $h = 0$ et $G = 9,72 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}.$

Everest : $h = 8\,848 \text{ m}$ et $G = 9,69 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}.$

Altitude géostationnaire : $h = 36\,000 \text{ km}$ et $G = 0,22 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}.$

A 100 000 km : $G = 0,035 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Avec $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

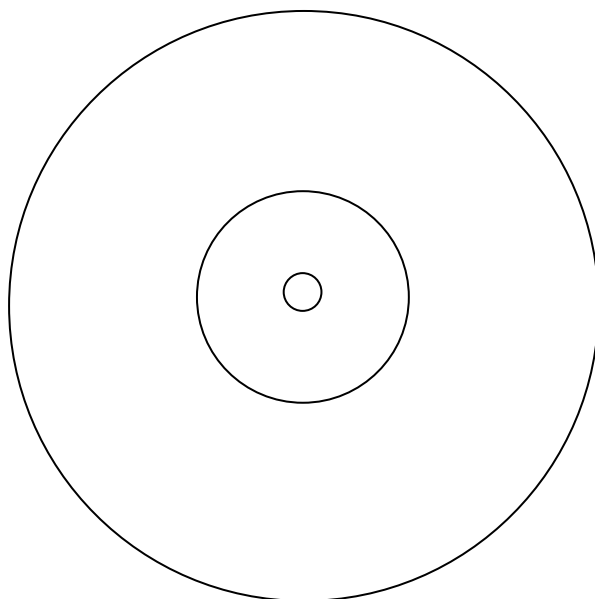
4. Échelle : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 3 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Valeur de g	Longueur du vecteur sur le schéma
$3 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$	1 cm
$9,72 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$	3,24 cm
$9,69 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$	3,23 cm
$0,22 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$	0,07 cm

$0,035 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

0,01 cm

5. À la surface de la Terre (même pour l'Everest), la variation du champ de pesanteur est au plus de 0,3 %, ce qui est négligeable. Il est donc possible de considérer le champ de pesanteur uniforme à la surface de la Terre.



29 Soulever un morceau de papier

Doc. 1 Le ballon électrostatique

En frottant un ballon de baudruche avec les cheveux, on le charge en électricité statique.

Lorsqu'on l'approche des morceaux de papier, ceux-ci se chargent légèrement et il se crée une force dite électrostatique. Les deux objets, morceau de papier et ballon, s'attirent.

Pour permettre de soulever les morceaux de papier il faut approcher le ballon à une distance de **5 mm** du papier.

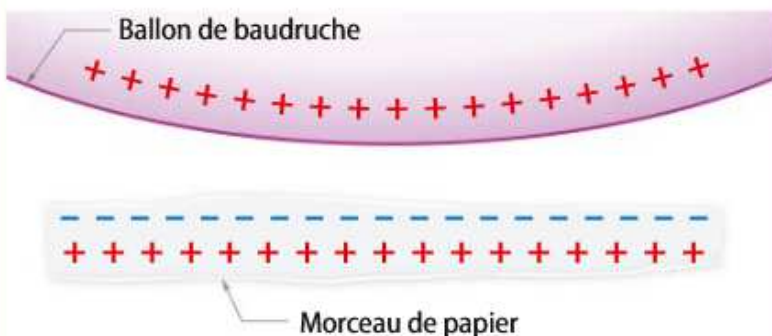


Doc. 2 Électrisation par influence

Le papier n'est pas chargé mais le fait d'approcher une source chargée a tendance à le polariser.

D'infimes migrations de particules chargées (les électrons essentiellement) ont lieu vers la face opposée au ballon.

La feuille se retrouve alors avec une face de charge opposée à celle du ballon : elle est donc attirée par le ballon.



Données

- Charge d'un proton : $q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
 - Charge d'un électron : $q_e = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- Déterminer le nombre d'électrons qu'il faut arracher au ballon pour soulever un morceau de papier de 10 mg.

Différenciation

Apprendre à résoudre 29

1. Faire le bilan des forces exercées sur le papier et s'aider d'un schéma.
2. Exprimer le lien entre la valeur de ces forces pour soulever le papier.

Le ballon doit soulever le morceau de papier à l'aide de la force électrique. Lorsque le ballon chargé (avec une charge $+Q$) est approché du morceau de papier, ce dernier se charge par influence (avec une charge $-Q$).

La force électrique s'exerçant entre les deux s'exprime donc sous la forme :

$$F = k \frac{|-Q \times Q|}{d^2} = k \frac{Q^2}{d^2}.$$

Si on veut soulever un morceau de papier de 10 mg avec ce procédé, il faut fournir une force supérieure au poids du papier qui l'attire vers le bas. Or $P = m \times g = 10 \times 10^{-6} \times 9,81 = 9,81 \cdot 10^{-5} \text{ N}$

La charge nécessaire est donc telle que : $F > P$

$$k \frac{Q^2}{d^2} > P \text{ donc } Q > \sqrt{\frac{P \times d^2}{k}}, \text{ soit } Q > 5,22 \cdot 10^{-10} \text{ C}$$

or $Q = N \times e$, avec N le nombre d'électrons arrachés.

$$\text{Donc } N = \frac{Q}{e} = \frac{5,22 \cdot 10^{-10}}{1,6 \times 10^{-19}} = 3,3 \cdot 10^9 \text{ électrons.}$$