

Espectroscopia- Linhas Espectrais

LABORATÓRIO 6

Aluno: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

Material Utilizado:

Objetivos:

- Estudar o espectro visível gerado por fontes frias de luz.
- Determinar a composição espectral da luz emitida, no visível, por lâmpadas espectrais.
- Medir a constante de Rydberg usando o o espectro visível do hidrogênio.

01- Espectro-telescópio (um por sala) equipado com rede de difração de 600 linhas por milímetro.

02- Fontes espectroscópicas (ampolas com gases fluorescentes).

Base Teórica.

A emissão de luz visível por átomos era conhecida desde o século XIX quando experimentos de espectroscopia atômica mostraram que quando uma descarga elétrica era aplicada numa ampola com gás de hidrogênio um padrão característico composto de um conjunto de cores discretas era obtido, diferentemente do espectro contínuo de uma fonte de energia térmica, como o Sol (figura 1).

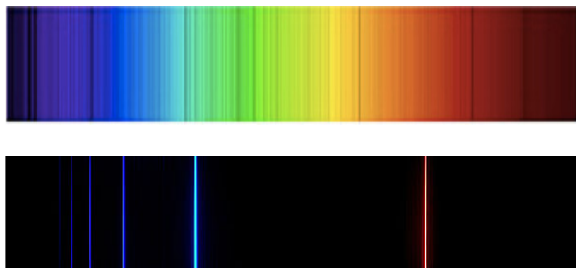


Figura 1: Espectros solar (superior) e de átomos de hidrogênio (inferior) na região do visível.

Johann Balmer em 1885 sugeriu a fórmula empírica na qual os comprimentos de onda das linhas espectrais seriam dados por uma constante

multiplada por um número inteiro (maior do que dois) elevado ao quadrado dividido pela diferença entre esse número inteiro elevado ao quadrado e quatro (fórmula de Balmer). Em 1889 Johannes Rydberg propôs uma fórmula mais geral obtida através da análise de outros elementos. Em 1913 Niels Bohr com o auxílio da descrição do efeito fotoelétrico de Einstein e do modelo atômico de Rutherford postulou uma teoria na qual os elétrons orbitavam em torno do núcleo com energias constantes e que os comprimentos de onda das linhas espectrais do hidrogênio estariam relacionados às energias dos fótons emitidos durante saltos (transições) dos elétrons de uma órbita para outra. Desta forma, Bohr conseguiu escrever a constante de Rydberg em termos de constantes mais fundamentais. O modelo de Bohr no entanto não explicava porque algumas linhas tinham uma intensidade luminosa maior do que outras. Com o desenvolvimento da mecânica quântica, foi possível explicar esse fenômeno através existência de uma probabilidade de transição entre dois níveis eletrônicos (regra de ouro de Fermi).

Parte Experimental.

As medidas das linhas espectrais serão realizadas usando um equipamento que produza **dispersão** de luz. Esse efeito pode ser produzido por **refração** (ex: prisma) ou **difração** (ex: rede de difração). O esquema básico de um equipamento no qual é possível medir comprimentos de onda associados a cores através da dispersão de luz é mostrado na figura 2. O equipamento, um espectrômetro, é formado basicamente por três componentes: um colimador, uma rede de difração (ou prisma), e um telescópio. A luz passa pela abertura (fenda) e produz uma linha luminosa. A fenda deve estar no plano focal do colimador para que o feixe colimado de luz ilumine uniformemente a rede de difração e favoreça a formação de um imagem nítida pelo telescópio.

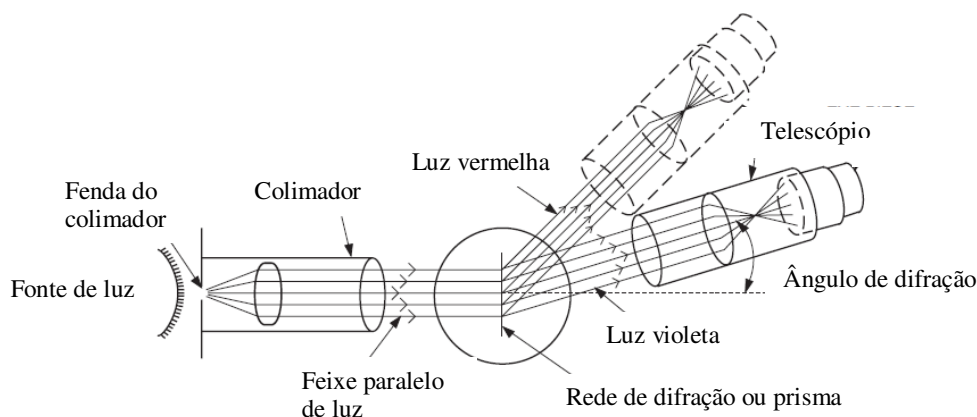


Figura 2: Esquema de um espectrômetro.

