

## Espectros de linhas

### ANOTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SÉRIE BALMER DO HIDROGÊNIO E AINDA ESPECTROS DE LINHAS VISÍVEIS.

- Registro do espectro de linhas do hidrogênio.
- Determinação das frequências das linhas  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  e  $H_\delta$  da serie de Balmer do hidrogênio.
- Cálculo das constantes de Rydberg.
- Anotação e avaliação dos espectros de linhas de gases nobres e vapores metálicos.

UE5020100

01/24 UD



Fig. 1: Disposição de medição.

## FUNDAMENTOS GERAIS

Átomos emissores de luz dentro de um gás luminoso geram espectros de numerosas linhas individuais, que são nitidamente separadas umas das outras, mesmo que em pontos individuais possam se agrupar. As linhas são características para o elemento químico, pois cada linha corresponde a uma transição entre dois níveis determinados de energia dentro do invólucro de elétrons do átomo.

O espectro de emissões de hidrogênio atômico no grupo visível tem quatro linhas  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$  e  $H_\delta$ , que no ultravioleta se multiplicam para uma série completa. Para as frequências desta série *J.J. Balmer* indicou em 1885 uma fórmula empírica:

$$(1) \quad \nu = R \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n = 3, 4, 5, 6, \dots$$

$R = 3290$  THz: Constante de Rydberg

A série de frequência pode posteriormente, no âmbito do modelo de átomo de Bohr, simplesmente ser explicado pela descarga de energia do elétron na transição de cápsulas mais altas para a segunda cápsula do átomo de hidrogênio.

Já o espectro de linhas do átomo de hélio que só contém um elétron a mais é bem mais complexo do que o átomo do hidrogênio, pois os "Spins" de ambos os elétrons podem se alinhar paralelamente ou no sentido antiparalelo e, assim, ocupar níveis de energia completamente diferentes no átomo do hélio.

A complexidade continua a aumentar para todos os outros elementos químicos. Em todo o caso o espectro de linhas é característico para o elemento.

## LISTA DE APARELHOS

1	Espectrômetro LD, digital	U22028	1018103
1	Fonte de alimentação para tubos espectrais	U418001	1000683/4
1	Tubo espectrais hidrogênio	U41817	1003409
1	Base em tonel, 1000 g	U13265	1002834
Recomendação suplementar:			
1	Tubo espectrais hélio	U41816	1003408
1	Tubo espectrais néon	U41821	1003413
1	Tubo espectrais argônio	U41811	1003403
1	Tubo espectrais criptônio	U41819	1003411
1	Tubo espectrais mercúrio	U41820	1003412

## ORIENTAÇÕES

- Alguns tubos espectrais estão cheios de gás de transporte adicional. Aguardar alguns minutos na colocação em operação dos tubos espectrais, até que apenas as linhas espectrais do elemento especificado sejam marcadamente visíveis.
- Contudo, não operar os tubos espectrais de forma constante, pois isto afeta diversamente a vida útil. Observar as recomendações das instruções de uso dos tubos espectrais.

## MONTAGEM E EXECUÇÃO

- Dispor espectrômetro digital, fonte de alimentação dos tubos espectrais com tubo espectral de hidrogênio embutido e o computador conforme mostrado na Fig. 1.
- Parafusar o cabo de fibra ótica no espectrômetro e no suporte para o cabo de fibra ótica. Fixar o suporte para o cabo de fibra ótica no cabo da base do barril e posicionar imediatamente diante da abertura da fonte de alimentação dos tubos espectrais.
- Ligar o computador.

- Conectar o espectrômetro na rede elétrica.
- Conectar o espectrômetro ao computador por meio do cabo USB.
- Na janela que se abre, clicar em "Run EsaoStudio.exe", o software inicia e roda automaticamente.

No software, a janela de interface do usuário é mostrada no modo de trabalho "Emission", e imediatamente são registrados valores de medição.

### Orientação:

Por meio das guias na página da esquerda (de cima para baixo), podem ser selecionados, além do modo de trabalho "Emission", os modos de trabalho "Absorbance", "Manual acquisition", "Kinetic" e "3D Kinetic".

- Ligar a fonte de alimentação dos tubos espectrais e registrar o espectro de emissão no modo de trabalho "Emission".
- Finalizar o registro do espectro de emissão clicando no botão "Run/Pause", assim que as linhas espectrais fiquem claramente visíveis (Fig. 2). Salvar o espectro após informação de um nome de arquivo no campo "Name" clicando no botão "Save".
- Atribuir números ordinais às linhas espectrais, ler e anotar o comprimento de onda das linhas espectrais no espectro (Tab. 1). Para a leitura, passar com o cursor do mouse sobre as linhas espectrais. Se for o caso, selecionar outra ferramenta em "Tools".
- Se for o caso, montar outros tubos espectrais na fonte de alimentação de tubos espectrais e registrar os espectros de emissão conforme descrito acima (Fig. 3, 4, 5).

## EXEMPLO DE MEDIÇÃO

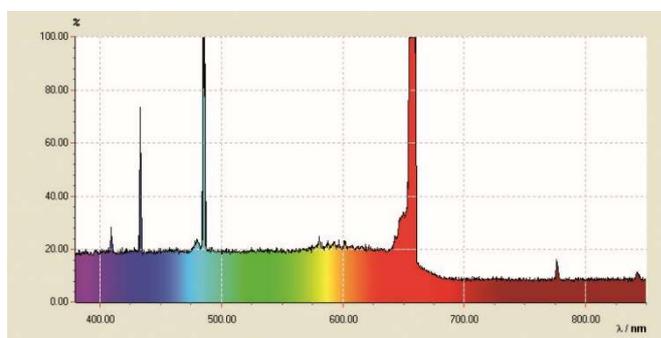


Fig. 2: Espectro de linhas de hidrogênio atômico.

