

I- Une brève histoire de l'atome

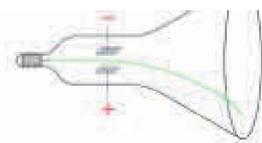
- **Introduction:** *A.Lavoisier* dit "Rien ne se perd, rien ne se crée, tous se transforme" début de la chimie (1777). *J.Proust* introduit la loi des proportions définies (masse des réactifs/ produits lors d'une réaction est constant) .
- **Première théorie de l'Atome : J.Dalton**
 - La loi de Dalton montre que le rapport des masses qui réagissent ne varie pas de façon continue donc **la matière est discontinue** , composés d'**atomes**
 - Principes énoncés par *J.Dalton* : Eléments chimiques sont fait d'atome, les mêmes atomes ont la même masse, différents atomes ont différentes masses, les atomes ne peuvent être créés ou détruits
- **L'atome d'Avogadro: A.Avogadro**
 - Loi d'avogadro : Dans les mêmes conditions de température et de pression, le nombre d'atomes dans un volume de gaz donné est toujours le même ($N_a=6,022.10^{23}$ *Johann Loschmidt*)
 - D'après la loi de *Gay-Lussac* $H(1\text{ vol})+H(1\text{ vol})+O(1\text{ vol})\rightarrow H_2O(1\text{ vol})$ or 2 vol d'hydrogènes + 1 vol d'oxygène donne 2 vol d'eau et la vapeur d'eau est seulement 9 fois plus lourde que la vapeur d'hydrogène
 - Hypothèse d'avogadro : gaz d'hydrogène est du **dihydrogène** et le gaz d'oxygène est du **dioxygène**
 - Communauté rejète la théorie et gardent la **théorie équivalents-poids** (largement fausse l'acide acétique pouvant s'écrire de 19 manières différentes)
 - En 1860 suite à la conférence de *Karlsruhe* la communauté internationale adopte la notion d'atomes
- **Modèle planétaire de l'atome (ou modèle de Rutherford):**
 - **Classification de Mendeleiev** (1869): voir cours sur la classification, *mendeleiev* prévoit des éléments encore inconnus et annonce leurs propriétés (et il a raison !)
 - *J.Thomson* **Découverte de l'électron** (1897): Il propose le modèle du "**plum pudding**" (faux)



L'aimant dévie le rayon cathodique: **Ce n'est pas un rayonnement lumineux**



Le rayon cathodique met le moulinet en mouvement: **Le rayon cathodique est fait de particules**



Le rayon cathodique est attiré par la plaque positive et repoussé par la plaque négative: **Le rayon cathodique est chargé négativement**

- *E.Rutherford* **Découverte du noyau** (1911):
- Conclusion : **électrons** qui orbitent autour d'un **noyau** , la cohésion de l'édifice résulte de la **force de Coulomb** (analogie à la **force de gravitation**). Les théories classiques de la mécanique et l'électromagnétisme révoient que le modèle est instable

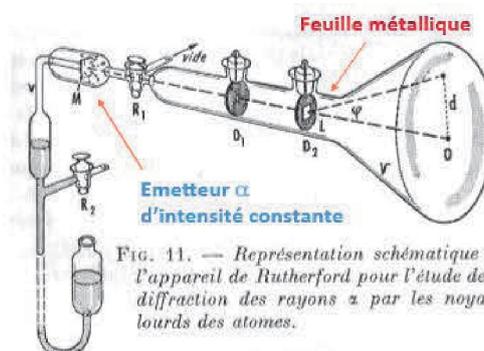
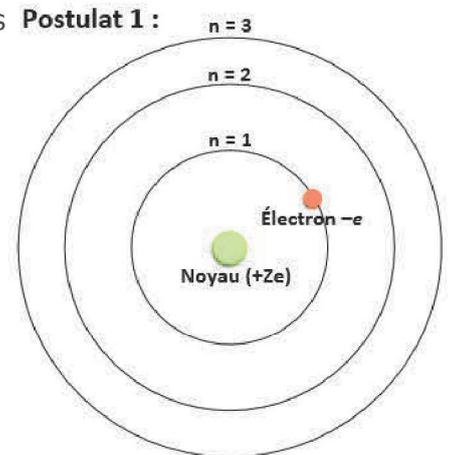


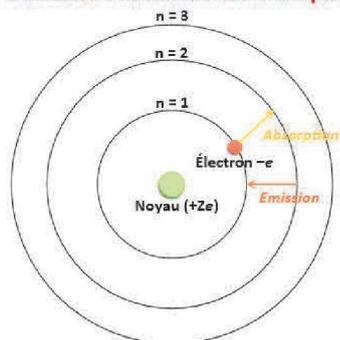
FIG. 11. — Représentation schématique de l'appareil de Rutherford pour l'étude de la diffraction des rayons α par les noyaux lourds des atomes.

