

## 9 - "Impressões digitais" dos átomos

### Mecânica Quântica

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

1/47

## "Impressões digitais" dos átomos

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

2/47

## Espectro



15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

3/47

## Newton

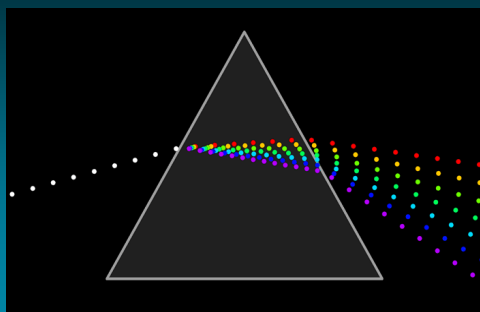


15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

4/47

## Dispersão da luz



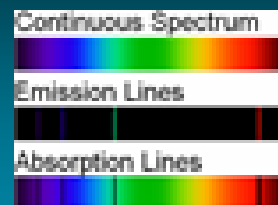
15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

5/47

## Espectros

- conhecidos desde 1860
- linhas de Fraunhofer (1814) (espectro de Fraunhofer)



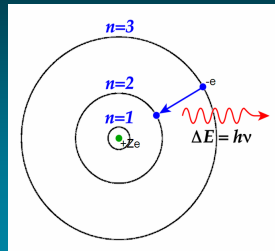
15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

6/47

## Modelo Atômico de Bohr

- 1913
- ação quantizada
- frequência proporcional à diferença de energias



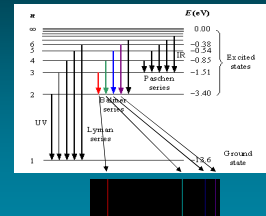
15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

7/47

## Interpretação de Espectros

- racionaliza dados espectroscópicos
- passo decisivo no conhecimento do átomo
- comparável à introdução do sistema de Copérnico

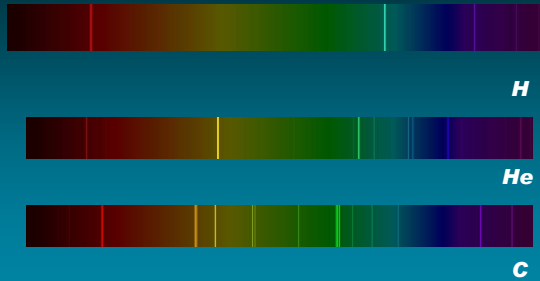


15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

8/47

## Espectros de emissão

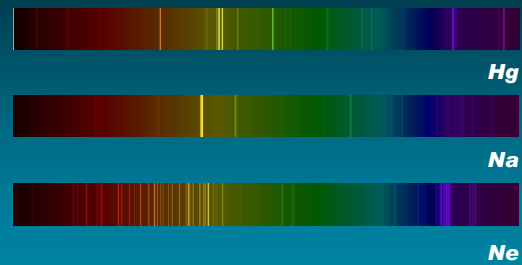


15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

9/47

## Espectros de emissão

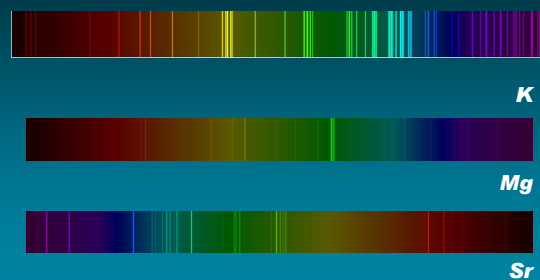


15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

10/47

## Espectros de emissão



15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

11/47

## Interpretação de Espectros

- cte. de Rydberg:  
 $1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
- raio de Bohr:  
 $5,292 \times 10^{-11} \text{ m}$

$$L = n \frac{h}{2\pi m_e v}$$

$$\Rightarrow E = -\frac{me^4}{8\epsilon_0 h^2} \frac{1}{n^2}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

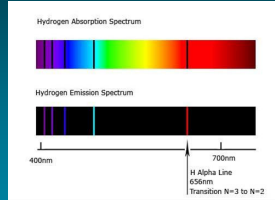
15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

