

EXPERIÊNCIA 3: REDE DE DIFRAÇÃO

OBJETIVOS:

Analisar o comportamento de uma rede de difração; determinar a constante da rede através do laser de He-Ne; estimar o poder resolutivo da rede através de uma lâmpada de Sódio e determinar a dispersão recíproca da rede usando as linhas de emissão da lâmpada de Mercúrio.

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Redes de difração de 100, 300 e 600 linhas por milímetro;
- Vidro despolido;
- Laser He-Ne;
- Fontes de alimentação laser;
- Lâmpada de Mercúrio;
- Lâmpada de Sódio;
- Goniômetro;
- Suporte de três pontos;
- Trilho;
- Fonte de alimentação.

INTRODUÇÃO TEÓRICA:

A rede de difração é formada por uma série de sulcos, linhas ou fendas sobre uma superfície plana. Este conjunto de linhas é capaz de difratar a luz que atravessa ou é refletida pela rede. O padrão de difração resultante tem uma distribuição espacial que depende fortemente do comprimento de onda, de modo que a rede de difração torna-se um poderoso elemento dispersivo, com inúmeras aplicações em espectroscopia.

Máximos principais de difração : Um feixe de frentes de onda plana que incide normalmente sobre a rede produzirá um intrincado padrão de franjas, cujos máximos principais de difração serão dados em função do ângulo θ de difração através da equação [1]:

$$m\lambda = d\sin\theta \quad (1),$$

onde m é a ordem de difração, d é a constante da rede – distância entre duas linhas consecutivas – e λ é o comprimento de onda da luz incidente.

Poder resolutivo: este parâmetro está associado à capacidade da rede de distinguir duas linhas cujos comprimentos de onda sejam muito próximos. Se $\Delta\lambda$ é o menor intervalo de

comprimentos de onda distinguível pela rede em torno do comprimento de onda λ , o poder resolutivo da rede é definido por [2,3]

$$P_R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \quad (2)$$

Dispersão recíproca: a dispersão recíproca é a capacidade de separar angularmente as linhas de difração de diferentes comprimentos de onda, sendo definida por [3]:

$$D_R = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\theta} \quad (3)$$

Na equação (3) acima, $\Delta\theta$ é o intervalo angular correspondente a um intervalo de comprimentos de onda $\Delta\lambda$.

PROCEDIMENTO:

Com laser He-Ne

- Posicionar a rede de difração de 600 linhas/mm no goniômetro;
- Posicionar o laser sobre os suportes de três pontas;
- Alinhar a rede de difração, de modo a garantir a incidência normal do feixe sobre ela;
- Observar, pela ocular do goniômetro, e com o auxílio do vidro despolido para facilitar a visualização, as ordens de difração do feixe do laser de He-Ne;
- Medir os ângulos de difração para as ordens 1, 2, -1 e -2;
- Através da equação (1), e sabendo-se que $\lambda = 632,8\text{nm}$, determinar a constante **d** da rede.

Com a lâmpada de Sódio

- Ligar a lâmpada de Sódio e incidir a luz sobre o goniômetro e a rede de difração;
- Identificar as duas linhas de emissão da lâmpada, medindo os respectivos ângulos de difração e determinando os seus comprimentos de onda pela eq. (1). Use a constante **d** determinada no item anterior;
- Compare os valores de λ obtidos com os conhecidos na literatura através do desvio percentual;
- Repita as operações acima com uma rede de 300 linhas/mm; comente o padrão de difração observado em função da ordem de difração utilizada. É possível distinguir-se as linhas da luz de Sódio em primeira ordem para esta rede?
- Faça uma estimativa do poder resolutivo de ambas as redes pela equação (2).

Com a lâmpada de Mercúrio

- Calcule os comprimentos de onda de emissão da luz da lâmpada de Mercúrio pela equação (1), e compare os resultados com os da literatura através do erro percentual;
- Usando linhas espectrais da luz azul e da luz violeta, obtenha a dispersão recíproca da rede para a primeira ordem:

$$D_R = \frac{\lambda_{azul} - \lambda_{viol}}{\theta_{azul} - \theta_{viol}} \quad (\theta \text{ em radianos!})$$

- Mostre, pela equação (1), que a dispersão recíproca pode ser dada por

$$D_R = \frac{d \cos \theta}{m}$$

- **Mostre teoricamente e verifique experimentalmente**, que, para a primeira ordem de difração e para pequenos ângulos, $D_R \cong d$

MEDIDAS OBTIDAS:

Laser de He-Ne

600 linhas / mm - $d_{teórico} = 1,667 \cdot 10^{-6}$ m					
Ordem	Ângulo de ref. $\theta_r(^{\circ} \prime)$	Ângulo Medido $\theta_m(^{\circ} \prime)$	$\theta = \theta_m - \theta_r $	d_{exp} (m)	E% médio
+1					
+2					
-1					
-2					

Tabela 1. Dados para a rede de 600 linhas/mm com laser de He-Ne.

