

Un modèle de l'atome

I. Notion de modèle.

En sciences physiques, un modèle est une représentation de la réalité. Ce n'est donc pas la réalité. Cette représentation est élaborée progressivement à partir des observations.

Un modèle doit posséder deux vertus:

- Permettre d'expliquer les propriétés observées,
- Permettre de prévoir d'autres propriétés non encore observées.

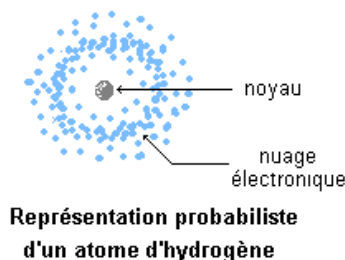
Un modèle est en permanente évolution puisque de nouvelles découvertes sont susceptibles de le mettre en défaut. Enfin et paradoxalement c'est souvent l'étude des défauts d'un modèle qui permet d'approfondir nos connaissances en sciences physiques.

II. Modèle de l'atome.

A l'heure actuelle les physiciens et les chimistes pensent qu'un **atome** peut être modélisé par la structure suivante :

- un **noyau** central
- une zone sphérique centrée sur le noyau et dans laquelle il y a une certaine probabilité de trouver les électrons. Cette partie de l'atome est appelée **nuage électronique**.
- Du **vide**

On donne ci-contre un dessin d'un modèle probabiliste d'un atome d'hydrogène composé d'un noyau et d'un unique électron.



III. Le noyau de l'atome.

1. Les nucléons

Le noyau de l'atome est constitué de deux types de particules, les nucléons dont certaines propriétés sont regroupées dans le tableau ci-dessous:

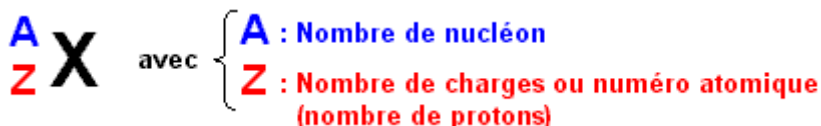
Nom	Charge	Masse
Proton	$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$	$m_p \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
Neutron	0	$m_n \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

Il faut mémoriser que **la charge électrique portée par le proton est notée e et est appelée charge élémentaire**. C'est la plus petite charge électrique stable que l'on puisse isoler.

2. Les nombres Z et A .

- Le nombre de charge ou numéro atomique **Z** d'un noyau est le **nombre de protons** qu'il contient.
- **A** représente le **nombre de nucléons** du noyau.

On convient de représenter le noyau d'un atome par le symbole:



Dans ce symbole, X représente un élément. Par exemple O: oxygène, Cl: chlore, N: azote.

Si l'on note N le nombre de neutrons du noyau on a: $A=Z+N$.

3. Les isotopes.

On appelle **atomes isotopes** les ensembles d'atomes caractérisés par le **même numéro atomique Z** et des nombres de nucléons A différents. Ce sont donc des ensembles d'atomes qui ne diffèrent que par le nombre de leurs neutrons.

Exemple: $^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$

VI. Le nuage électronique.

On appelle ainsi la zone sphérique de l'espace, centrée sur le noyau, dans laquelle il y a une certaine probabilité de trouver, à un instant donné, le (ou les) électron(s) de l'atome. Certaines propriétés de l'électron sont données ci-dessous:

	Charge	Masse
Electron	$-e \approx -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$	$m_e \approx 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

Il n'est pas nécessaire de retenir la valeur de la masse de l'électron. Par contre il est utile de savoir que cette masse est beaucoup plus petite que celle d'un nucléon (environ 2000 fois plus petite) ce qui nous autorise à négliger la masse des électrons devant celle des nucléons.

m_e est négligeable devant m_p ou m_n .

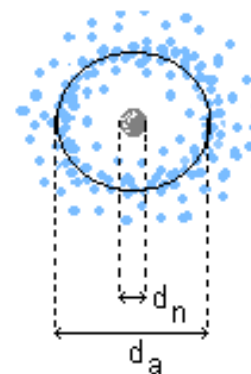
V. Dimensions de l'atome.

L'atome d'hydrogène est représenté ci-contre (pas du tout à l'échelle). Ces dimensions sont:

- Diamètre du noyau: $d_n = 2,4 \cdot 10^{-15} \text{m}$.
- Diamètre de l'atome: $d_a = 1,1 \cdot 10^{-10} \text{m}$.

Il s'agit du plus petit atome connu. Il n'est pas important de retenir ces valeurs mais l'ordre de grandeur de leur rapport $\frac{d_a}{d_n} = 10^5$, valable pour les petits atomes

donne une bonne idée de l'espace extrêmement limité occupé par le noyau d'un atome vis à vis de l'espace dans lequel évoluent les électrons. Une représentation de l'atome d'hydrogène à notre échelle est proposée dans les exercices et permet de mieux comprendre ce qu'est une structure lacunaire.



VI. Propriétés de l'atome.

1. Neutralité électrique (ou électroneutralité) de l'atome.

L'atome est un édifice électriquement neutre.

Le noyau comporte Z protons de charge électrique e . Sa charge électrique totale est donc: $Q_{\text{noyau}} = Z.e$

Le nuage électronique comporte Z électrons de charge électrique $-e$. Sa charge électrique totale est $Q_{\text{nuage}} = -Z.e$.

De telle sorte que la charge électrique totale de l'atome est nulle. $Q_{\text{atome}} = 0$

Z représente donc aussi le nombre d'électrons de l'atome.

2. Structure lacunaire de l'atome.

La matière constituant un atome est essentiellement concentrée dans son noyau. Les électrons tournent autour de ce noyau. Les distances séparant le noyau des électrons sont très grandes. Ainsi la **plus grande partie (volume) d'un atome est constituée de vide**. C'est ce que l'on appelle une **structure lacunaire**.

3. Masse d'un atome.

Nous avons vu plus haut que les électrons ont une masse négligeable devant celle des nucléons. Nous pouvons donc considérer avec une très bonne approximation que **la masse de l'atome est pratiquement égale à la masse de son noyau**. La masse de l'atome X pourra donc être écrite:

$$m(X) = Z.m_p + N.m_{\text{neutron}}$$

$$\text{or } m_p \approx m_{\text{neutrons}} = m_{\text{nucléons}} \text{ et } N+Z = A$$

alors, $m(X) = A.m_{\text{nucléons}}$

V. Les ions monoatomiques.

- Lorsqu'un atome perd ou gagne un (ou plusieurs) électron(s), il devient un ion monoatomique.
- Cette transformation ne concerne que les électrons de l'atome et **laisse donc le noyau inchangé**. Un atome et l'ion monoatomique qui en dérive sont caractérisés par la **même valeur de Z** .
- **Un atome**, électriquement neutre, **qui gagne des électrons**, charges élémentaires négatives, **devient un ion négatif** ou **anion**. On indique en haut et à droite du symbole de l'élément le nombre de charges élémentaires qu'il a gagnées. Exemples: Cl^- , O^{2-} .
- **Un atome**, électriquement neutre, **qui perd des électrons**, charges élémentaires négatives, **devient un ion positif** ou **cation**. On indique en haut et à droite le nombre de charges élémentaires positives apparues. Exemples: Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} .