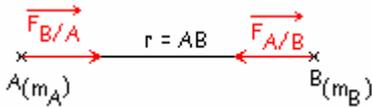


L'ATOME ET LA MECANIQUE DE NEWTON

I Les limites de la mécanique de Newton

1) Les interactions gravitationnelles et électrostatiques

→ L'interaction gravitationnelle

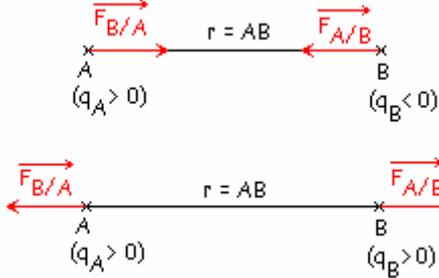


Les corps A et B de masse m_A et m_B exercent l'un sur l'autre une force de gravitation attractive qui a pour valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A m_B}{r^2} \quad ; \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$$

Loi de Newton.

→ L'interaction électrostatique



2 corps A et B portant les charges électriques q_A et q_B exercent l'une sur l'autre des forces attractives ou répulsives de même valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = k \frac{|q_A \cdot q_B|}{r^2} \quad ; \quad k = 9 \cdot 10^9 \text{ SI}$$

Loi de Coulomb.

Comparaison : Les forces gravitationnelles électrostatiques sont semblables :

- ✕ Ce sont des interactions
- ✕ L'intensité est proportionnelle au produit des grandeur caractéristiques
- ✕ L'intensité est inversement proportionnelle au carré de la distance : $1/r^2$ dans les 2 cas.

Au niveau des différences : les attractions gravitationnelles sont toujours attractives et les interactions sont attractives ou répulsives.

2) Comparaison des systèmes planétaires et des atomes

Document

- Interactions attractives

Similitudes : - Forces en $1/r^2$
- Mouvement autour d'un objet central

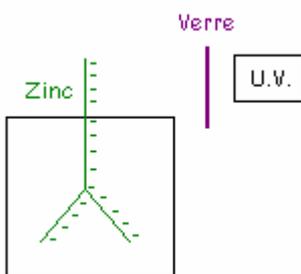
Différences : - Variété des systèmes planétaires
- Identité des atomes

La mécanique de Newton peut expliquer toutes les similitudes mais l'explique pas le fait que tous les atomes d'un même élément sont identiques.

II Le photon et la théorie des quantas

1) Expérience de Hertz (1887)

→ Réalisation :



✕ Sans lame de verre :
 $\lambda_{UV} = 365 \text{ nm}$: pas de décharge
 $\lambda_{UV} = 254 \text{ nm}$: décharge
lumière naturelle : pas de décharge

✕ Avec la lame de verre :
Aucune décharge (dans aucun cas)

→ Interprétation :

Lors de la décharge de l'électroscope, les électrons excédentaires quittent le zinc et passent dans l'air. Une lame de verre arrête les rayonnements UltraViolet. Le phénomène d'extraction ne se produit que si l'énergie apportée par

une radiation est supérieure à un seuil. Plusieurs radiations dont l'énergie est inférieure à ce seuil ne peuvent provoquer l'extraction par addition.

Ce phénomène ne peut être appliqué par la mécanique classique.

2) Interprétation de l'expérience de hertz par la théorie des quantas

En 1890, Planck postule la théorie des quantas (un postulat correspond à un axiome en maths). Les échanges d'énergie entre la matière et la lumière ne se font pas de manière continue mais par des quantités élémentaires définies.

En 1905, Einstein associe à la lumière une particule appelée photon. Cette particule a une masse nulle, une charge électrique nulle, et se déplace à la vitesse de 3.00 m.s^{-1} .

