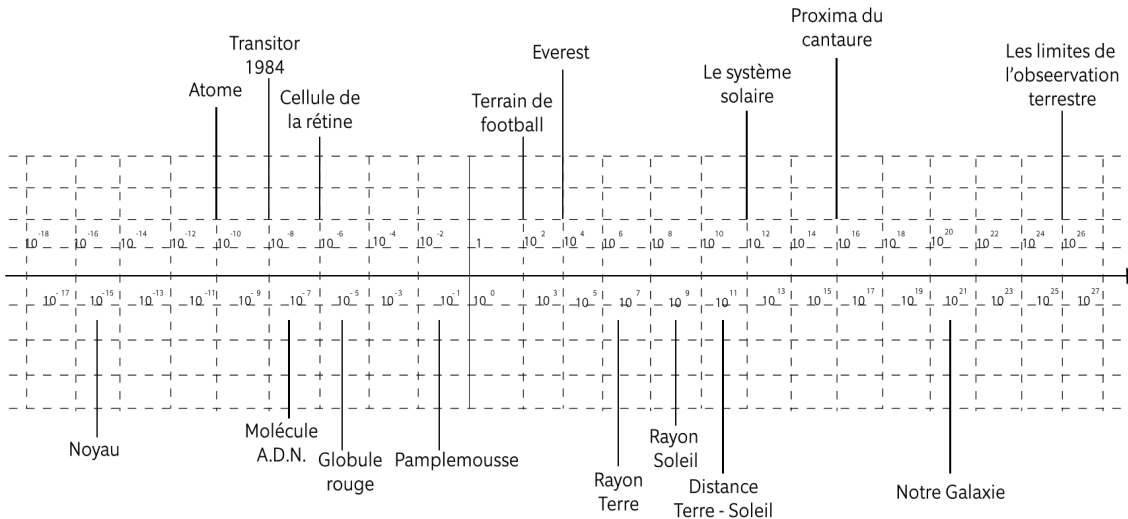


CH09 Cohésion de la matière

1. La matière à différentes échelles

Les édifices organisés présents dans l'Univers ont des dimensions très différentes. Les ordres de grandeur (puissance de 10 la plus proche) de ces dimensions sont résumés sur le schéma



Rayon noyau	Rayon atome	Cellule	Homme	Rayon Terre	Terre-Soleil	Notre Galaxie
10^{-15} m	10^{-10} m	10^{-5} m	10^0 m = 1	10^7 m	10^{11} m	10^{21} m

2. Constitution des édifices de l'univers

Particules élémentaires

Les protons, les neutrons et les électrons sont appelés particules élémentaires

proton masse $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$ kg et charge électrique $q_p = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C
neutron masse $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$ kg et charge électrique $q_n = 0,0$ C
l'électron masse $m_e = 9,31 \cdot 10^{-31}$ kg et une charge $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C

Atomes, ions, molécules

L'atome est constitué d'un noyau et d'un nuage électronique.

Le noyau est représenté symboliquement par ${}^A_Z X$
 où A est appelé le nombre de nucléons (ou nombre de masse)
 Z est appelé le nombre de charges (ou numéro atomique).
 Le noyau contient Z protons et (A-Z) neutrons.

Un atome peut perdre ou gagner des électrons pour donner un ion : un ion est donc constitué aussi de protons, d'électrons et de neutrons.

Les atomes peuvent se lier entre eux pour donner des molécules.

Les protons, les neutrons et les électrons sont donc les «briques de base» de la matière de l'Univers.

3. Charge des édifices de l'univers

Electrisation

On approche une baguette de verre électrisée d'un pendule non chargé.	L'approche de la baguette électrisée a créé une dissymétrie dans la répartition des charges : le pendule est attiré par la baguette électrisée. C'est le phénomène d'influence.	Après contact entre la baguette électrisée et la boule, la boule se retrouve chargée positivement. C'est le phénomène d'électrisation par contact.

Les expériences d'électrisation s'expliquent par des transferts d'électrons.
 Les électrons sont en général les seules particules élémentaires susceptibles d'être arrachées, apportées à la matière ou déplacées.

Charge élémentaire

Au cours d'une électrisation il y a modification du nombre d'électrons donc toute charge est un multiple de la charge élémentaire (notée e) égale à la valeur absolue de la charge de l'électron

4. Interactions fondamentales

Quatre interactions fondamentales permettent d'interpréter tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques

Interaction gravitationnelle

Loi de l'attraction universelle de Newton : L'interaction gravitationnelle entre deux corps ponctuels A et B, de masses respectives m et m' séparés de la distance d , est modélisée par des forces attractives $\vec{F}_{A/B}$ $\vec{F}_{B/A}$ ayant la même droite d'action, des sens opposés

et de valeur : $\vec{F}_{A/B} = \vec{F}_{B/A} = G \frac{mm'}{d^2}$ où G est la constante de gravitation universelle ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$).

