AE n°3 : Des étoiles aux atomes

Connaissances et compétences :

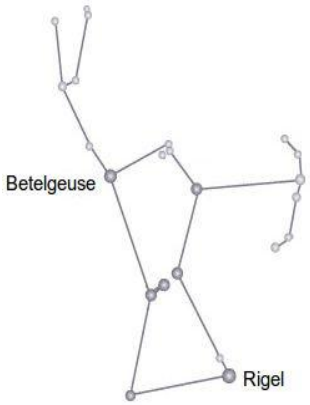
- *Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée.*
- *Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.*

Matériel :

- *1 ordinateur portable*
- *Spectre de la lumière blanche*
- *Spectre de raies d'émission de l'hydrogène*

I. La lumière des étoiles

Lorsque l'on observe le ciel par une nuit sombre et sans Lune les étoiles nous apparaissent dans un premier temps comme blanches.
Mais si l'on s'attarde un peu, si on laisse le temps à l'œil pour s'habituer à l'obscurité, on peut se rendre compte que certaines étoiles nous apparaissent bleues (Rigel par exemple, dans la constellation d'Orion, est une supergéante bleue), ou rouges (Betelgeuse, toujours dans la constellation d'Orion, est une supergéante rouge).
Comment expliquer ces couleurs ?



Constellation d'Orion

Dans le tableau proposé en annexe, on donne la puissance lumineuse rayonnée par une étoile « chaude » à 10000 K, par une étoile « froide » à 5000 K et par le Soleil.

- En utilisant un tableur/grapheur, tracer sur un même graphe la courbe représentant la puissance rayonnée en fonction de la longueur d'onde du rayonnement pour chacune des étoiles.

Appeler le professeur.

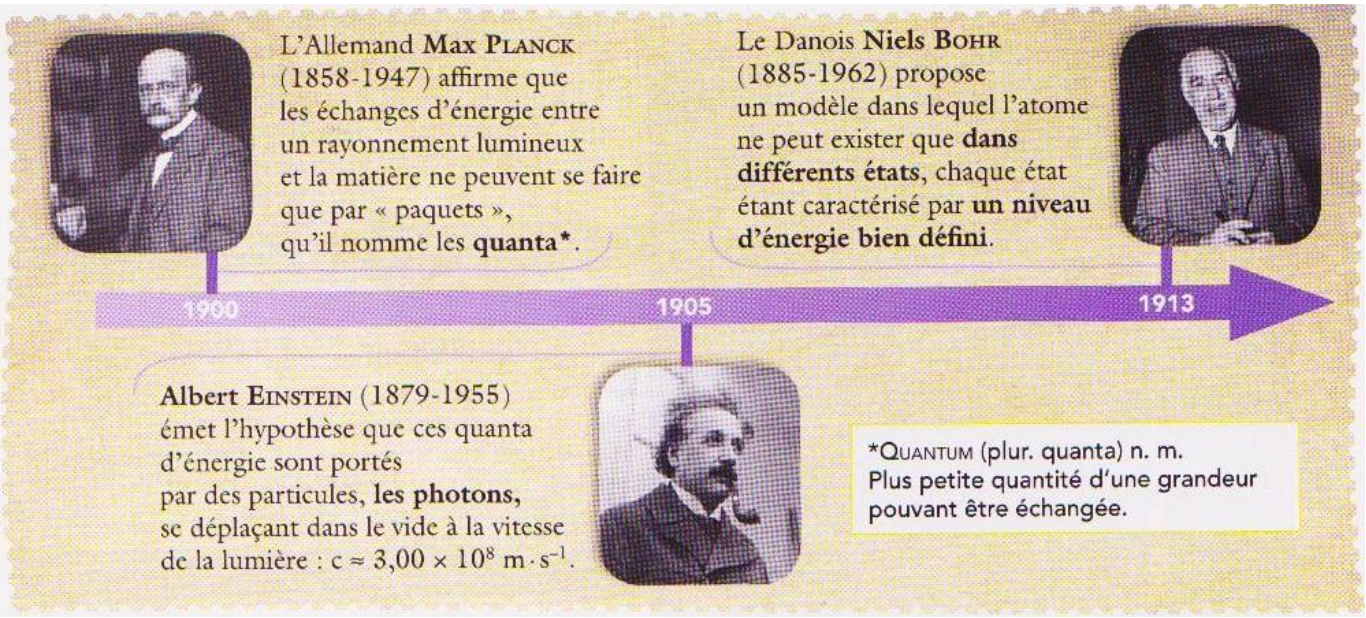
- Déterminer, pour chaque courbe, la longueur d'onde correspondant au maximum de puissance rayonnée.
- Utiliser la loi de Wien ($\lambda_{max} \times T = 2{,}898 \times 10^{-3}\,m.K$), pour déterminer la température du corps noir correspondant à ce maximum (on assimilera les étoiles à un corps noir).
- Expliquer la couleur apparente de chacune des étoiles.
- Conclure en généralisant à propos de la couleur de toute étoile et de son énergie rayonnée.

Appeler le professeur.