12/47

## Exemplo

- $n=3 \rightarrow n=2$
- $1/\lambda = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \times (1/2^2 - 1/3^2)$
- $1/\lambda = 1,523 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$
- $\lambda = 6,563 \times 10^{-7} \text{ m}$
- $\lambda = 656 \text{ nm}$



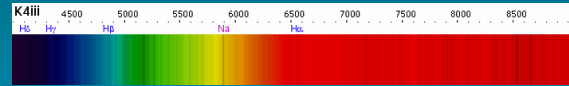
15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

13/47

## Espectroscopia estelar

- espectros estelares: composição química
- assim se descobriu o Hélio primeiramente no Sol (daí o nome, do deus grego Hélios)

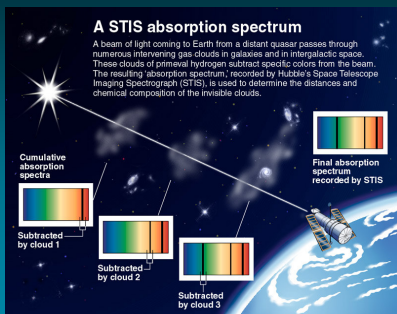


15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

14/47

## Hubble



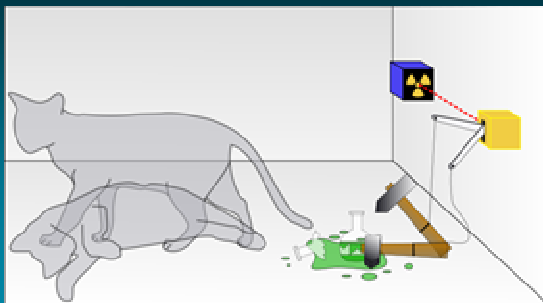
15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

15/47

## Paradoxo do Gato de Schrödinger

## Paradoxo do Gato de Schrödinger



15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

17/47

## Paradoxo do Gato de Schrödinger

caixa fechada:

- superposição de estados
  - núcleo decaído (gato morto)
  - núcleo não decaído (gato vivo)

caixa aberta:

- Copenhague: colapso da função de onda: ou vivo ou morto
- Everett: vivo num mundo e morto em outro
- Estatística: não há superposição nem paradoxo
- Colapso Objetivo: o gato observa (antes de abrir)

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

18/47

## Paradoxo do Gato de Schrödinger

- extensão: uma pessoa em vez do gato
- se ela sobrevive à experiência, pode relatar a sensação da superposição (estado de morto-vivo)!

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

19/47

## Opinião de Weinberg

- observador clássico é um erro!
- observador e experimento devem ambos ser tratados pela MQ:
  - ⇒ formam um entrelaçamento

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

20/47

## interpretação subjetivista

- a mente do observador interfere na observação
- o elétron existe enquanto eu não estou olhando?
- produz-se som numa floresta deserta quando cai uma árvore?

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

21/47

## Paradoxo do Gato de Schrödinger

- Schrödinger: mostrar que MQ é uma teoria incompleta se não tiver regras que digam quando é que a função de onda colapsa (o que é observação):
  - quando o átomo decai?
  - quando o aparelho detecta o decaimento?
  - quando o gato toma consciência do veneno?
  - quando se abre a caixa?
- *“Há uma diferença entre uma foto fora de foco e uma fotografia de um nevoeiro”*

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

22/47

## Referências

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

23/47

## Referências

- MONTENEGRO, Roberto Luiz; PESSOA, Jr., Osvaldo. Interpretações da Teoria Quântica e as Concepções dos Alunos do Curso de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, maio 2002. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID84/v7\\_n2\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID84/v7_n2_a2002.pdf)>. Acesso em 20 jul. 2008

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

24/47

## Referências

- PESSOA, Jr., Osvaldo. Interferometria, Interpretação e Intuição: uma Introdução conceitual à Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, mar. 1997. Disponível em <[http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v19\\_27.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v19_27.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2008

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

25/47

## Referências

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia>
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Gato\\_de\\_Schrödinger](http://pt.wikipedia.org/wiki/Gato_de_Schrödinger)
- <http://astro.u-strasbg.fr/~koppen/discharge/index.html>

15-jul-2009

© www.fisica-interessante.com

26/47