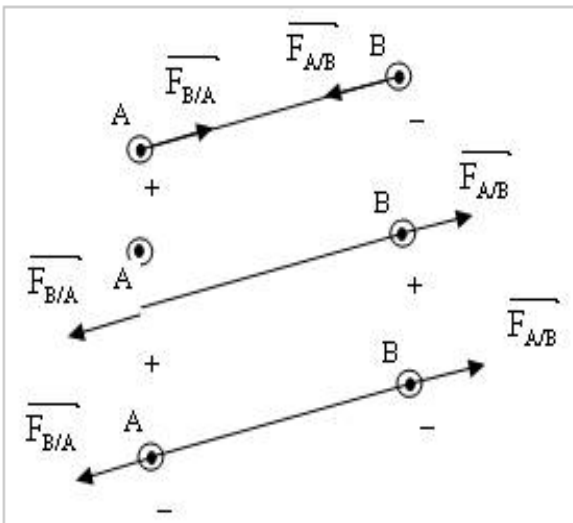
Modélisation de l'interaction gravitationnelle	Modélisation de l'interaction électrique pour des charges de signes opposés	Modélisation de l'interaction électrique pour des charges de même signe.

Interaction électromagnétique (loi de Coulomb)

Deux corps chargés électriquement sont soumis à une interaction électrique s'ils sont au repos, à laquelle vient s'ajouter une interaction magnétique s'ils sont en mouvement. On parle alors d'interaction électromagnétique.

Deux corps ponctuels immobiles A et B porteurs de charges électriques et , séparés d'une distance d , exercent l'un sur l'autre des actions mécaniques

- de même direction
- attractives si les charges et sont de signes opposés
- répulsives si les charges et sont de même signe



$$F_{\text{élec}} = k \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{d^2}$$

avec k constante de Coulomb ;
 q_A et q_B en C, d en m et F en N.

Interaction forte et faible

L'interaction forte est attractive, très intense et d'une portée très faible : elle lie les nucléons entre eux et assurent la cohésion du noyau en compensant la répulsion électrique entre protons

L'interaction faible a une valeur environ un million de fois plus faible que la valeur de l'interaction forte entre deux nucléons et a une portée également très faible. Une des manifestations les plus courantes de l'interaction faible est la radioactivité

Domaine de prédominance des interactions

L'interaction gravitationnelle prédomine à l'échelle astronomique.

L'interaction électromagnétique prédomine à l'échelle humaine et à l'échelle atomique.

L'interaction forte et l'interaction faible prédominent à l'échelle du noyau.

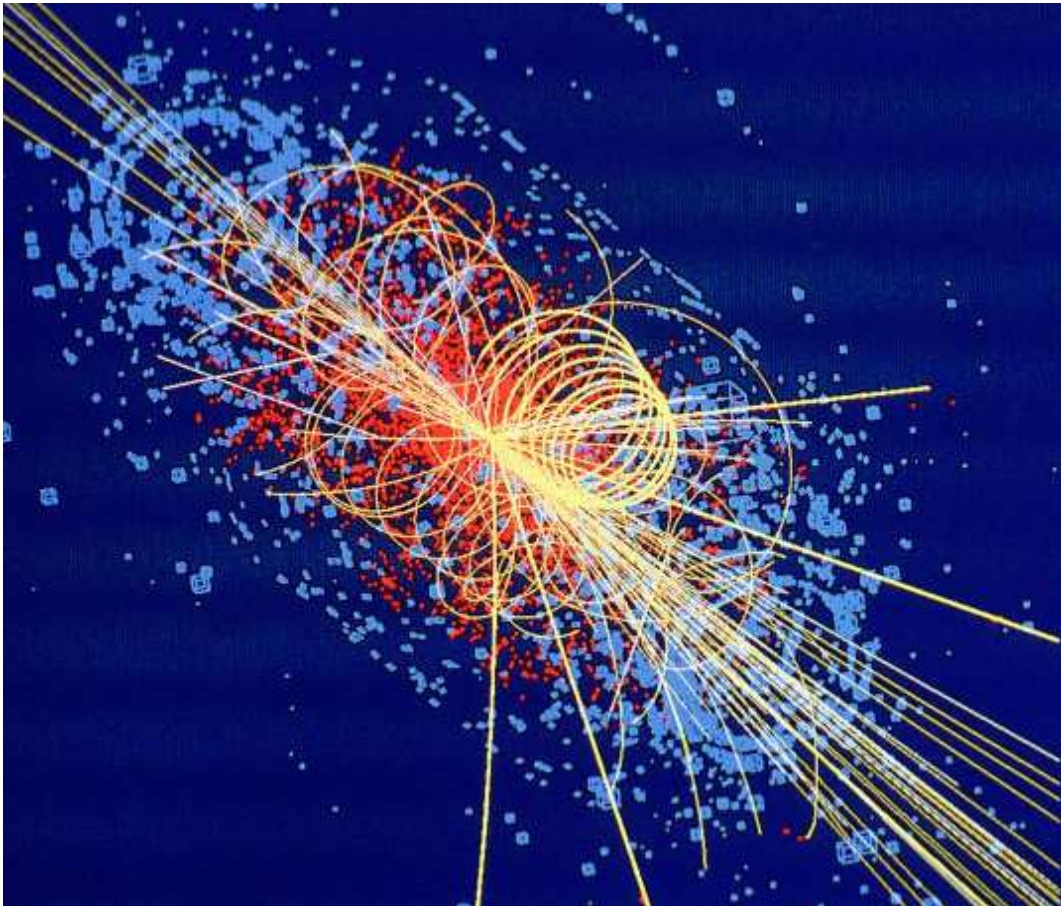


Photo : Simulation de la désintégration d'un boson Higgs à 4 muons isolés dans le détecteur CMS du LHC au CERN. Les traces dénotent les particules qui ont été produites de la collision d'une paire de protons d'ultra-haute énergie. Les énergies déposées par les particules dans le détecteur sont montrées en bleu.