II-L'avenement de la physique quantiques

- **Introduction :** Situation à la fin du 19ème : **La science de la matière** *I.Newton* + Les sciences du rayonnement *J.Maxwell*
- **Quelques problèmes à l'aube du 20ème siècle**
 - **Le rayonnement thermique:**
 - Un corps porté à haute température émet un rayonnement électromagnétique
 - Problème les équations de *Rayleigh et Jeans* sont corectes seulement pour les basses fréquences
 - **Hypothèse** de *M.Planck* **l'énergie est quantifiée** $E = n h \cdot \nu$ avec n un entier et $h \cdot \nu$ un **quantum** d'énergie
 - **L'effet photoélectrique:**
 - *H.R Hertz* et *P.Lenard* :
 - Le **nombre d'électron** émis ne dépend **que** de **l'intensité** (=nombre de protons) du rayonnement
 - **L'énergie cinétique** des électrons émis ne dépend que de la **fréquence** ν du rayonnement
 - **L'effet photoélectrique** est présent lorsque $\lambda < \lambda_0$
 - **Interprétation d'A.Einstein (1905):** la lumière est formée de "grains" **les photons** qui transportent un **quantum** d'énergie ainsi $\Delta E = W_0 + E_c$
 - Conclusion on obtient la dualité onde-corpuscule , chaque photon est porteur d'un quantum d'énergie $E_{ph} = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$
 - **Le spectre de raies de l'atome d'hydrogène**
 - Série de raies d'émission: $\frac{1}{\lambda_{np}} = R_h \cdot (\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2})$
 - Différentes séries : Lyman (n=1), Balmer (n=2), Pashen (n=3), Brackett (n=4), Pfund (n=5)
- **Le modèle de Bohr**
 - Pour concilier **modèle planétaire** et les différents problèmes *N.Bohr* publie 3 postulats:
 - L'électron circule à vitesse et énergie constante sur des orbites circulaire où il y a compensation entre la **force Coulombienne du noyau** et la **force centrifuge**
 - Les orbites sont définies par **la quantification du moment cinétique** : $m \cdot v \cdot r = n \hbar$
 - Le changement d'orbite se produit par absorbtion ou émission d'un photon :



Postulat 3 : transitions électroniques



$$E_{ph} = h\nu = |E_n - E_p|$$

- **Aspect ondulatoire de la matière:**

- Longueur d'onde de De Broglie (*L. De Broglie [de breuil]*) : $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ valable pour toute particule matérielle (provient de $E = h \cdot \nu$ et $E^2 = c^2 \cdot p^2 + m^2 \cdot c^4$ or les photons n'ont pas de masse donc $E = c \cdot p$)
 - Expérience de *Davison et Germer* : ils observent une figure de diffraction (caractéristique d'un onde) en bombardant du nickel avec des électrons
- Observation du phénomène d'interférences avec les électrons donc la **dualité onde/particule existe aussi pour la matière**
- **L'équation de Schrödinger** est l'équation fondamentale de la mécanique quantique elle permet de déterminer la fonction d'onde du système étudié. Elle n'est soluble que pour les systèmes hydrogénoïdes. Les solutions sont appelées orbitales.
 - **La fonction d'onde** Ψ traduit le comportement ondulatoire de la matière
 - Densité de probabilité de présence : $\frac{dP}{dV} = |\Psi|^2$
 - **Concept d'orbitales** : l'électron à une probabilité de se trouver à une distance d du noyau, l'orbitale définit la région de l'espace dans laquelle cette probabilité est constante. La notion de trajectoire n'existe plus.
 - **Principe d'indétermination**: Il n'est pas possible de mesurer simultanément la position et la vitesse d'une particule car c'est une onde localisée dans l'espace (*Heisenberg*)

III- Analyse des différents modèles

- **Le modèle planétaire**

- Cohésion du modèle basé sur la force de Coulomb (analogue à la force de gravitation) $F_c = \frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r^2} \text{ en kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
- On détermine E_c : D'après les Equations de Newton : $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \vec{a}$ dans le repère de Frenet $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{r} \vec{n}$ or $v = \text{cte}$ donc $\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n}$ ainsi $\vec{F}_c = m \cdot \vec{a} = m \cdot v^2$ donc $\vec{E}_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r}$
- On détermine E_p : $F_c = -d \frac{E_p}{dr} \Rightarrow E_p = - \int_0^{+\infty} F_c dr$ donc $E_p = \frac{-Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$
- On détermine E_t : $E_T = E_p + E_c$ donc $E_t = \frac{-1}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Ze^2}{r}$ donc l'énergie est minimale quand le rayon est nul
- **Conclusion** : Quand l'électron perd de l'énergie il s'effondre sur l'atome.

- **Le modèle de Bohr**

- Cette analyse se base sur le postulat 2 : $m \cdot v \cdot r = n\hbar$ donc $v = n \cdot \frac{h}{m \cdot 2\pi \cdot r}$
- En utilisant les différentes expressions de l'énergie cinétique on a $r = a_0 \frac{n^2}{Z}$ avec

a_0 le rayon de Bohr : $a_0 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$

- On peut donc exprimer l'énergie Totale du système vu avec le modèle planétaire en fonction de r et arriver à $E = -13,6 \frac{Z^2}{n^2} eV$