

i) Introduction :

Lord Kelvin affirme en 1892 que "tous les concepts de la physique sont déterminés, et qu'il n'y a plus qu'à trouver quelques décimales supplémentaires aux constantes de la physique".

Il y a juste un petit problème qui n'est pas encore résolu : la structure de l'atome !

Et ce petit problème va révolutionner la physique.

Comment la recherche de la structure de l'atome a-t-elle permis une ouverture au monde quantique ?

ii) Historique :**a) Loi de la gravitation et lois de Newton :**

www.boncours.com

Deux corps ponctuels de masse m_s et m_T s'attirent avec une force proportionnelle à chacune des masses, et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

$$- \vec{F}_{T/S} = \vec{F}_{S/T} = G \frac{m_T m_s}{r^2} \vec{u}_{T/S}$$

Lois de Newton :

Première loi de Newton : Principe d'inertie :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = cte$$

Deuxième loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$$

Troisième loi de Newton : principe des actions réciproques. $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$

1687



Issac Newton

b) Lois de l'électromagnétisme :

Lois de Coulomb :

L'interaction électrostatique est une force qui agit sur les objets ayant une charge électrique.

Deux objets de charges électriques de mêmes signes se repoussent.

Deux objets de charges électriques de signes opposés s'attirent.

$$- \vec{F}_{A/B} = \vec{F}_{B/A} = K \frac{q_A q_B}{r^2} \vec{u}$$

www.boncours.com

Lois de l'électromagnétisme :

*Toutes particules chargées électriquement créent un champ électrique

*Toutes particules chargées électriquement en mouvement créent un champ magnétique

*Toutes particules chargées électriquement accélérées rayonnent de l'énergie

1736 - 1806



Charles Augustin Coulomb

1860



James Clerk Maxwell

Application1 :

Calculer F_E l'intensité de la force de répulsion entre deux électrons, ainsi que F_G l'intensité d'attraction gravitationnelle entre les deux, comparer les, puis conclure.

On donne : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $K = 9 \cdot 10^9 \text{ (SI)}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (SI)}$

www.boncours.com

c) Energie quantifiée :

Max Planck énonce à partir d'expériences sur le corps noir que l'énergie associée à une radiation lumineuse de fréquence ν est quantifiée et a pour expression $\Delta E = n h \nu$

h est une constante universelle. Elle est appelée constante de Planck.

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s} \quad \nu \text{ est la fréquence (Hz).}$$

Il effectue des calculs statistiques qui viennent confirmer ces résultats. Planck n'interprète pas plus loin cette découverte.

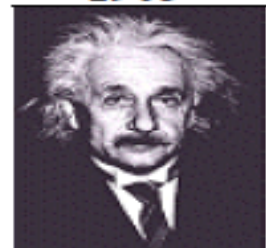
Einstein introduit la notion de photon

1900



Max Planck

1905



Albert Einstein

Les photons sont des « paquets » d'énergie élémentaires appelés "quanta"

www.boncours.com

Chaque photon transporte une énergie $E = h \nu = h c / \lambda$

c : est la célérité de la lumière dans le vide. $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

d) Modèle de Bohr :

En s'appuyant sur la théorie des quanta énoncé par Planck, Bohr postule qu'il n'existe qu'un nombre déterminé d'orbites électroniques et que les électrons n'émettent pas de rayonnement sur ces orbites.

Hypothèses de Bohr :

1. L'énergie de l'électron est fixée et quantifiée.
2. Les radiations ne sont émises ou absorbées que si un électron passe d'une orbite à l'autre. (transition électronique)

Ces rayonnements ne sont donc pas liés à la fréquence de rotation de l'électron autour du noyau comme on le croyait avant.

Les variations d'énergie de l'atome sont quantifiées.

$$E_p - E_n = h \nu$$

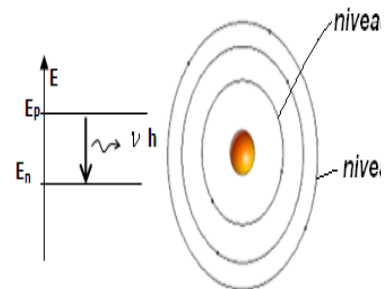
Par la suite on a découvert que la quantification pouvait s'appliquer non seulement à l'atome (de l'ordre de l'eV pour le cortège électronique), mais aussi au noyau (de l'ordre du MeV) et aux molécules.

www.boncours.com

1913



Niels Bohr



Application1 :

Un atome de mercure passe d'un niveau énergétique $E_1 = -4,99 \text{ eV}$ à un niveau $E_2 = -10,45 \text{ eV}$.

$1 \text{ eV} = 1 \text{ électron volt}$ où $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ Joules}$

1. L'atome perd-il ou gagne t-il de l'énergie ?
2. Cette transition énergétique s'accompagnera-t-elle d'une émission ou d'une absorption d'une radiation lumineuse ?
3. Quelle est la valeur de la longueur d'onde de cette radiation lumineuse ?
4. Est-elle visible ?

iii) Les niveaux d'énergie de l'atome d'Hydrogène :

L'étude théorique de l'atome d'hydrogène a montré que ces niveaux d'énergie sont quantifiés. Ils

sont donnés par cette formule : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ où $E_0 = -13,6 \text{ eV}$ est une constante. Et n un nombre qui

indexe les niveaux d'énergie ($n = \{1 ; 2 ; 3 ; \dots ; +\infty\}$). (on donne : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$)

- 1) Calculer l'énergie du niveau fondamentale E_1 , justifier son signe négatif
- 2) Calculer E_2, E_3, E_4, E_5, E_6 , et E_{∞} , puis tracer un schéma des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.
- 3) L'électron de l'atome d'Hydrogène est susceptible de passer du niveau E_4 vers E_2 , en émettant une radiation lumineuse visible (un photon). calculer l'énergie de cette radiation et sa fréquence, ainsi que sa longueur d'onde, Puis faite un dessin représentatif de cette transition.
- 4) Le niveau fondamental E_1 est le niveau le plus stable pour l'électron de l'atome d'Hydrogène .calculer l'énergie nécessaire pour arracher cet électron de son noyau (l'énergie d'ionisation de l'atome d'Hydrogène). Que représente donc la constante E_0 ?
- 5) En effet l'électron peut également monter d'un niveau inférieur E_n vers un niveau supérieur E_p ($p > n$) en recevant une radiation ayant une fréquence adéquate écrire l'expression qui permet de calculer cette fréquence ν , en fonction de E_n et E_p .
- 6) Montrer que la longueur d'onde λ de la radiation, s'exprime en fonction de E_n et E_p

comme suit : $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$ calculer R_H .

- 7) En remplaçant le nombre n dans cette dernière relation par différentes valeurs, on obtient plusieurs formules qui s'appellent séries d'émission et d'absorption de l'atome d'hydrogène comme indique ce tableau :

Pfund	Brackett	Pashen	Balmer	Lyman	séries
5	4	3	2	1	n

Sachant que la série des radiations lumineuses visibles pouvant interagir avec l'atome d'hydrogène, est. Celle de Balmer .donner l'expression de cette séries de Balmer et calculer les 4valeurs de longueurs d'ondes λ_{α} , λ_{β} , λ_{γ} , λ_{δ} correspondentes à ces valeurs de p ({ 3 ; 4 ; 5 ;6 })

www.boncours.com