A figura 3 mostra o espectrômetro que iremos usar com as suas partes identificadas a seguir:

- 1 – fenda de abertura regulável.
- 2 - luneta para observação (ocular).
- 3 - parafuso de trava da luneta
- 4 - parafuso de avanço fino da mesa.
- (Só funciona com o parafuso 5 apertado)
- 5 - parafuso de trava do eixo da mesa.
- 6 – lupa para leitura do goniômetro.
- 7 – parafuso e trava para ajuste da altura da mesa.
- 8 - Ajuste do foco do colimador.
- 9 - Ajuste da base mesa.
- 10 - Parafuso de ajuste angular da luneta.
- (Só funciona com o parafuso 3 apertado)

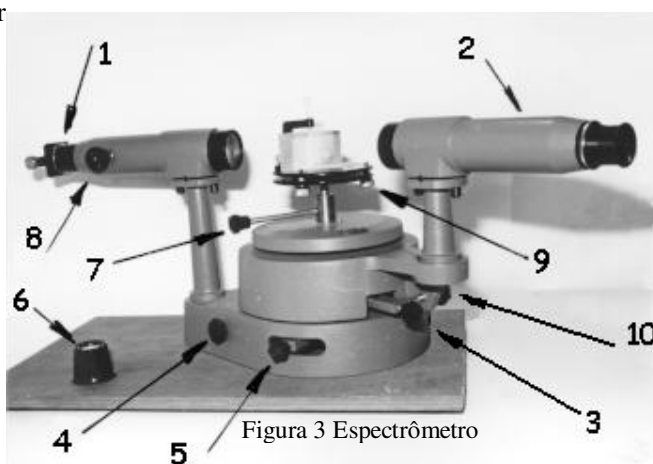


Figura 3 Espectrômetro

Calibração do espectrômetro. O espectrômetro estará alinhado quando estivermos vendo a imagem da ordem $m = 0$ (luz branca) no ângulo zero grau. Isto deve acontecer primeiro sem a rede estar colocada na mesa entre o telescópio e a luneta. Depois de colocada a rede, a ordem zero deve ser vista novamente no ângulo zero quando a imagem da luz através da fenda coincidir com a cruz-guia (fig. 4). Note que a rede tem lado certo para ser colocada, ou seja, não é simétrica. Se necessário, solte o parafuso 5 (fig. 3) e gire o eixo da mesa até obter a situação desejada.

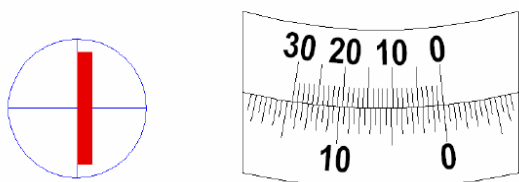


Figura 4. Calibração do espectrômetro.

Leitura do Goniômetro.

Analogamente ao modo de se ler o paquímetro, a leitura no goniômetro do espectrômetro deve ser feita da seguinte maneira. Registre o ângulo lido escala principal de acordo com o indicado pelo zero do vernier (Se necessário, use a lupa). **Note que a escala principal vai de 0,5 em 0,5 grau.** Registre os minutos lido no vernier, de acordo com seu traço que melhor coincida com

um dos traços da escala principal. **Note que esta leitura vai de 1 em 1 minuto. OBS: 1 minuto ≈ 0.017 graus.**



Figura 5 - Goniômetro

Qual o valor indicado na figura 5? Preencha o valor lido abaixo.

$\theta = \dots\dots\dots$ graus e $\dots\dots\dots$ minutos. Incerteza: $\sigma_\theta = \dots\dots\dots$ minutos

Observação e Leitura do Espectro. (De preferência realizado na penumbra)

No laboratório tem-se uma fonte de luz e um espectrômetro (figura 3) previamente alinhados.

Cada aluno deve fazer a medida de um ângulo correspondente a uma dada cor do espectro. Ele deve informar aos demais membros de sua bancada seu nome, a cor observada e o ângulo lido, bem como a ordem de difração que estava observando (m).

O procedimento para observação das linhas é a seguinte:

1- ajustar a abertura da fenda de entrada e observá-la pela ocular no ângulo zero. A fenda deve ser ajustada a mais estreita possível.

2- Ainda sob o ângulo zero, ajuste o foco da ocular de modo que ele possa ver a cruz de guia para o posicionamento angular das linhas.

