

Les interactions fondamentales

I. Particules élémentaires

I.a. L'électron

L'électron peut-être considéré comme une particule ponctuelle de masse $m_e = 9,1.10^{-31}$ Kg et il ^porte la charge négative $q_e = -e = -1,6.10^{-19}$ C

I.b. Neutrons et protons

Ordre de grandeur du rapport des masses du nucléon et de l'électron.

$$m_p = 1,67262.10^{-27} \text{Kg}$$

$$m_n = 1,67493.10^{-27} \text{Kg}$$

$$m_e = 9,1.10^{-31} \text{Kg}$$

$$m_p = 1836 m_e$$

Ordre de grandeur du rayon d'un atome et d'un noyau.

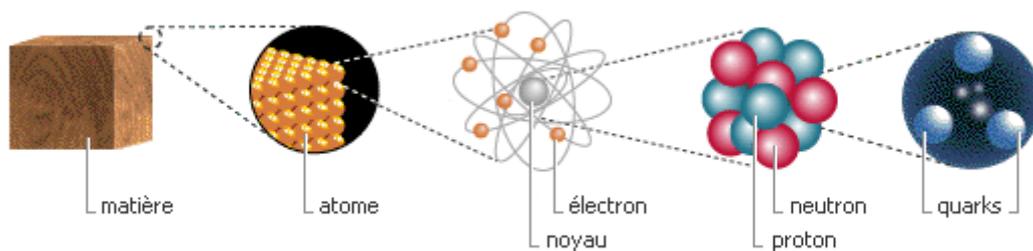
$$R_{\text{atome}} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$R_{\text{noyau}} = 10^{-14} \text{ à } 10^{-15} \text{ m}$$

$$R_{\text{atome}} \gg R_{\text{noyau}}$$

I.c. Charge élémentaire

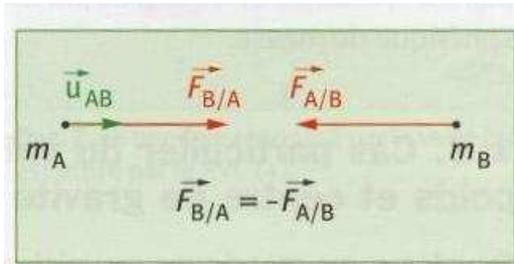
Toute charge électrique est multiple d'une charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19}$ C



Encyclopédie Encarta, © Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

II. Interaction gravitationnelle.

II.a. Masses ponctuelles



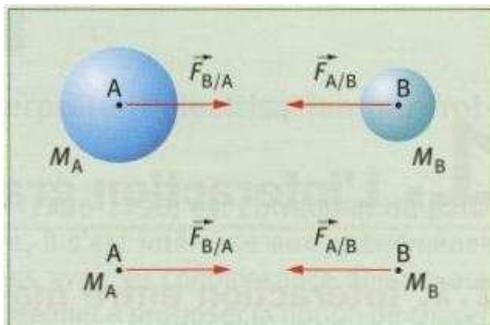
Doc. 3. L'attraction gravitationnelle entre les deux masses tend à les rapprocher.

$$\vec{F}_{B/A} = G \frac{m_A m_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

- m_A et m_B sont les masses des corps A et B
- G constante gravitationnelle
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$

Problème : Les corps dans la réalité ne sont pas ponctuels.

II.b. Cas des corps à répartitions sphériques



Doc. 5. Les forces d'attraction gravitationnelle entre deux corps à répartition sphérique de masse ont des directions qui passent par leurs centres A et B. Elles sont attractives, et de même valeur.

On admettra que les forces gravitationnelles s'exercent au centre de gravité, c'est-à-dire au barycentre de l'objet.

[Vidéo : Ce qu'Einstein ne savait pas encore\(10 min\) : gravitation et relativité générale](#)

III.Charges et interaction électrique.TP

III.a. Phénomènes d'électrisation : expérience du scotch

Proposer un modèle permettant d'expliquer les observations de cette expérience.

Il existe deux types de charges électriques

Que se passe-t-il avec la flamme ?