Tab. 1: Números ordinais  $n$ , valores recíprocos dos quadrados  $1/n^2$ , comprimentos de onda medidos  $\lambda$  e as frequências  $\nu$  calculadas a partir daí da Série Balmer de hidrogênio no âmbito visível.

$n$	$1/n^2$	$\lambda$ / nm	$\nu$ / THz
3	0,111	656	457
4	0,063	487	616
5	0,040	432	694
6	0,028	410	732

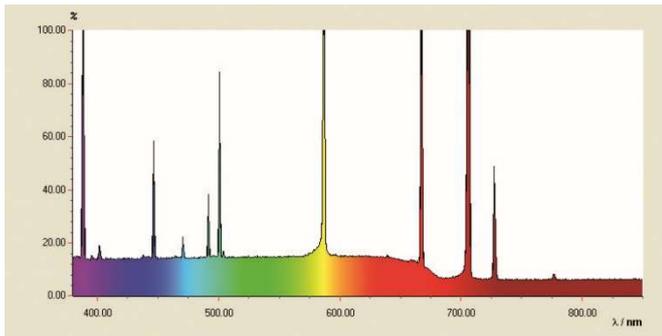


Fig. 3: Espectro de linhas do hélio.

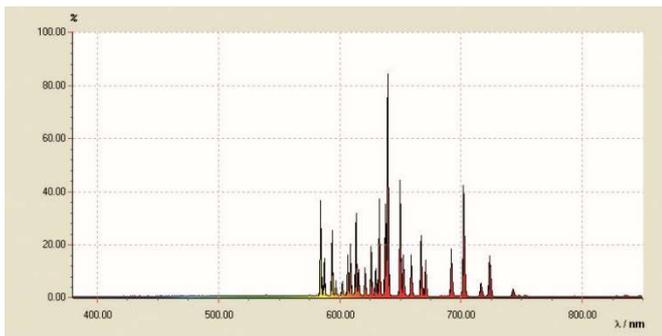


Fig. 4: Espectro de linhas do néon.

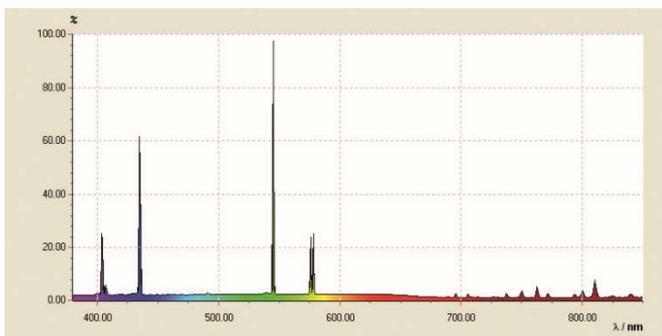


Fig. 5: Espectro de linhas do mercúrio.

### AVALIAÇÃO

- A partir dos números ordinais  $n = 3, 4, 5, 6, \dots$ , calcular os valores recíprocos dos quadrados  $1/n^2$  (Tab. 1).
- Calcular as frequências  $\nu$  a partir dos comprimentos de onda  $\lambda$  (Tab. 1):

$$(2) \quad \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$c = 3 \cdot 10^8$  m/s: velocidade da luz no vácuo

- Aplicar as frequências  $\nu$  contra os valores recíprocos dos quadrados  $1/n^2$  em um diagrama (Fig. 6).

Na representação  $\nu = f(1/n^2)$  conforme equação (1), as frequências da Série Balmer estão em uma reta, quando se atribui à linha  $H_\alpha$  o número  $n = 3$ , e à linha  $H_\beta$  o valor  $n = 4$  etc.

- Adaptar uma reta aos pontos de medição (Fig. 6).

Da equação (1), resulta:

$$(3) \quad \nu = R \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = -R \cdot \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{4} \right)$$

Portanto, a constante de Rydberg  $R$  resulta da inclinação  $a$  da reta, conforme segue:

$$(4) \quad a = -3320 \text{ THz} = -R \Rightarrow R = 3320 \text{ THz}$$

em conformidade muito boa com o valor de literatura.

A interseção com o eixo x está em 0,25, pois as transições da Série Balmer estão direcionadas ao nível de energia  $n = 2$ .

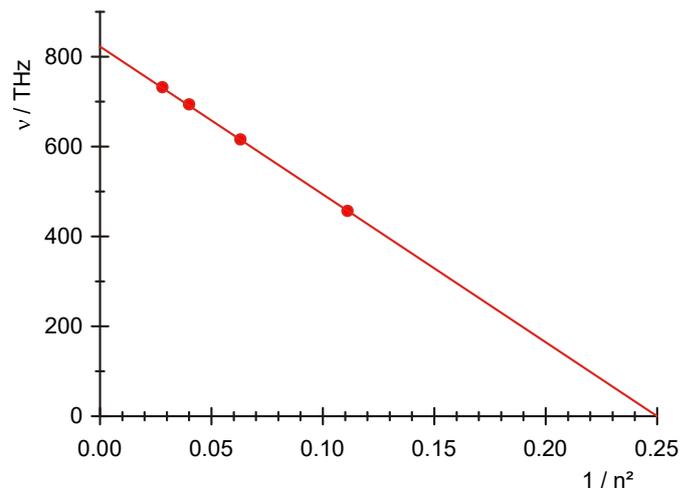


Fig. 6: Frequências de transição da serie de Balmer em dependência de  $1/n^2$ .