3- Fazer uma varredura panorâmica entre 0° e 60° , observando pela ocular o espectro. O primeiro conjunto de cor, entre o violeta e o vermelho corresponde a $m = 1$, o segundo conjunto do violeta até o vermelho corresponde a $m = 2$ e assim sucessivamente. Note que as ordens de difração aparecem nos dois lados da ordem central $m = 0$. A varredura de $\theta = 360^\circ$ a 300° corresponde a m 's negativos.

4- Faça a leitura de uma dada cor em um ângulo diferente do realizado por seu colega da bancada. Registre cor, ordem e ângulo. Faça a leitura do ângulo com auxílio da lupa.

Para se obter a relação entre o ângulo medido (θ) e o comprimento de onda (λ) correspondente à linha espectral, usa-se a equação de máximos de teoria de difração:

$$\lambda = \frac{d}{m} \sin \theta,$$

onde d é o espaçamento da rede (ex: se a rede de 600 linhas/mm está sendo usada, $d = 1/600$ mm) e m é a ordem de difração (se a linha/cor aparece pela primeira vez a partir de $\theta = 0$, temos $m = 1$, se for a segunda vez, $m = 2$, e assim por diante).

Com as informações passadas pelos colegas, cada aluno deve completar sua própria tabela, fazendo as contas necessárias para obter o comprimento de onda e a incerteza referente à cor informada.

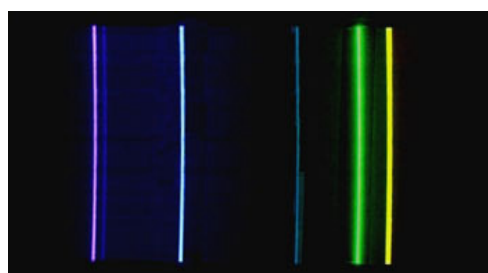
PARTE A: Complete a tabela abaixo e identifique o elemento na ampola de gás fluorescente usando os dados da tabela 1 e os dados fornecidos para espectros de diferentes gases (ver abaixo).

O ampola contém gás de _____

tabela 1

Nome do aluno	Cor da linha observada	Ângulo lido	m	Comprimento de onda (nm)
		$\pm$		$\pm$
		$\pm$		$\pm$
		$\pm$		$\pm$
		$\pm$		$\pm$

Linhas espectrais intensas do Hg



Espectro do Mercúrio

Cor	λ (nm)	Int.Relativa
amarelo	579.1	60
amarelo	577.01**	60
verde	546.07	60
verde/azul	491.60	1
azul	435.84	14
violeta	407.78	4
violeta	404.66	12

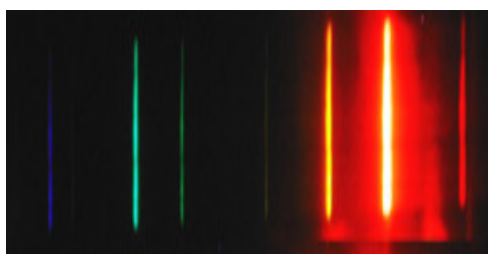
Linhas espectrais do He



Espectro do Hélio

Cor	λ (nm)	Int.Relativa
Vermelho.	706,52	20
Vermelho.	667,80	50
Amarelo	587,56	150
verde	501,60	10
verde/azul	492,20	2
azul	471,30	2
azul	447,10	20
violeta	402,63	1

Linhas espectrais do Na



Espectro do Sódio

Cor	λ (nm)	Int.Relativa
amarelo	589,59	60
amarelo	588,995	60
verde	568,82	18
azul	454,51	15
azul	449,76	16
azul	442,32	14
azul	439,33	15
azul	432,46	12

Linhas espectrais do Cd



Espectro do Cádmio

Cor	λ (nm)	Int.Relativa
Azul	441,24	8
Azul	467,81	12
Azul	479,99	15
Verde	508,58	20
Vermelho	643,85	40

PARTE B: O modelo de Bohr para transições entre estados eletrônicos de energia do hidrogênio pode ser escrito em função da constante de Rydberg R :

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \therefore R = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3 c} \cong 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1},$$

onde λ é o comprimento de onda do fóton proveniente da transição eletrônica entre os estados eletrônicos com números quânticos n_i e n_f . As linhas espectrais no visível correspondem à série de Balmer ($n_f = 2$). Complete a tabela 2 abaixo e faça um gráfico de $1/\lambda$ em função de $(4^{-1} - n_i^{-2})$ e encontre a constante de Rydberg (depois compare com o valor correto dado acima).

tabela 2

Nome do aluno	Cor da linha observada	Ângulo lido	m	Comprimento de onda (nm)
		$\pm$		$\pm$
		$\pm$		$\pm$
		$\pm$		$\pm$
		$\pm$		$\pm$