PC2 CH09 La cohésion de la matière.

Compétences attendues

Connaître les ordres de grandeur des dimensions des différentes structures des édifices organisés.
 Connaître l'ordre de grandeur des valeurs des masses d'un nucléon et de l'électron.
 Savoir que toute la charge électrique peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire e .
 Associer, à chaque édifice organisé, la ou les interactions fondamentales prédominantes

Rappel : Les particules élémentaires

- Citez le nom des trois particules élémentaires :

Les trois particules élémentaires sont le proton, le neutron et l'électron.

- Peut-on rassembler deux d'entre elles sous un même nom ?

Le proton et le neutron sont des nucléons : ils sont situés dans le noyau de l'atome.

- Quelle est la masse de chacune d'entre elles ?

$$m_{\text{proton}} = m_{\text{neutron}} = 1.67 * 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\text{électron}} = 9.31 * 10^{-31} \text{ kg}$$

- Quelle est la charge de chacune d'entre elles ?

$$q_{\text{proton}} = - q_{\text{électron}} = e = 1.6 * 10^{-19} \text{ C (Coulomb)}$$

e est appelé charge élémentaire car c'est la plus petite charge électrique qui existe.

$$q_{\text{neutron}} = 0 \text{ C}$$

Rappel : Les caractéristiques du noyau

- Où sont situées les particules élémentaires citées précédemment à l'intérieur de l'atome ?

Les protons et les neutrons sont des nucléons donc situés dans le noyau de l'atome.
 Les électrons constituent le nuage ou cortège électronique situé tout autour du noyau de l'atome.

- Par quels nombres caractérise-t-on un atome ?

On utilise le numéro atomique Z , nombre de protons dans le noyau de l'atome.
 On utilise le nombre de masse A , nombre de nucléons dans le noyau de l'atome.
 Comme l'atome est électriquement neutre, s'il y a Z protons dans le noyau de l'atome, l'atome possède Z électrons dans son cortège électronique.

- Donnez les ordres de grandeurs de la dimension d'un atome et de la dimension de son noyau :

$$d_{\text{atome}} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$d_{\text{noyau}} = 10^{-15} \text{ m}$$

- D'après les masses des particules élémentaires, où est située la majorité de la masse de l'atome ?

La masse est concentrée dans le noyau de l'atome car $m_{\text{électron}} \ll m_{\text{nucléon}}$
 (\ll = très inférieur = négligeable par rapport à).

1^{ère} interaction fondamentale : l'interaction gravitationnelle (loi de Newton) :

Deux corps sphériques et homogènes A (masse m_1) et B (masse m_2) dont les centres O_1 et O_2 sont distants de d exercent l'un sur l'autre des **forces attractives** de même droite support (O_1O_2) et de même valeur.

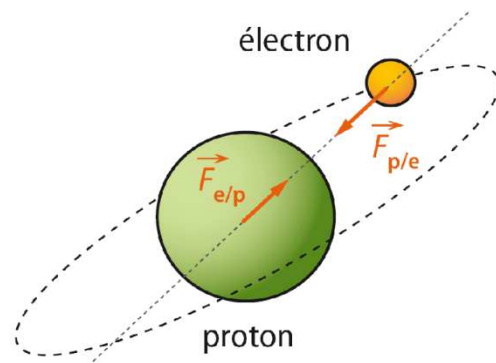
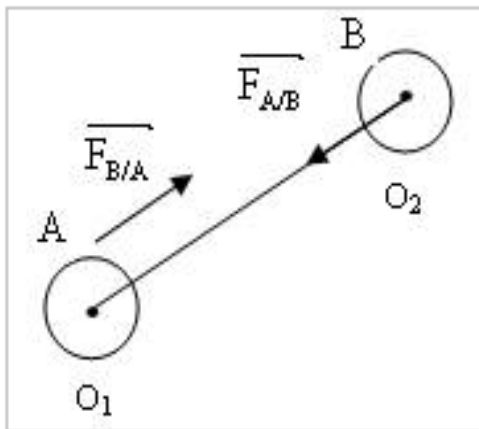
- Donnez l'expression littérale de la formule permettant de calculer la valeur de ces forces ($F_{A/B} = F_{B/A}$) :

- L'interaction gravitationnelle est **attractive**. Elle est modélisée par une force qui a pour intensité :

$$F_{\text{grav}} = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

avec G constante de gravitation universelle ;
 m_A et m_B en kg, d en m et F en N.

