

2

DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC À L'ATOME QUANTIQUE

OBJECTIF
Interpréter et exploiter un spectre de raies d'émission

Lorsqu'un gaz est porté à haute température ou lorsqu'il est traversé par une décharge électrique, il émet un rayonnement. Le spectre d'émission observé est alors composé de raies colorées.

Comment expliquer la présence de raies dans un spectre d'émission ?

→ La naissance de la physique quantique

1 Vers la physique quantique

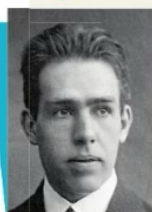


Avec l'apparition d'alternateurs performants, l'éclairage public se développe. À la fin du XIX^e siècle, la conception de lampes à incandescence devient un enjeu économique. Pour améliorer leur fonctionnement, les scientifiques s'intéressent à l'émission de lumière par les corps chauffés. Leurs recherches les conduisent aussi à vouloir expliquer les spectres d'émission des atomes. Ces spectres, constitués de raies caractéristiques de chaque atome, ne peuvent pas être interprétés par les lois de la physique classique en vigueur à cette époque.

Pour sortir de l'impasse, le physicien allemand **Max Planck** (1858-1947) propose dès 1900 que la lumière est émise par « petits paquets », des quanta d'énergie.

Vidéo
Max Planck et la physique quantique
hatier-clic.fr/est112

3 La physique quantique appliquée à l'atome



En 1913, le physicien danois **Niels Bohr** (1885-1962) améliore le modèle de l'atome. Il montre qu'un atome ne peut exister que dans certains états d'énergie quantifiés. Il trace ainsi la voie de la physique quantique, ouverte par Max Planck, basée sur le principe que l'énergie ne s'échange que par paquets, ou quanta.

Les raies d'émission sont alors expliquées par le passage d'un atome d'un état d'énergie vers un état d'énergie plus faible.

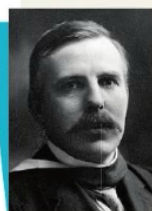
États d'énergie

Spectre d'émission



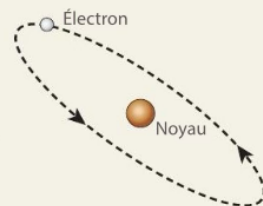
Le passage de l'atome de l'état d'énergie E_2 vers l'état d'énergie E_1 s'accompagne d'une émission radiative caractérisée par une raie lumineuse.

2 La physique classique, un modèle incomplet



En 1910, le physicien néo-zélando-britannique **Ernest Rutherford** (1871-1937) décrit la structure lacunaire de l'atome avec un modèle dit « planétaire » : un noyau chargé positivement autour duquel tournent, dans le vide, des électrons chargés négativement. Le modèle de E. Rutherford, très efficace pour expliquer la structure de l'atome avec

les lois de la physique classique, ne tient pas compte de la théorie de Max Planck et ne permet pas d'interpréter les spectres de raies d'émission. Un autre modèle devient donc nécessaire.

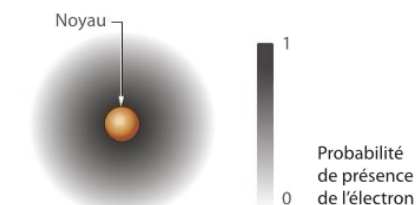


L'atome d'hydrogène selon le modèle de E. Rutherford.

4 La nature probabiliste de la physique quantique

Contrairement à la physique classique, la physique quantique décrit les phénomènes microscopiques à l'aide de probabilités.

Par exemple, la description de l'atome d'hydrogène dans le modèle quantique précise que la position de l'électron autour du noyau ne peut pas être déterminée avec exactitude mais seulement repérée par une probabilité de présence.



L'atome d'hydrogène selon la mécanique quantique.

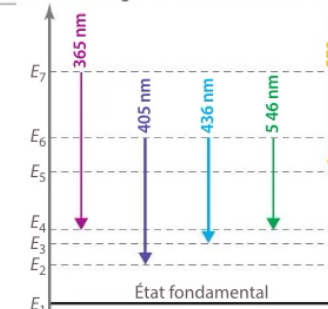
→ Les spectres d'émission des atomes

5 États d'énergie d'un atome

Dans le modèle quantique, un atome ne peut exister que dans certains états, caractérisés par des énergies quantifiées et discontinues (E_1, E_2, E_3 , etc.), formant un ensemble discret de valeurs. L'état de plus basse énergie est appelé « état fondamental ».

