



ESPECTROSCOPIA ÓTICA

I. OBJETIVOS DO EXPERIMENTO:

1. Familiaridade com um espectrômetro ótico do tipo de desvio constante (calibração e dispersão).
2. Observação de alguns espectros de emissão (principalmente gases nobres).
3. Observação da série de Balmer do Hidrogênio e determinação da constante de Rydberg.
4. Identificação de linhas do parhélion e ortohélion.

II. MATERIAL:

1. Espectrômetro Hilger.
2. Tubos de gases: *Ar, H, He, Hg, Kr, Ne, Xe*.
3. Fonte de alta voltagem.

III. INTRODUÇÃO:

A observação do espectro de emissão de gases pode ser efetuada produzindo-se uma descarga elétrica em um tubo contendo uma amostra do gás, usualmente a baixa pressão. A descarga é produzida por uma fonte de alta tensão, da ordem de 3000 volts, com alta impedância de saída para limitar a corrente elétrica a valores suficientemente pequenos, pois o gás ionizado possui uma impedância muito baixa.

A luz emitida pelo gás ionizado é então analisada por um espectrômetro ao passar por um prisma de alta dispersão.

O prisma do espectrômetro é do tipo de Rutherford. Pode ser descrito como consistindo por dois prismas de dispersão de 30° e um prisma refletor de 90° , que no fundo são equivalentes ao poder refratante de um prisma de 60° , o caminho ótico é tal que os raios incidentes e emergentes são mutuamente perpendiculares, logo a trajetória, no interior do prisma, corresponde a do desvio mínimo de um prisma virtual de 60° .

Os eixos do colimador e do telescópio são fixos e formam entre si um ângulo reto. Girando-se a mesa do prisma, a condição de desvio de 90° é sucessivamente satisfeita para diferentes comprimentos de onda de acordo com a grande dispersão do material de que é feito o prisma.

IV. PROCEDIMENTO:

O ajuste fino da posição do prisma é feito por meio de um parafuso micrométrico que tem um cilindro de comando graduado diretamente em comprimento de onda (\AA). A graduação da escala de comprimento de onda deve ser testada em toda parte visível do espectro. Para fazer isto, coloque o tubo de gás bem próximo à fenda de entrada do espectrômetro e ligue-o à fonte de alta voltagem pondo o sistema em funcionamento.

Devido à curta vida do tubo opere-o no menor tempo possível, ligando-o apenas quando estiver efetuando as medidas.

Cuidado com a fonte de alta voltagem (5000 V!).
Desligue o transformador da fonte desconectando-o da rede
antes de tocar no tubo ou nos seus terminais

A fim de obter a maior precisão possível, procure obedecer as seguintes regras:

- Para conseguir uma leitura sem influência de paralaxe, focalize primeiro o indicador (ou retículo) do aparelho por meio da ocular. Faça este ajuste retirando a ocular do espectrômetro, tomando o cuidado para não tocar nos parafusos que regulam a posição do indicador.
- Focalize as linhas espectrais, isto é, a imagem da fenda de entrada por meio do movimento do tubo telescópio sem perturbar o prévio ajuste ocular - indicador.
- Faça a leitura na escala acionando o tambor com movimento só num sentido para eliminar a influência da folga do parafuso micrométrico.
- Para calibração use a fenda com abertura de aproximadamente 0.05 mm; para linhas fracas aumente a abertura para 0.1-0.2 mm.

1. Curva de calibração

A leitura do valor do comprimento de onda de uma determinada linha espectral depende do alinhamento do prisma no interior do espectrômetro, bem como do ajuste do indicador da ocular (retículo). Contudo, o prisma pode não estar perfeitamente alinhado ou o indicador não está centralizado e assim o comprimento de onda lido (λ_L) não irá representar o melhor valor

para essa linha. É necessário, portanto, criar uma *curva de calibração*, que relaciona λ_L com o comprimento de onda tabelado (λ_T), encontrado nos *handbooks* ou livros especializados, pois este foi obtido com as melhores condições experimentais. Para obter esta curva, proceda da seguinte forma:

- Meça, inicialmente, as linhas espectrais do mercúrio (*Hg*), cujo espectro é mais ou menos simples, não havendo nenhuma confusão. Os valores tabelados para as linhas de *Hg* se encontram no apêndice deste roteiro.
- Calcule o fator de correção $\Delta\lambda = \lambda_L - \lambda_T$, para todas as linhas medidas para ter uma idéia imediata da curva de calibração com os diversos comprimentos de onda.

