Mecânica Quântica Antiga

Ney Lemke

Mecânica Quântica

2011

Outline

Outline

Mecânica Quântica Antiga

- Inicia com Planck
- Einstein
- De Broglie
- Culmina com o modelo de Bohr e Sommerfedld

Outline

Modelo de Bohr

O modelo de Bohr surge como uma extensão do modelo de Rutherford para os átomos.

O modelo pode ser pensado basicamente como um sistema planetário. Onde os elétrons são os planetas e o núcleo é o sol.

A analogia falha contudo em um aspecto fundamental, cargas clássicas em movimento emitem radiação.

Fórmula de Larmor

Uma carga acelerada emite uma potência:

$$P = \frac{2}{3}\frac{q^2 a^2}{c^3}$$

Observe que esta equação implica que um eletron ao girar em torno do núcleo iria emitir radiação até se chocar com o mesmo.

Hipóteses de Bohr

1. Os elétrons só podem ocupar um conjunto discreto de órbitas em torno do núcleo.
2. Os elétrons só podem absorver quantas de energia dados por $\Delta E = E_2 - E_! = h\nu$
3. Os possíveis valores do momento angular são dados por:

$$L = n\frac{h}{2\pi} = n\hbar \quad = 1, 2, \ldots$$

$$\hbar = 1,05457148 \times 10^{-34} m^2 kgs$$

Outline

Átomo de Hidrogênio

Vamos assumir que os életrons possuem órbitas circulares em torno do núcleo. E que a força centrípeta é dada pela lei de Coulomb.

$$m_e \frac{v^2}{r} = \frac{Z k_e e^2}{r^2}$$

$$k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}$$

Concluímos que;

$$v = \sqrt{\frac{Z k_e e^2}{m_e r}}$$

Temos também que:

Átomo de Hidrogênio

$$E = \frac{1}{2}m_e v^2 - \frac{k_e e^2}{r} = \frac{k_e Z e^2}{2r}$$

Usamos agora a regra do momento angular:

$$L = m_e v r = n\hbar$$

$$\sqrt{Z k_e e^2 m_e r} = n\hbar$$

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{Z k_e e^2 m_e}$$

Átomo de Hidrogênio

Raio de Bohr:

$$r_1 = \frac{\hbar^2}{Zk_e e^2 m_e} = 5.29 \times 10^{-11} m$$

Níveis de Energia

$$E_n = -\frac{Z^2(k_e e^2)^2 m_e}{2\hbar n^2} = -\frac{13.6Z^2}{n^2}$$

1 eletron volt = $1,60217646 \times 10^{-19}$J

$$\alpha = \frac{k_e e^2}{\hbar c} \sim \frac{1}{137}$$

$$R_E = \frac{1}{2}(m_e c^2)\alpha^2$$

$$E_n = -\frac{ZR_E}{n^2}$$

Fórmla de Rydberg

A energia dos fótons emitidos ou absorvidos deve obedecer:

$$E_f - E_i = R_E \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

Limites do Modelo

1. Espectros de altos com mais elétrons.
2. Intensidade Relativa.
3. Estrutura hiperfina do espectro.
4. Efeito Zeeman.
5. Viola o princípio da incerteza

Princípio da Correspondência

Os sistemas quânticos são equivalentes aos sistemas clássicos no limite de números quânticos grandes.