- Faites un schéma représentant les deux corps en attraction et les forces gravitationnelles qui s'exercent sur eux :



- Application numérique : quelle est la valeur de la force de gravitation qui s'exerce entre la terre et la lune ? On donne : $M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg ; $M_L = 7.53 \cdot 10^{22}$ kg et $d = 3.84 \cdot 10^5$ Km.

$$\begin{aligned}
 F_{TL} = F_{LT} &= G \times \frac{M_L \times M_T}{d^2} \\
 &= 6.67 \cdot 10^{-11} \times \frac{7.53 \cdot 10^{22} \times 5.97 \cdot 10^{24}}{(3.84 \cdot 10^5 \cdot 10^3)^2} \\
 &= 2.03 \cdot 10^{20} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Attention à la conversion des Km en m

2^{ème} interaction fondamentale : l'interaction électromagnétique, cas de l'électrostatique

Les phénomènes d'électrisation :

- Que se passe-t-il lorsque l'on frotte une tige de verre avec un morceau de laine :

La laine arrache des électrons à la tige de verre : la tige se retrouve chargée positivement à cause d'un **défaut d'électrons**, alors que la laine se retrouve chargée négativement à cause d'un **excès d'électrons**.

- Décrivez les cas d'attraction ou de répulsion qui se produisent lorsque l'on approche deux charges électriques l'une de l'autre :

Si les deux charges sont de même signe, alors il y a répulsion.
Si les deux charges sont de signes contraires, alors il y a attraction.

- Lorsque l'on approche une règle en plastique frottée (avec de la laine par exemple) près d'un petit morceau de papier, on constate que la règle attire le papier. On parle alors de phénomène de polarisation : Pouvez-vous expliquer celui-ci ?

La règle, par exemple chargée négativement, va polariser le morceau de papier, c'est à dire créé un déplacement de charge :

Les charges négatives du morceau de papier sont repoussées par la règle, donc à l'endroit où ces charges étaient, il y a un défaut de charge négative et cet endroit est chargé positivement.

Ainsi il y a **attraction** entre la règle, chargée négativement, et le "bout" du papier chargé positivement (du fait de la distance entre les charges, l'attraction l'emporte sur la répulsion).

- Charge électrique d'un objet :
Quand peut-on dire qu'un objet est électriquement chargé ?
Comment note-t-on cette charge, quelle est son unité, et quelle condition présente-t-elle ?

Un objet est chargé électriquement lorsqu'il possède un excès d'électron (il est alors chargé négativement) ou un défaut d'électrons (il est chargé positivement).

La charge électrique d'un objet est notée q et s'exprime en Coulomb (C). La charge électrique est **forcément un multiple de la charge élémentaire e** , puisque ce sont des électrons qui sont en excès ou en défaut.

La loi de Coulomb :

- Cette loi ressemble beaucoup à la loi de Newton de la gravitation. Essayez d'écrire la loi :

Deux objets quasi-ponctuels A (portant la charge électrique q_A) et B (de charge q_B) distants de d , exercent l'un sur l'autre des forces $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ de même droite de support (AB) et de même valeur F .

$$F_{\text{élec}} = k \frac{|q_A| \cdot |q_B|}{d^2}$$

avec k constante de Coulomb ;
 q_A et q_B en C, d en m et F en N.

- Plusieurs cas donc plusieurs schémas des forces sur les charges peuvent se présenter selon le signe de ces charges. Répertoriez et dessinez les différents cas :

Si q_A et q_B sont de même signe, les forces sont répulsives, si q_A et q_B sont de signes contraires, les forces sont attractives.

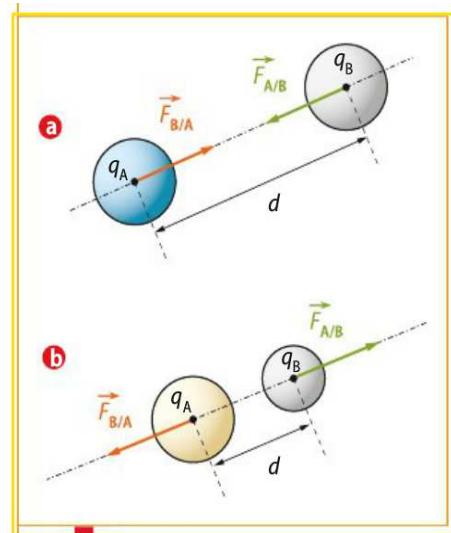
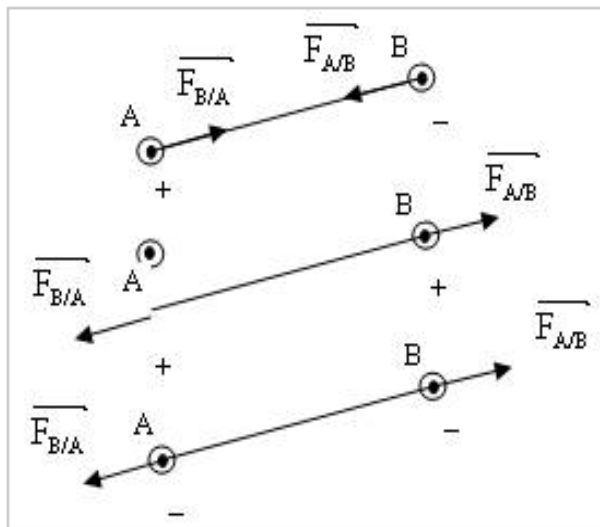


Fig. 4 **a** Deux charges de signes opposés s'attirent. **b** Deux charges de même signe se repoussent.

La conduction de l'électricité :

- Il existe deux comportements différents des corps vis à vis de l'électricité, quels sont-ils ?

Soit un corps conduit le courant et il est **conducteur**, soit il ne laisse pas passer le courant et il est appelé **isolant**.

