

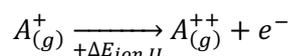
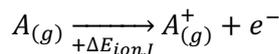
Experiência: determinação de níveis energéticos de um Átomo Hidrogenóide

1) Introdução

a) Potencial de ionização

Potencial de ionização ou Energia de ionização é a energia essencial para remover um elétron de um átomo na fase gasosa. Seja o átomo A de um dado elemento químico no estado gasoso, $A_{(g)}$, a energia de ionização ΔE_{ion} . Para que haja a separação de um elétron de um átomo, deve-se fornecer energia para exceder a atração da carga nuclear (um processo endotérmico, portanto positivo).

As duas primeiras ionizações podem ser expressas como



A energia de ionização tem origem na colisão de elétrons livres com átomo.

b) O modelo de Bohr

De acordo com as hipóteses de Bohr, em átomos com um único elétron, a energia dissipada quando este migra de um nível mais alto, n_{alto} , para um nível mais baixo, n_{baixo} , é da forma

$$\Delta E = Z^2 |E_1| \left(\frac{1}{n_{baixo}^2} - \frac{1}{n_{alto}^2} \right), \quad E_1 = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h} = -13,6 \text{ eV} \quad (1)$$

onde Z é o número atômico. A energia dissipada é na forma de onda eletromagnética (luz) e, portanto, associada à emissão de um fóton.

Conforme Planck, a energia de um fóton está associada à frequência ou comprimento (parâmetros associados a uma onda de uma onda eletromagnética).

$$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad (2)$$

onde h é a constante e Planck e c é a velocidade da luz no vácuo.

Por outro lado, a ionização de um átomo consiste em retirar um ou mais elétrons de sua estrutura. Tal processo exige energia e — como proposta central nesta experiência — pode-se entendê-lo como ao contrário daquele apresentado na eq. (1). Assim a ionização de um elétron implica $\frac{1}{n_{alto}} \approx 0$, e pode-se escrever

$$\Delta E_{ion} = \frac{Z_{ef}^2 |E_1|}{n_0^2} \quad (3)$$

onde E_1 é a ionização do átomo de hidrogênio, Z_{ef} , é o número atômico efetivo e n_0 é o nível do elétron que sofre ionização. Cabe notar que $Z_{ef} \cdot e_+$ representa a carga positiva líquida percebida pelo elétron ionizado.

Combinando as equações (1), (2) e (3) tem-se um modelo para determinar o comprimento de onda de fótons emitidos por átomos hidrogenóides

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E_{ion} n_0^2} \left(\frac{1}{n_{baixo}^2} - \frac{1}{n_{alto}^2} \right)^{-1} \quad (4)$$

Nesta equação o comprimento de onda é tomado como teórico, λ_{teo} .

Experiência: determinação de níveis energéticos de um Átomo Hidrogenóide

c) O modelo experimental

Uma luz que atravessa uma rede de difração apresenta o fenômeno da difração. Rede de difração é formada por um conjunto de obstáculos. O fenômeno da difração está relacionado com as propriedades de ondas ao transportarem energia de um ponto ao outro do espaço e está intimamente relacionado ao fenômeno da interferência.

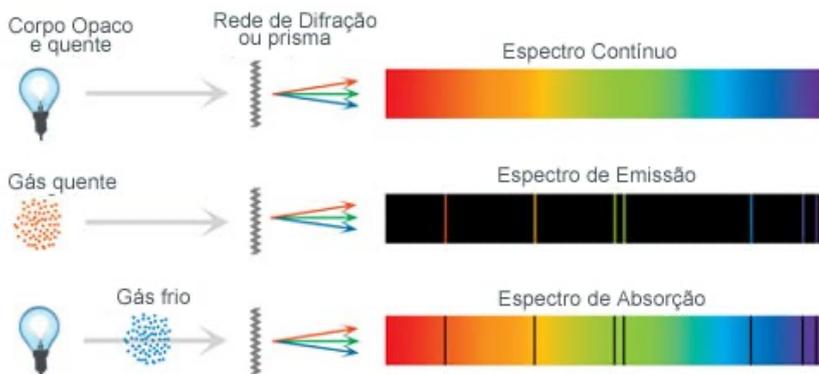


Fig.1: Princípio de espalhamento de luz (ref.: apolo11.com)

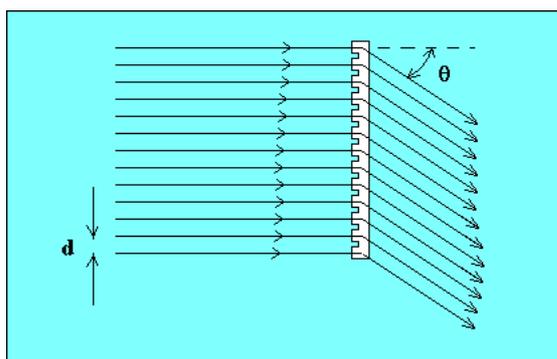


Fig.2: Elementos de uma rede de difração (ref.: fis.ita.br)

A relação entre o comprimento de onda e o ângulo de espalhamento é dada por

$$m\lambda = d \text{ sen } \theta \tag{5}$$

onde m é a ordem ($\geq 1 \mid m \in \mathbb{N}$), d ($= 1/\rho$, com ρ em linhas/mm) é rede de difração. Nesta equação o comprimento de onda é experimental, λ_{exp} .