II. La lumière d'un atome *(travail par groupes de 4)*

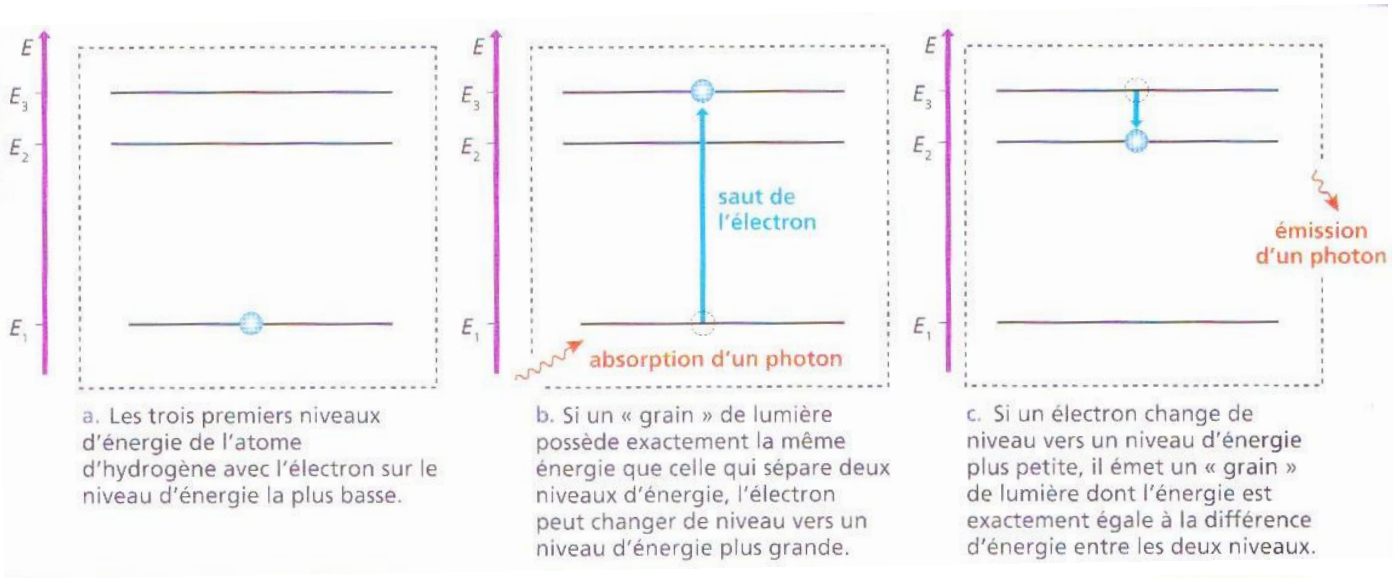
Dans le modèle de Rutherford (1911), l'atome est considéré comme un système analogue à un système planétaire : l'électron est en orbite autour du noyau. D'après les lois de la physique classique, son mouvement circulaire n'est pas assez rapide pour qu'il ne s'écrase pas sur le noyau, ce qui ne se produit pas !
De plus, le modèle de Rutherford ne permet pas d'interpréter le spectre d'émission d'une lampe à hydrogène qui comporte des raies colorées sur fond noir.

Comment modéliser l'atome et comprendre la présence de ces raies colorées ?



1) Définir le photon à l'aide du document ci-dessus.

Dans le nouveau modèle proposé par Bohr, les électrons sont sur des niveaux d'énergie bien définis, entre lesquels ils peuvent « sauter » grâce à l'absorption ou à l'émission de photons.
Chaque photon a une énergie $E = h\nu$ où ν est la fréquence de la radiation associée au photon et *h* est une constante positive.



a. Les trois premiers niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène avec l'électron sur le niveau d'énergie la plus basse.

b. Si un « grain » de lumière possède exactement la même énergie que celle qui sépare deux niveaux d'énergie, l'électron peut changer de niveau vers un niveau d'énergie plus grande.

c. Si un électron change de niveau vers un niveau d'énergie plus petite, il émet un « grain » de lumière dont l'énergie est exactement égale à la différence d'énergie entre les deux niveaux.

2) En quoi les marches d'escalier du dessin ci-contre constituent-elles une analogie des niveaux d'énergie ? Quel est l'analogue de l'électron ?
3) Quelle(s) différence(s) y a-t-il entre le modèle de l'atome et l'analogie de l'escalier pour ce qui concerne les niveaux d'énergie ?
4) Expliquer pourquoi, à l'aide de la représentation du dessin, un atome ne peut absorber que des radiations qu'il est capable d'émettre.
5) Lors de la transition de la figure c., un photon est émis. Etablir la relation entre les énergies E_2 et E_3 et la fréquence ν de la radiation correspondante.

Appeler le professeur.

Conclusion

- Que permet d'évaluer la loi de Wien ?
- Comment expliquer la présence de raies colorées dans le spectre d'émission d'un atome ?

Annexe : Puissance rayonnée en fonction de la longueur d'onde pour 3 étoiles

Longueur d'onde λ (nm)	Puissances rayonnées (10^{13} SI)		
	Soleil	Etoile « chaude »	Etoile « froide »
200		28	
300	0,32	41	0,0006
325	0,76		
350	1,60	38	
375	2,06		
400		33	0,007
420	3,53		
450	3,70	27	
470	3,71		
500	3,62	23	0 ,026
550	3,35	19	
600	3,01	15	0,052
700	2,17	10	0,075
800	1,59	7	0,091
1000	0,99		0,099
1100	0,79		0,096
1200	0,65		0,090
1400			0,075
1600			0,060
1800			0,047
2000			0,037
2500			0,021