Chaque photon possède une énergie qui dépend de la fréquence ou de la longueur d'onde de la radiation correspondante. Sa valeur est donnée par la relation :

$$E = h \cdot \nu = h \cdot C / \lambda.$$

ν : fréquence (Hz)

λ : longueur d'onde (m)

$C = 3,00.10^8$

h : constante de Planck : $h = 6,64.10^{-34} \text{ J.s}$ (Joule seconde)

→ Interprétation de l'effet photoélectrique

Pour qu'un électron soit extrait du métal, le photon qui est absorbé doit posséder une énergie $E = h \cdot \omega > E_{\text{extraction}}$.

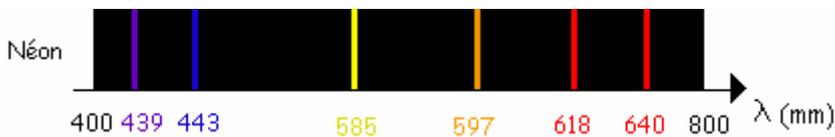
Plusieurs photons d'énergie supérieure ne peuvent pas s'associer pour réaliser cette extraction.

III Quantification de l'énergie de l'atome

1) Les spectres atomiques

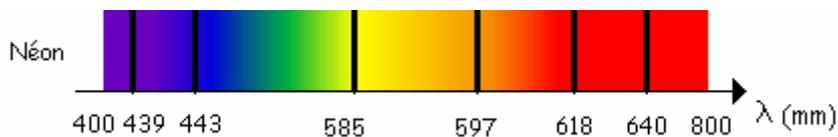
→ Spectres d'émission

Un atome convenablement excité peut émettre de la lumière qui, après décomposition, forme un spectre constitué de raies colorées sur un fond noir.



→ Spectres d'absorption

Un faisceau de lumière blanche envoyé sur un milieu transparent et décomposé forme un spectre discontinu présentant des raies noires d'absorption.



2) Interprétation

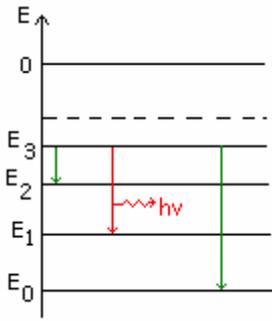
→ Le postulat de Bohr

En 1913, Bohr postule que l'énergie de l'atome est quantifiée : il ne peut prendre que certaines valeurs d'énergie appelées niveau d'énergie et qui dépendent de sa nature. On distingue :

- Le niveau fondamental : E_0 : c'est la plus basse énergie
- Les états excités : niveau d'énergie supérieures à E_0
- Les transitions : passage d'un niveau d'énergie à un autre niveau.

A chaque transition, correspond une modification de l'énergie de l'atome accompagné de l'émission ou de l'absorption d'un photon.

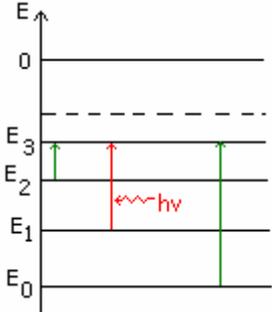
Spectre d'émission :



Il y a émission d'un photon lorsque l'atome passe d'un niveau d'énergie E_n à un niveau d'énergie E_p inférieur.

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \nu = E_n - E_p$$

Spectre d'absorption :



Lorsqu'un atome capte un photon, son énergie augmente, il passe du niveau d'énergie E_p au niveau d'énergie E_n .

Le photon est absorbé uniquement si son énergie est telle que :

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \nu = E_n - E_p$$

IV Généralisation

Les niveaux d'énergie s'appliquent aux différents états d'énergie des atomes, des molécules et des noyaux. Chaque changement de niveau s'accompagne d'un échange de photon d'énergie : $E = h \cdot \nu = E_n - E_p$

→ Atomes et ions monoatomiques :

Les échanges d'énergie sont de l'ordre de quelques électronvolts ($1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

→ Molécules :

Les échanges d'énergie peuvent atteindre quelques keV. Ex : L'eau : $\nu = 2.45 \text{ GHz}$ (les micro-ondes)

→ Noyau :

Un noyau se trouve dans un état excité après une désintégration α ou β . Son retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission de photons de très grande énergie appelés les rayonnements γ . (De l'ordre du MeV.)