Pour l'atome de mercure, par exemple, il existe plusieurs états d'énergie permettant de nombreuses transitions d'un état d'énergie haut à un état d'énergie plus faible. Chaque transition se traduit par l'émission d'une radiation lumineuse de longueur d'onde λ bien précise.

États d'énergie de l'atome de mercure



MATHS

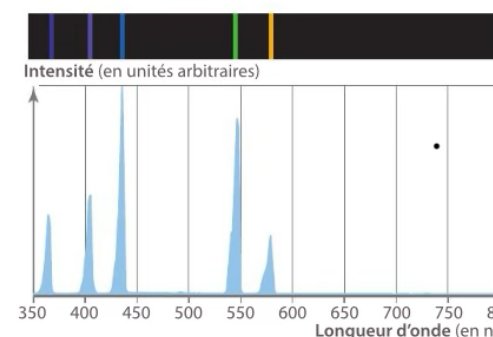
Un ensemble discret est un ensemble de valeurs isolées.

POUR INFO

Le modèle quantique de l'atome a permis le développement de nouveaux matériaux, les semi-conducteurs, et l'émergence de l'électronique.

6 Spectre de raies d'émission de l'atome de mercure

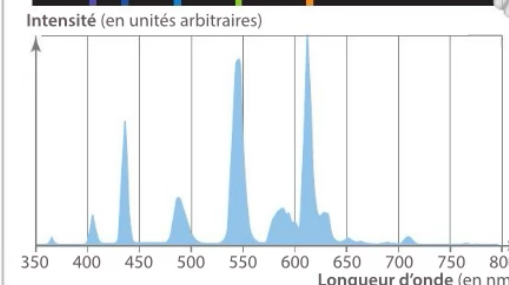
Le spectre de raies d'émission de l'atome de mercure comporte plusieurs raies. L'intensité lumineuse des raies, évaluée par des pics d'amplitude plus ou moins grande, dépend de la probabilité de la transition.



Spectre d'émission et intensité des raies d'émission de l'atome de mercure.

7 Spectre d'émission d'une lampe fluocompacte

Certaines lampes sont fabriquées pour imiter la lumière blanche du Soleil : c'est le cas des lampes fluocompactes. Ces dernières renferment un mélange de gaz constitué de différents types d'atomes, chacun contribuant à la lumière de la lampe par son propre spectre. Pour identifier la présence d'un atome, il suffit de connaître la longueur d'onde de certaines de ses raies d'émission et de vérifier leur présence ou non sur le spectre étudié.



Spectre d'émission et intensité des raies d'émission d'une lampe fluocompacte.

QUESTIONS

- 1 Pourquoi le développement de l'éclairage public a-t-il initié les recherches sur l'émission de lumière par les corps chauffés ?
- 2 Comment explique-t-on que le spectre d'émission d'un atome soit constitué de raies ?
- 3 Expliquer pourquoi les raies d'émission présentes dans un spectre n'ont pas la même intensité lumineuse.
- 4 Reproduire et compléter le tableau ci-dessous à partir des données relatives à l'atome de mercure.

Transition impliquée	$E_7 \rightarrow E_4$	$E_6 \rightarrow E_2$	$E_5 \rightarrow E_3$
Longueur d'onde (en nm)		579	546

- 5 Montrer que le mercure est utilisé dans la fabrication d'une lampe fluocompacte.

→ Pour approfondir : ex. 10, 11 et 12 p. 124

Penser la science

Comprendre les méthodes d'élaboration du savoir scientifique

Un modèle scientifique est une représentation simplifiée de la réalité permettant d'élaborer une théorie. C'est un cadre qui aide les scientifiques à analyser et expliquer des faits scientifiques.

- Quel phénomène n'a pas pu être expliqué par le modèle de l'atome de E. Rutherford ? Quelle démarche les physiciens suivirent-ils pour le résoudre ?

→ Fiche Outil Modéliser en sciences p. 284