Experiência: determinação de níveis energéticos de um Átomo Hidrogenóide

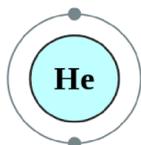
2) Experiência

Com auxílio do goniômetro, medir o ângulo associado a cada linha do espectro de emissão de cada lâmpada indicada abaixo. Anotar o parâmetro da rede de difração.

a) Equipamentos

Goniômetro – Marca: _____, Modelo: _____, Resolução: _____

b) Átomo de Hélio



Dados

- $Z = 2$
- Primeira ionização
 $n_0 = 1, \Delta E_{ion} = 2372,3 \text{ kJ/mol}$
- Segunda ionização
 $n_0 = 1, \Delta E_{ion} = 5250,5 \text{ kJ/mol}$

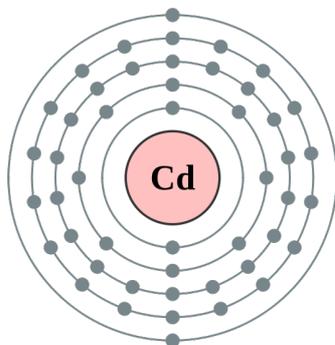
Fig.3: Átomo de Hélio (ref.: pt.wikipedia.org)

Lâmpada – Marca: _____, Modelo: _____

Rede de difração – Marca: _____, Parâmetro de rede, $\rho =$ _____

Cor					
$\theta(^{\circ})$					

c) Átomo de Cádmi



Dados

- $Z = 48$
- Primeira ionização
 $n_0 = 5, \Delta E_{ion} = 867,8 \text{ kJ/mol}$
- Segunda ionização
 $n_0 = 5, \Delta E_{ion} = 1631,4 \text{ kJ/mol}$

Fig.5: Átomo de Cádmi (ref.: ca.wikipedia.org)

Lâmpada – Marca: _____, Modelo: _____

Rede de difração – Marca: _____, Parâmetro de rede, $\rho =$ _____

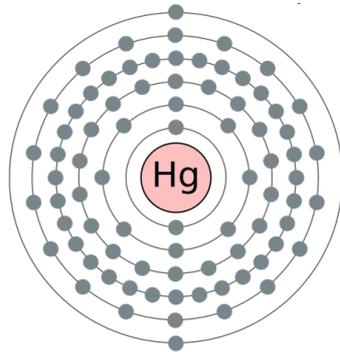
Cor					
$\theta(^{\circ})$					

física/quântica

filofma.com.br

Experiência: determinação de níveis energéticos de um Átomo Hidrogenóide

d) Átomo de Mercúrio



Dados

- $Z = 80$
- Primeira ionização
 $n_0 = 6, \Delta E_{ion} = 1007,1 \text{ kJ/mol}$
- Segunda ionização
 $n_0 = 6, \Delta E_{ion} = 1810 \text{ kJ/mol}$

Fig.6: Átomo de Mercúrio (Ref.: labnetwork.com.br)

Lâmpada - Marca: _____, Modelo: _____

Rede de difração - Marca: _____, Parâmetro de rede, $\rho =$ _____

Cor					
$\theta(^{\circ})$					

Experiência: determinação de níveis energéticos de um Átomo Hidrogenóide

3) Análise

Com a ajuda da eq. (4) determinar n_{alto} e n_{baixo} para cada λ (cor) com desvio de exatidão do teórico em relação ao experimental inferior a 5%, ou seja, $DE = \frac{\lambda_{teo} - \lambda_{exp}}{\lambda_{exp}} \leq 0,05$

a) Equipamentos

Goniômetro - Marca: _____, Modelo: _____, Resolução: _____

b) Átomo de Hélio

Lâmpada - Marca: _____, Modelo: _____

Rede de difração, $d(\text{nm}) =$ _____, Ordem, $m =$ _____

Energia de ionização, $\Delta E_{ion}(\text{eV}) =$ _____, Nível fundamental, $n_0 =$ _____

Cor					
$\lambda_{exp}(\text{nm})$					
n_{alto}					
n_{baixo}					
DE(%)					

c) Átomo de Cádmio

Lâmpada - Marca: _____, Modelo: _____

Rede de difração, $d(\text{nm}) =$ _____, Ordem, $m =$ _____

Energia de ionização, $\Delta E_{ion}(\text{eV}) =$ _____, Nível fundamental, $n_0 =$ _____

Cor					
$\lambda_{exp}(\text{nm})$					
n_{alto}					
n_{baixo}					
DE(%)					

d) Átomo de Mercúrio

Lâmpada - Marca: _____, Modelo: _____

Rede de difração, $d(\text{nm}) =$ _____, Ordem, $m =$ _____

Energia de ionização, $\Delta E_{ion}(\text{eV}) =$ _____, Nível fundamental, $n_0 =$ _____

Cor					
$\lambda_{exp}(\text{nm})$					
n_{alto}					
n_{baixo}					
DE(%)					