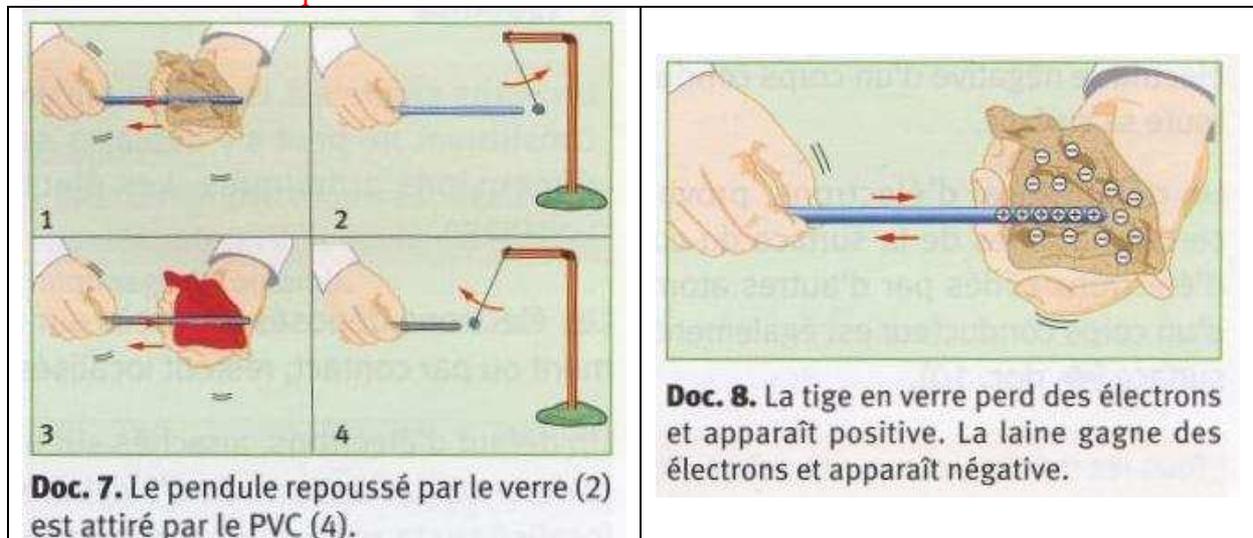
Ionisation de l'air, les ions de signes opposés sont attirés par le scotch chargé. Donc les objets ont tendance à être électriquement neutre.

III.b. Exemple du bâton PVC et de la laine : vidéo ou TP

Détecteur de charge : [vidéo](#)

Quelle hypothèse peut-on faire au sujet du nombre de charges positives et négatives dans la matière ?

La matière est électriquement neutre



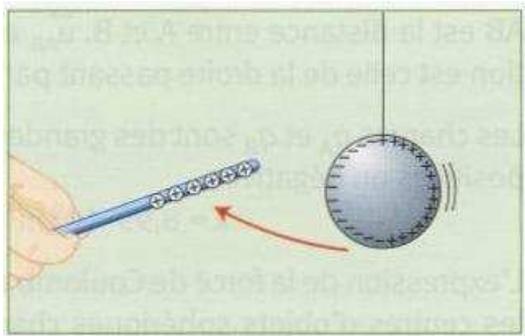
III.c. Déplacement de petits objets :

Attraction d'une sphère métallique : [vidéo](#)

Qu'arrive-t-il au bâton lors qu'on le frotte avec de la laine ?

Il se charge en électricité statique.

Décrire l'interaction entre la tige frottée et la boule d'aluminium avant qu'ils ne touchent



Doc. 12. La boule d'aluminium est attirée par la tige en verre frottée.

Les charges positives du bâton attirent les charges de signe **néglatif** et repoussent les charges **positives**. On dit qu'il y a polarisation induite de la sphère.

La polarisation est possible car la sphère est **conductrice** et donc les **charges électrique** peuvent se déplacer.

Les charges + sont repoussées et les charges - attirées par le bâton. Comme les charges - sont plus proches que les charges +, les charges - sont **attirées** plus fortement que les charges + (plus éloignées). La sphère est donc attirée par le bâton.

Que se passe-t-il lorsque la boule touche le bâton ?

Observations :

La boule n'est plus attirée par le bâton voir même repoussée.

Interprétation

Lors du contact les charges - passent sur le bâton, il ne reste que les charges + (qui sont repoussées) la boule est immédiatement repoussée.

Attraction d'une sphère isolante. [Vidéo Boule liège](#)

Décrire l'interaction entre la tige frottée et la boule en liège.

Observations :

La sphère est attirée et la sphère reste collée

Interprétation

Ici la sphère ne peut pas être **polarisée** par induction puisqu'elle est **isolante** et les charges ne se déplacent donc pas.