300 linhas / mm - $d_{teórico} = 3,33 \times 10^{-6}$ m					
Ordem	Ângulo de ref. $\theta_r(^{\circ} \prime)$	Ângulo Medido $\theta_m(^{\circ} \prime)$	$\theta = \theta_m - \theta_r $	d_{exp} (m)	E% médio
+1					
+2					
-1					
-2					

Tabela 2. Dados para a rede de 300 linhas/mm com laser de He-Ne.

100 linhas / mm - $d_{\text{teórico}} = 10,0 \times 10^{-6}$ m					
Ordem	Ângulo de ref. $\theta_r(^{\circ})$	Ângulo Medido $\theta_m(^{\circ})$	$\theta = \theta_m - \theta_r $	d_{exp} (m)	E% _{médio}
+1					
+2					
-1					
-2					

Tabela 3. Dados para a rede de 100 linhas/mm com laser de He-Ne.

Lâmpada de Sódio

600 linhas/mm - $d_{\text{teórico}} = 1,667 \cdot 10^{-6}$ m				
Ordem	Ângulo de ref. $\theta_r(^{\circ})$	Ângulo Medido $\theta_m(^{\circ})$	$\theta = \theta_m - \theta_r $	λ_{exp} (nm)
+1				
+2 ₁				
+2 ₂				
-1				
-2 ₁				
-2 ₂				

Tabela 5. Dados para a rede de 600 linhas/mm e lâmpada de sódio.

600 linhas/mm		
Emissão	$\lambda_{\text{médio}}$ (nm)	E% (%)
Amarelo 1		
Amarelo 2		

Tabela 6. Valores de $\lambda_{\text{médio}}$ erro percentual para emissões da lâmpada de sódio.

300 linhas / mm - $d_{\text{teórico}} = 3,33 \times 10^{-6}$ m				
Ordem	Ângulo de ref. $\theta_r(^{\circ})$	Ângulo Medido $\theta_m(^{\circ})$	$\theta = \theta_m - \theta_r $	λ_{exp} (nm)
+1				
+2				
+3 ₁				
+3 ₂				
-1				
-2				
-3 ₁				
-3 ₂				

Tabela 7. Dados para a rede de 600 linhas/mm e lâmpada de sódio.

300 linhas / mm		
Emissão	$\lambda_{\text{médio}}$ (nm)	E% (%)
Amarelo 1		
Amarelo 2		

Tabela 8. Valores de $\lambda_{\text{médio}}$ erro percentual para emissões da lâmpada de sódio.

100 linhas / mm - $d_{\text{teórico}} = 10,0 \times 10^{-6}$ m				
Ordem	Ângulo de ref. $\theta_r(^{\circ})$	Ângulo Medido $\theta_m(^{\circ})$	$\theta = \theta_m - \theta_r $	λ_{exp} (nm)
+1				
+2				
+3				
+4				
+5				
+6				
+7				
+8				
-1				
-2				
-3				
-4				
-5				
-6				
-7				
-8				

Tabela 9. Dados para a rede de 100 linhas/mm e lâmpada de sódio.

Lâmpada de Mercúrio

600 linhas/mm			
Cor	$\lambda_{\text{médio}}$ (nm)	$\lambda_{\text{teórico}}$ (nm)	E% (%)
Violeta			
Azul			
Verde			
Amarelo 1			
Amarelo 2			
Vermelho			

Tabela 10. Comprimentos de onda e erro percentuais para a lâmpada de mercúrio

CÁLCULOS EFETUADOS:

Mostre os resultados dos cálculos efetuados, e comente estes resultados.

CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

Exemplo:

1 – G. R. Fowles, *Introduction to Modern Optics*, Dover Publications Inc., New York, 1975;

(para livros)

2 – I.L. Natal, D.C. Santos, E.A. Barbosa, “Comparação da Aceitação das Empadinhas com Azeitonas com e sem Carochos na Faixa Etária Entre 27 e 43 Anos”, *Opt. Lett.*, V6, N12 (2003) pp. 231;

(para artigos. No caso, a revista é a Optics Letters, volume 6, número 12, ano 2003, página 231)

3 – ver. p. exemplo, <http://www.ifsw.uni-stuttgart.de/english/profile/research.html>

(para sites na internet)