- Comment peut-on expliquer ses différents comportements ?

Dans un conducteur, il existe des électrons peu liés au noyau des atomes qui constituent le corps, ce sont les électrons de **conduction**.

Ils peuvent être animés d'un mouvement d'ensemble qui permet de passage du courant électrique.

Dans un isolant, les électrons des atomes sont fortement liés au noyau et il n'y a pas de mouvement d'ensemble possible donc pas de conduction du courant.

- Dans un liquide, le courant électrique peut-il circuler ? Si oui, qui permet cela ? Comment appelle-t-on ces liquides ?

Les liquides qui conduisent le courant sont des solutions appelées solutions électrolytiques ou électrolytes.

Ce sont les ions qui en, se déplaçant, permettent le passage du courant.

3^{ème} interaction fondamentale : l'interaction forte :

- Justifiez son existence en considérant deux protons d'un noyau atomique et en répertoriant les interactions qui s'exercent entre eux :

Entre ces deux protons s'exercent :

Une interaction gravitationnelle, négligeable au niveau microscopique.

Une **force électrique répulsive** d'un ordre de grandeur de 10^2 N.

Si on compare cette force, à la force qui lie un électron à un proton dans l'atome d'hydrogène, on remarque que cette force répulsive est dix milliards de fois plus intense.

En toute logique, le noyau d'un atome devrait donc exploser. D'où l'interaction forte !

- Donnez les caractéristiques de l'interaction forte :

C'est une **force attractive** d'une valeur mille fois plus grande que la force répulsive calculée ci-dessus.

Elle **s'exerce indifféremment entre nucléons** mais pas entre électron et nucléon.

Sa portée n'excède pas la taille du noyau.

La cohésion de la matière :

Cohésion à l'échelle atomique et humaine :

- Laquelle des interactions fondamentales est responsable de cette cohésion ?

C'est l'interaction électromagnétique.

- Citez quelques exemples concrets de cohésion où cette interaction intervient :

Dans la liaison entre les électrons d'un atome et le noyau.

Dans la cohésion entre les anions et les cations d'un solide ionique (exemple du sel).

Dans la liaison chimique entre les atomes d'une même molécule.

La matière vivante est aussi cohérente grâce à cette interaction.

Cohésion à l'échelle astronomique :

- Laquelle des interactions fondamentales est responsable de cette cohésion ?

C'est l'interaction gravitationnelle.

Cohésion à l'échelle nucléaire :

- Laquelle des interactions fondamentales est responsable de cette cohésion ?

C'est l'interaction forte.

L'application principale de celle-ci à l'échelle humaine est la production d'énergie par réaction nucléaire : comme l'intensité de l'interaction forte est beaucoup plus grande que celle de l'interaction électromagnétique, on libère beaucoup plus d'énergie en cassant des noyaux d'atomes qu'en cassant des molécules.

Remarque :

Il existe une 4^{ème} interaction fondamentale dont on ne parle pas ici :

Il s'agit de **l'interaction faible**, elle s'exerce, comme l'interaction forte, au niveau du noyau des atomes et est de très faible intensité.

Cette interaction concerne tout ce qu'on appelle les particules de matière : quarks, baryons (composés de quarks), mésons (composés de quarks, antiquarks et gluons), leptons (électron, positron, neutrino, muon ...).

Ce monde de particules est bien compliqué ... vous pouvez néanmoins en savoir un peu plus avec [cette affiche](#).

Une manifestation courante de cette interaction est la radioactivité bêta.

Particules élémentaires et Interactions fondamentales

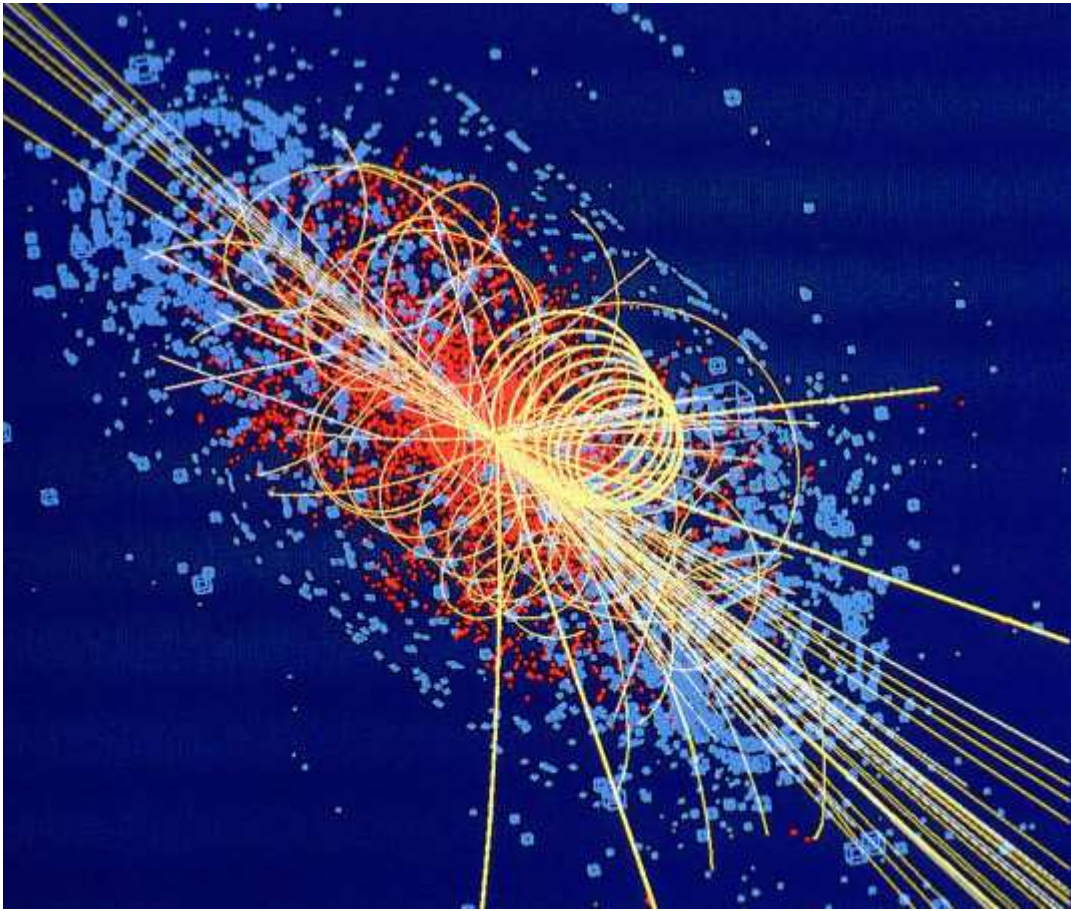
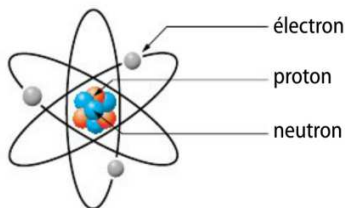