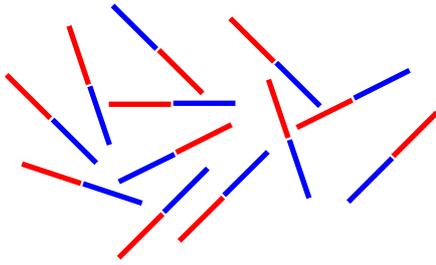
Pour que la boule soit attirée elle doit être **chargée**.

La sphère reste collée car les charges étant immobiles (sphère isolante) elles ne peuvent pas aller sur le bâton.

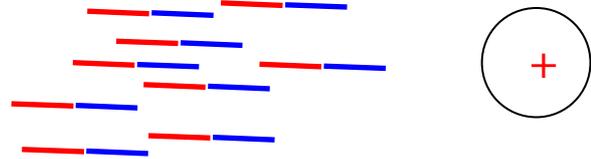
Vidéo : [Boule d'aluminium et de liège.wmv](#).

Déviatiion d'un filet d'eau : [vidéo](#)

La molécule d'eau est un dipôle permanent : la molécule d'eau est **polaire**.



Les molécule d'eau ne sont pas **orientées** car il n'y a pas de charges électriques à proximité.



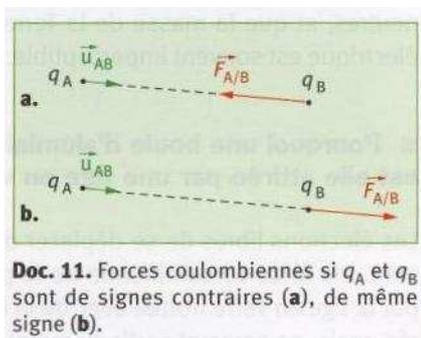
Les molécules d'eau sont orientées à cause de la charge positive.
 Les parties négatives des molécules d'eau (attirées) sont plus **proches** que les parties positives **repoussées**.
 L'eau est donc attirée par une charge électrique car elle est polaire.

III.d. L'électroscope

<p>Sur l'un des électroscopes de la salle, faire les expériences suivantes.</p>	
<p>Sur l'électroscope, poser un matériau conducteur. Electrifier par frottement le bâton PVC. Approcher et toucher le matériau conducteur.</p>	<p><i>Décrire et expliquer vos observations</i> Les lames métalliques s'écartent quand on approche le bâton et reprennent leur position quand on le retire.</p>
<p>Décharger l'électroscope en le touchant avec la main quelques instants et reprendre l'expérience précédente en remplaçant le matériau conducteur par un isolant.</p>	<p><i>Décrire et expliquer vos observations.</i> Les lames métalliques s'écartent quand on approche le bâton et ne reprennent pas leur position quand on le retire.</p>

Quelle différence, d'après ces deux expériences, y a-t il entre un isolant et un conducteur ?
Un isolant ...

III.e. Loi de coulomb



Dans le cas (a)

$$\vec{F}_{A/B} = k \cdot \frac{q_A q_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

$$\vec{F}_{B/A} = -k \cdot \frac{q_A q_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

Dans le cas (b)

$$\vec{F}_{A/B} = k \cdot \frac{q_A q_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

$$\vec{F}_{B/A} = -k \cdot \frac{q_A q_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

[Vidéo : Ce qu'Einstein ne savait pas encore\(10 min\) : Forces électromagnétiques](#)

IV. Interaction et cohésion de la matière à diverses échelles.

[Interactions fortes et faibles\(20 min\)](#)

IV.a. Interaction forte

L'interaction forte explique la cohésion du noyau et indépendante des charges électriques

Elle est de très courte portée de l'ordre de 10^{-15} m

Elle est attractive et est 100 à 1000 fois plus intense que les interactions électriques protons-protons.

IV.b. Echelle astronomique

Les étoiles, planètes et galaxies sont électriquement neutres : l'interaction électrique est donc nulle

L'interaction forte n'intervient pas car les astres sont trop éloignés.

La cohésion de l'univers est donc due à l'interaction gravitationnelle.

IV.c. Echelle atomique et humaine

L'interaction forte est négligeable devant l'interaction électrique.

L'interaction gravitationnelle est négligeable devant l'interaction électrique.

L'interaction électrique entre les noyaux et les électrons explique la cohésion de l'atome

Matériel

Papier aluminium

16 Fils

Ciseaux 1ou 2

8 Potences avec pinces

8 Boules en liège ou polystyrène

Peau de chat

Baton PVC (dans le placard)

Détecteur de charge