A curva de calibração deve cobrir toda a faixa do visível, que vai de, aproximadamente, 4000 Å a 7000 Å. Contudo, o espectro do *Hg* não cobre toda esta região, pois vai do violeta até o amarelo. Desta forma será necessário utilizar uma outra lâmpada para cobrir a região que falta (isto é, do amarelo, laranja e vermelho).

- Continue agora o experimento com espectro do Neônio (*Ne*) começando pela identificação na região do amarelo, onde a correção já esta bem conhecida. Meça todas as *linhas mais intensas* até o limite do espectro visível. As referências [3,4] da bibliografia fornecem todos os valores das linhas do *Ne*, mostrando inclusive as intensidades de cada uma delas. Desta forma, não haverá dificuldades na identificação das linhas medidas. De qualquer maneira, a continuidade da curva de calibração é um critério seguro para a identificação das linhas.

De posse de todas as linhas medidas do *Hg* e do *Ne* com os correspondentes valores tabelados, construa a curva de calibração $\lambda_T \times \lambda_L$.

Todos os comprimentos de onda que serão medidos nos itens seguintes deverão ser corrigidos por esta curva.

2. Espectro de Emissão do Hidrogênio e de Gases Nobres

- Observe os espectros do Argônio (*Ar*), Criptônio (*Kr*), Xenônio (*Xe*), e anote os comprimentos de onda das *linhas mais brilhantes*. Faça as correções dos comprimentos de onda medidos, usando a curva de calibração. Compare os valores medidos com os tabelados [3,4] e disponha em uma tabela os valores de λ_L , dos comprimentos de onda corrigidos (λ_C), de λ_T e de $\Delta\lambda = \lambda_C - \lambda_T$.
- Observe o espectro do Hélio (*He*). Faça a correção e identifique as linhas correspondentes às séries S, P e D do parahélio e do ortohélio, usando o diagrama dos níveis de energia do livro de Herzberg [2]. Leia também neste livro a parte referente a esse assunto, para

entender a existência de dois conjuntos de níveis de energia num átomo de *He* não ionizado.

- Observe e determine com a maior precisão possível os comprimentos de onda das linhas da série de Balmer para o Hidrogênio (*H*): vermelho (H_α), verde azulada (H_β) e violeta (H_γ).

Usando a conhecida fórmula do número de onda

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad m = 3, 4, 5 \dots$$

determine o valor da constante de Rydberg (*R*). Compare seus resultados com os valores encontrados em qualquer texto de física atômica.

3. Largura de banda

Em trabalhos espectroscópicos é importante conhecer a largura de banda transmitida pelo instrumento. A largura de banda depende da dispersão do prisma, da distância focal do colimador e do telescópio e da largura da fenda. Como a dispersão do prisma é dependente do comprimento de onda, a largura de banda para uma dada abertura da fenda varia de acordo com o comprimento de onda. A largura de banda é usualmente definida como a diferença $\Delta\lambda$ correspondente a distância de 1 mm no plano focal do telescópio. Podemos grosseiramente determinar essa grandeza com o procedimento seguinte:

- Troque a ocular do espectrômetro para outra que tem fenda de *saída* com escala calibrada. Ajuste a largura desta fenda para 1 mm.
- Use inicialmente a lâmpada de *Hg* com uma fenda de *entrada* bem estreita. Escolha uma determinada linha do espectro (cujo comprimento de onda já foi medido no item anterior) e a faça coincidir com o lado esquerdo da fenda de saída e depois do lado direito, sempre tangencialmente aos cantos. A diferença das leituras no cilindro dá aproximadamente o $\Delta\lambda$ por 1 mm de abertura para o comprimento de onda considerado. Faça isto para todas as linhas desta lâmpada.
- Repita este procedimento para todas as linhas mais brilhantes, na região do amarelo e vermelho, da lâmpada de *Ne* até o limite do visível.
- Faça um gráfico da dispersão $\Delta\lambda$ /mm versus λ .

V. APÊNDICE:

Linhas do Mercúrio na faixa do visível

Cor	λ (Å)	Cor	λ (Å)
Amarelo (forte)	5791	Violeta (Forte)	4358
Amarelo (forte)	5770	Violeta (fraca)	4078
Verde (forte)	5461	Violeta (forte)	4047
Verde - Azulada (Fraca)	4916		

VI. BIBLIOGRAFIA:

- [1] Walker, S.; Straw, H.; *Spectroscopy: vol. 2*, Chapman and Hall, London, 1970
- [2] Herzberg, Gerhard; *Atomic spectra and atomic structure*, Dover Publications, New York, 1944
- [3] *American Institute of Physics Handbook*; McGraw Hill, New York, 1957
- [4] *M.I.T. Wavelength Tables with intensities in arc, spark or discharge tube*, John Wiley & Sons, New York.