Photo : Simulation de la désintégration d'un boson Higgs à 4 muons isolés dans le détecteur CMS du LHC au CERN. Les traces dénotent les particules qui ont été produites de la collision d'une paire de protons d'ultra-haute énergie. Les énergies déposées par les particules dans le détecteur sont montrées en bleu.

20 L'atome : la brique de la matière

Voici une représentation possible d'un atome :



À partir de ce schéma, expliquer la cohésion de l'atome.

21 La bonne interaction

Préciser quelle est l'interaction responsable de la cohésion des structures suivantes :

- a.** Un morceau de sucre. **b.** Le noyau d'un atome de carbone.
c. La molécule d'ADN. **d.** Le système solaire.

22 Électricité statique

- Si l'on approche une paille en plastique de petits morceaux de papier, ceux-ci restent immobiles. Quelle est la seule interaction possible entre la paille et les morceaux de papier ?
- Maintenant, si l'on frotte la paille sur un morceau de tissu et qu'on l'approche, les morceaux de papier sont attirés par la paille. Pourquoi ?



- Quelle est l'interaction prédominante à notre échelle ?

20 La cohésion de l'atome est assurée au niveau du noyau par l'interaction forte, et au niveau des électrons par l'interaction électromagnétique.

21 Il s'agit de l'interaction électrique pour les propositions a et c ; de l'interaction gravitationnelle pour la proposition d et de l'interaction forte pour la proposition b.

22 1. L'interaction gravitationnelle.

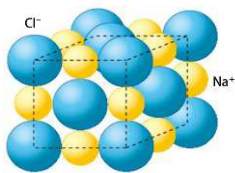
2. La paille est électrisée, l'accumulation et l'apparition de charges électriques permettent l'existence de l'interaction électrique.

3. C'est l'interaction électrique car ses effets sont visibles, contrairement à l'interaction gravitationnelle.

30 ★ ★ Interaction dans le sel de cuisine

Le sel de cuisine, ou chlorure de sodium, est un cristal ionique formé des ions sodium Na^+ et chlorure Cl^- .

La disposition des ions dans un cristal est régulière. Les ions s'ordonnent selon une structure élémentaire simple qui se reproduit aux dimensions du cristal. Cette structure est appelée une maille et, dans le cas du sel de cuisine, il s'agit d'un cube (en pointillés sur le schéma ci-dessous). Les ions Cl^- sont au sommet du cube et au centre de chaque face, alors que les ions Na^+ sont situés au milieu de chaque arête.



- Déterminer la valeur, en pm, de l'arête a du cube.
- a.** Quelle est la distance d_{Cl} séparant le centre de deux ions chlorure les plus proches ?
b. L'interaction électrique est-elle attractive ou répulsive entre deux ions chlorure ?
c. Calculer l'intensité de cette force.
- Faire de même pour deux ions sodium les plus proches.
- Mêmes questions pour un ion chlorure et un ion sodium les plus proches.
- Qu'est-ce qui assure la stabilité de ce cristal ?

Données. Rayon de l'ion Na^+ : $r_{\text{Na}^+} = 99 \text{ pm}$.

Rayon de l'ion Cl^- : $r_{\text{Cl}^-} = 181 \text{ pm}$.

30 1. $a = 2r_{\text{Cl}^-} + 2r_{\text{Na}^+} = 5,6 \times 10^2 \text{ pm}$.

- a. En utilisant le schéma ci-dessous, la distance entre ions chlorure les plus proches correspond à la demi-diagonale du carré. Soit $d_{\text{Cl}^-/\text{Cl}^-} = \frac{a\sqrt{2}}{2} = \frac{a}{\sqrt{2}} = 4,0 \times 10^2 \text{ pm}$.

