

Resumo do capítulo

Capítulo 19

Física Quântica

TEORIA DOS QUANTA

A energia radiante não é emitida (ou absorvida) de modo contínuo, como em geral imaginamos, mas sim em porções descontínuas, “partículas” que transportam, cada qual, uma quantidade de energia E bem definida. Essas “partículas” de energia foram denominadas **fótons**. A energia E de cada fóton é denominada *quantum* (no plural *quanta*).

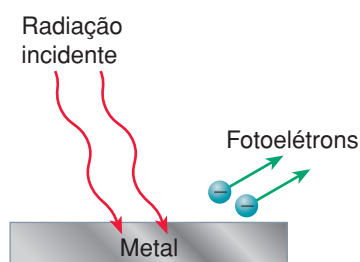
O quantum E de energia radiante de frequência f é dado por:

$$E = hf$$

em que $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ou $h = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ é a **constante de Planck**.

EFEITO FOTOELÉTRICO

Quando uma radiação eletromagnética incide sobre a superfície de um metal, elétrons podem ser arrancados dessa superfície. É o **efeito fotoelétrico**. Os elétrons arrancados são chamados **fotoelétrons**.



Einstein explicou o efeito fotoelétrico, levando em conta a **quantização da energia**: um fóton da radiação incidente, ao atingir o metal, é completamente absorvido por um único elétron, cedendo-lhe sua energia hf . Com essa energia adicional o elétron pode escapar do metal. Essa teoria de Einstein sugere que a luz ou outra forma de energia radiante é composta de “partículas” de energia, os fótons.

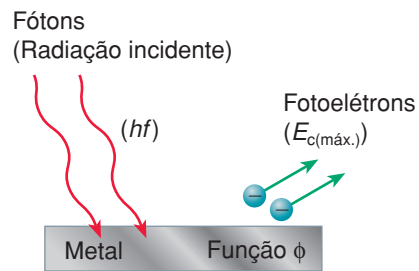
Função trabalho ϕ

É a energia mínima necessária para um elétron escapar do metal.

Resumo do capítulo

Equação fotoelétrica de Einstein

$$E_{c(\text{máx.})} = hf - \phi$$



A energia dos fótons (hf) é absorvida pelos elétrons do metal que vencem a barreira da energia ϕ do mesmo, adquirindo energia cinética na emissão

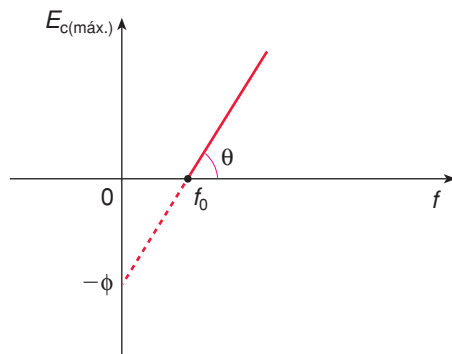
- A frequência mínima f_0 a partir da qual os elétrons escapam do metal é tal que:

$$\phi = hf_0$$

- A equação fotoelétrica de Einstein fica:

$$E_{c(\text{máx.})} = h \cdot (f - f_0)$$

Gráfico $E_{c(\text{máx.})}$ em função da frequência f



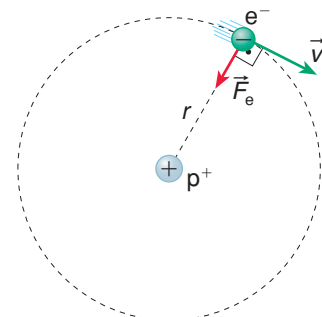
$$\text{tg } \theta \stackrel{N}{=} h$$

O ÁTOMO DE BOHR

O modelo de Bohr aplicado ao átomo de hidrogênio

Para o átomo de hidrogênio, Bohr estabeleceu uma série de postulados que são os seguintes:

1. O elétron descreve órbitas circulares em torno do núcleo (formado por um único próton), sendo a força de atração eletrostática \vec{F}_e a força centrípeta responsável por esse movimento.



Resumo do capítulo

2. Apenas algumas órbitas estáveis, bem definidas, denominadas **estados estacionários**, são permitidas ao elétron. Nelas o átomo não irradia energia, de modo a se conservar a energia total do átomo, sendo então possível aplicar a mecânica clássica para descrever o movimento do elétron.
3. A passagem do elétron de um estado estacionário para outro é possível mediante a absorção ou liberação de energia pelo átomo. A energia do fóton absorvido ou liberado no processo correspondente à diferença entre as energias dos níveis envolvidos. Assim, ao passar de um estado estacionário de energia E para outro de energia E' (com $E' > E$), teremos:

$$E' - E = hf$$

Nessa fórmula, h é a constante de Planck e f , a frequência do fóton absorvido.

4. As órbitas permitidas ao elétron são aquelas em que o momento angular orbital do elétron é um múltiplo inteiro de \hbar ($\hbar = \frac{h}{2\pi}$).

Assim, sendo m a massa do elétron; v a velocidade orbital; r o raio da órbita descrita, teremos:

$$mvr = n \cdot \hbar \quad (\text{com } n = 1, 2, 3, 4, \dots)$$

- Raios das órbitas permitidas

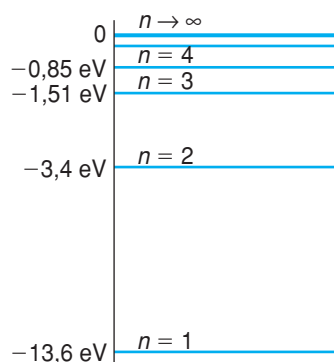
$$r_n = n^2 \cdot r_B$$

Sendo que $r_B = 0,53 \text{ \AA}$ é o raio de Bohr. Corresponde ao estado estacionário fundamental (menor raio).

- Energia mecânica do elétron no n ésimo estado estacionário, expressa em eV.

$$E_n = - \frac{13,6}{n^2}$$

- Níveis de energia de um elétron num átomo de hidrogênio.



Resumo do capítulo

NATUREZA DUAL DA LUZ

Em determinados fenômenos, a luz se comporta como se tivesse **natureza ondulatória** e, em outros, **natureza de partícula**.

DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA: HIPÓTESE DE DE BROGLIE

- Hipótese de De Broglie

Se a luz apresenta natureza dual, uma partícula pode comportar-se de modo semelhante, apresentando também propriedades ondulatórias.

O comprimento de onda λ de uma partícula em função de sua quantidade de movimento é dado por:

$$\lambda = \frac{h}{Q}$$

PRINCÍPIO DA INCERTEZA DE HEISENBERG

Heisenberg descobriu a indeterminação associada à posição e à velocidade do elétron no interior do átomo.

Quanto maior a precisão na determinação da posição do elétron, menor é a precisão na determinação de sua velocidade ou de sua quantidade de movimento e vice-versa.

Relacionou a incerteza Δx na medida da posição x da partícula, com a incerteza ΔQ na medida de sua quantidade de movimento Q , obtendo a fórmula:

$$\Delta x \cdot \Delta Q \geq \frac{h}{4\pi}$$