- b. L'interaction est répulsive.

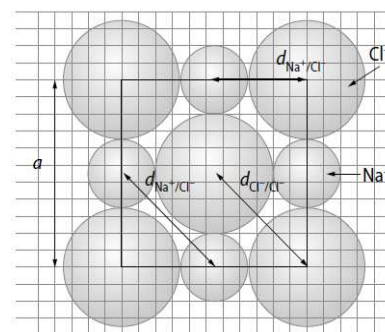
c. La charge portée par les ions chlorure est $-e$, on a : $F_{\text{Cl}^-/\text{Cl}^-} = k \frac{|-e| \cdot |-e|}{(d_{\text{Cl}^-/\text{Cl}^-})^2} = 1,5 \times 10^{-9} \text{ N}$.

3. Pour les deux ions Na^+ , la distance est $d_{\text{Na}^+/\text{Na}^+} = d_{\text{Cl}^-/\text{Cl}^-}$. La force a donc même intensité.

4. La distance entre un ion chlorure et un ion sodium les plus proches est : $d_{\text{Na}^+/\text{Cl}^-} = a/2$.

$$F_{\text{Na}^+/\text{Cl}^-} = k \frac{|e| \cdot |-e|}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} = 4k \frac{e^2}{a^2} = 2,9 \times 10^{-9} \text{ N}$$

5. Ce sont les interactions électriques attractives entre ions de charges opposées, qui sont plus intenses que les interactions répulsives entre ions de charges de même signe.



31 Modèle planétaire de l'atome d'hydrogène

1. Quelle est la composition d'un atome d'hydrogène (de numéro atomique $Z = 1$) ?

Dans le modèle planétaire, on suppose que l'électron est animé d'un mouvement circulaire de rayon R autour du proton.

2. Faire un schéma présentant l'atome d'hydrogène dans ce modèle.

3. L'électron est soumis, de la part du proton, à une action mécanique qui peut se modéliser par une force d'interaction électrique d'expression :

$$F = k \frac{e^2}{R^2}$$

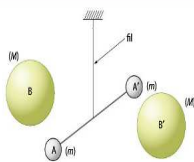
avec : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $k = 9,0 \times 10^9 \text{ U.S.I.}$ et $R = 5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$.

- Retrouver l'expression de F .
 - Déterminer l'unité de la constante k .
 - Cette force est-elle attractive ou répulsive ?
 - Calculer la valeur de l'intensité de cette force.
 - Sur le schéma réalisé à la question 2, représenter cette force d'interaction en choisissant une échelle appropriée.
4. a. Quelles sont les caractéristiques de la force électromagnétique exercée par l'électron sur le proton ?
b. Représenter cette force sur le schéma.

32 La pesée du monde

Histoire des sciences

Henry Cavendish (1731-1810) est l'idée de suspendre par son milieu une légère barre métallique au moyen d'un fil fin. A chaque extrémité de cette barre, il fixa deux petites sphères de plomb (A et A'), et plaça ensuite deux grandes sphères de plomb (B et B') à proximité de chaque petite sphère. Les forces gravitationnelles firent tourner légèrement la barre par rapport à sa position initiale. La mesure de l'angle de torsion du fil lui permit d'en déduire l'intensité de la force exercée entre les deux types de sphères. Par cette expérience, Cavendish prétendait réaliser une « mesure de la masse de la Terre ».



Les sphères suspendues, situées à une distance $d = 15 \text{ cm}$ l'une de l'autre, ont une masse $m = 750 \text{ g}$ et les grandes sphères, une masse $M = 150 \text{ kg}$.

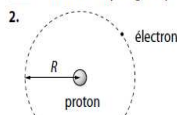
La force gravitationnelle entre les deux types de sphères est : $F_{B/A} = 3,5 \times 10^{-11} \text{ N}$.

1. Déduire de ces données la valeur de la constante de gravitation G et son unité.

2. Sachant que la force appliquée à un objet O de masse m' situé à la surface du globe terrestre, de rayon R_T , et de masse M_T , peut aussi s'écrire $F_{T/O} = m' \cdot g$, en déduire la « mesure de la masse de la Terre ».

Données : intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
Rayon de la Terre : $R_T = 6370 \text{ km}$.

31 1. L'atome d'hydrogène possède un proton et un électron.

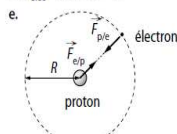


3. a. $F_{\text{elec}} = k \frac{|e| \cdot |-e|}{d^2} = k \frac{e^2}{R^2}$ puisque le proton porte une charge e et l'électron une charge $-e$, et que la distance qui sépare ces deux particules correspond au rayon de l'orbite.

b. D'après l'expression de la force électrique, on a $k = \frac{F \cdot R^2}{e^2}$. Cette constante s'exprime donc en $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

c. Cette force est attractive puisque proton et électron portent des charges de signes opposés.

d. $F_{\text{elec}} = 8,2 \times 10^{-8} \text{ N}$.



Échelle : 1 cm pour $8 \times 10^{-8} \text{ N}$ (le vecteur doit mesurer 1 cm).

4. a. Cette force est également attractive, elle a même intensité mais elle s'applique sur le proton et est dirigée vers l'électron.

b. Voir schéma ci-dessus.

32 1. Comme $F_{B/A} = G \frac{m \cdot M}{d^2}$, il vient $G = \frac{F_{B/A} \cdot d^2}{m \cdot M} = 6,6 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

2. Comme $F_{T/O} = G \frac{M_T \cdot m'}{R_T^2} = m' \cdot g$, alors : $g = G \frac{M_T}{R_T^2}$ et $M_T = g \cdot \frac{R_T^2}{G}$.

On obtient la valeur : $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$.

PC2 CH09 La cohésion de la matière.

Compétences attendues

Connaître les ordres de grandeur des dimensions des différentes structures des édifices organisés.

Connaître l'ordre de grandeur des valeurs des masses d'un nucléon et de l'électron.

Savoir que toute la charge électrique peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire e .

Associer, à chaque édifice organisé, la ou les interactions fondamentales prédominantes

Rappel : Les particules élémentaires

- Citez le nom des trois particules élémentaires :
- Peut-on rassembler deux d'entre elles sous un même nom ?
- Quelle est la masse de chacune d'entre elles ?
- Quelle est la charge de chacune d'entre elles ?

Rappel : Les caractéristiques du noyau

- Où sont situées les particules élémentaires citées précédemment à l'intérieur de l'atome ?
- Par quels nombres caractérise-t-on un atome ?
- Donnez les ordres de grandeurs de la dimension d'un atome et de la dimension de son noyau :
- D'après les masses des particules élémentaires, où est située la majorité de la masse de l'atome ?

1^{ère} interaction fondamentale : l'interaction gravitationnelle (loi de Newton) :

Deux corps sphériques et homogènes A (masse m_1) et B (masse m_2) dont les centres O_1 et O_2 sont distants de d exercent l'un sur l'autre des **forces attractives** de même droite support (O_1O_2) et de même valeur.

- Donnez l'expression littérale de la formule permettant de calculer la valeur de ces forces ($F_{A/B} = F_{B/A}$) :
- Faites un schéma représentant les deux corps en attraction et les forces gravitationnelles qui s'exercent sur eux :
- Application numérique : quelle est la valeur de la force de gravitation qui s'exerce entre la terre et la lune ? On donne : $M_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg ; $M_L = 7.53 \cdot 10^{22}$ kg et $d = 3.84 \cdot 10^5$ Km.

2^{ème} interaction fondamentale : l'interaction électromagnétique, cas de l'électrostatique

Les phénomènes d'électrisation :

- Que se passe-t-il lorsque l'on frotte une tige de verre avec un morceau de laine :
- Décrivez les cas d'attraction ou de répulsion qui se produisent lorsque l'on approche deux charges électriques l'une de l'autre :
- Lorsque l'on approche une règle en plastique frottée (avec de la laine par exemple) près d'un petit morceau de papier, on constate que la règle attire le papier. On parle alors de phénomène de polarisation : Pouvez-vous expliquer celui-ci ?
- Charge électrique d'un objet :
Quand peut-on dire qu'un objet est électriquement chargé ?
Comment note-t-on cette charge, quelle est son unité, et quelle condition présente-t-elle ?

La loi de Coulomb :

- Cette loi ressemble beaucoup à la loi de Newton de la gravitation. Essayez d'écrire la loi :

Deux objets quasi-ponctuels A (portant la charge électrique q_A) et B (de charge q_B) distants de d , exercent l'un sur l'autre des forces $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ de même droite de support (AB) et de même valeur F .

- Plusieurs cas donc plusieurs schémas des forces sur les charges peuvent se présenter selon le signe de ces charges. Répertoriez et dessinez les différents cas :

La conduction de l'électricité :

- Il existe deux comportements différents des corps vis à vis de l'électricité, quels sont-ils ?
- Comment peut-on expliquer ses différents comportements ?
- Dans un liquide, le courant électrique peut-il circuler ? Si oui, qui permet cela ? Comment appelle-t-on ces liquides ?

3^{ème} interaction fondamentale : l'interaction forte :

- Justifiez son existence en considérant deux protons d'un noyau atomique et en répertoriant les interactions qui s'exercent entre eux :
- Donnez les caractéristiques de l'interaction forte :

La cohésion de la matière :

Cohésion à l'échelle atomique et humaine :

- Laquelle des interactions fondamentales est responsable de cette cohésion ?
- Citez quelques exemples concrets de cohésion où cette interaction intervient :

Cohésion à l'échelle astronomique :

- Laquelle des interactions fondamentales est responsable de cette cohésion ?

Cohésion à l'échelle nucléaire :

- Laquelle des interactions fondamentales est responsable de cette cohésion ?

Remarque :

Il existe une 4^{ème} interaction fondamentale dont on ne parle pas ici :

Il s'agit de **l'interaction faible**, elle s'exerce, comme l'interaction forte, au niveau du noyau des atomes et est de très faible intensité.

Cette interaction concerne tout ce qu'on appelle les particules de matière : quarks, baryons (composés de quarks), mésons (composés de quarks, antiquarks et gluons), leptons (électron, positron, neutrino, muon ...).

Ce monde de particules est bien compliqué ... vous pouvez néanmoins en savoir un peu plus avec [cette affiche](#).

Une manifestation courante de cette interaction est la radioactivité bêta.