



OBJETIVO

Instalação e calibragem de um espectrômetro de prisma

RESUMO

Em um espectrômetro de prisma, a divisão da luz em suas cores espectrais na passagem por um prisma é utilizada para medir os espectros óticos. Para a medição dos comprimentos de onda, uma calibragem é necessária, pois esta dispersão angular não é linear. Na experiência, o espectro "conhecido" de uma lâmpada Hg é utilizado para calibragem e, em seguida, o espectro "desconhecido" de uma lâmpada Cd é medido.

TAREFAS

- Ajuste do espectrômetro de prisma e calibragem com as linhas espectrais de uma lâmpada Hg.
- Medição do ângulo mínimo de deflexão em $\lambda = 546,07 \text{ nm}$.
- Determinação do índice de refração do vidro Flint com $\lambda = 546,07 \text{ nm}$, bem como parâmetro Cauchy b e c do índice de refração dependente do comprimento de onda.
- Cálculo de uma curva de calibragem segundo a fórmula de dispersão de Hartmann.
- Medição de espectro de linhas desconhecido.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Goniômetro espectrômetro	U14416
1	Transformador de tensão p. lâmpada espectral (230 V, 50/60 Hz)	U21905-230 ou
	Transformador de tensão p. lâmpada espectral (115 V, 50/60 Hz)	U21905-115
1	Lâmpada espectrais Hg/Cd	U8476875
1	Lâmpada espectrais Hg 100	U8476870

FUNDAMENTOS GERAIS

Com um espectrômetro de prisma, são medidos espectros óticos, com a utilização da divisão da luz em suas cores espectrais na passagem pelo prisma. Esta dispersão é atribuída à dependência do índice de refração do vidro do prisma do comprimento de onda. Ela não é linear, portanto, uma calibragem é necessária, para poder medir comprimentos de onda com o espectrômetro de prisma.

No espectrômetro, a luz examinada incide através da fenda S sobre a objetiva O_1 , que, junto com a fenda, forma um colimador e gera um feixe de luz largo e paralelo (vide Fig. 1). Após dupla refração pelo prisma, o feixe sai paralelo e é unido no plano de foco da objetiva O_2 para uma imagem da fenda, observada pelo ocular OC. Para tanto, a luneta formada pela objetiva O_2 e pelo ocular OC é fixada em braço móvel, firmemente conectada ao nônio N.

A refração dupla da luz pelo prisma pode ser descrita pelos ângulos α_1 , α_2 , β_1 e β_2 (vide Fig. 2). Para um prisma equilátero, vale

$$(1) \quad \sin \alpha_1 = n(\lambda) \cdot \sin \beta_1(\lambda), \quad n(\lambda) \cdot \sin \beta_2(\lambda) = \sin \alpha_2(\lambda), \quad \beta_1(\lambda) + \beta_2(\lambda) = 60^\circ.$$

O ângulo de incidência α_1 pode ser alterado girando-se o prisma no feixe paralelo incidente. Os ângulos α_2 , β_1 e β_2 dependem do comprimento de onda λ , pois o índice de refração n é dependente do comprimento de onda.

A partir do ângulo de incidência α_1 e do ângulo de saída α_2 , obtém-se o ângulo de deflexão

$$(2) \quad \delta(\lambda) = \alpha_1 + \alpha_2(\lambda) - 60^\circ$$

entre colimador e luneta. Ele alcança um mínimo de δ_{\min} , quando o feixe transcorre simetricamente em relação ao prisma. Então, a dispersão angular $d\delta/d\lambda$ é exatamente máxima. Portanto, o espectrômetro de prisma é ajustado de forma que o percurso de feixe simétrico para um comprimento de

onda de referência λ_0 seja alcançado. Na experiência, é selecionada, para isto, a linha espectral verde ($\lambda_0 = 546,07 \text{ nm}$) de uma lâmpada espectral Hg. A partir do ângulo mínimo, é possível calcular o índice de refração do prisma com o comprimento de onda de referência. Pois, por causa da simetria, vale $\beta_1(\lambda_0) = \beta_2(\lambda_0) = 30^\circ$ e $\alpha_2(\lambda_0) = \alpha_1$ e, com isto

$$(3) \quad \sin \alpha_1 = n(\lambda_0) \cdot \frac{1}{2} \text{ com } \alpha_1 = \frac{\delta_{\min}}{2} + 30^\circ.$$

Pela dispersão, as outras linhas espectrais são, em relação a δ_{\min} , deslocadas por pequenos ângulos $\Delta\delta$. Elas são lidas com precisão de minutos com auxílio do nônio. Como a alteração Δn do índice de refração também é pequena sobre toda a faixa visível, basta observar exclusivamente os termos lineares das alterações. Daí, resulta das eq. 1 – 3 a relação a seguir entre comprimento de onda e deflexão:

$$(4) \quad \Delta\delta(\lambda) = \Delta\alpha_2(\lambda) = \frac{\Delta n(\lambda)}{\cos \alpha_1} = \frac{\Delta n(\lambda)}{\sqrt{1 - \frac{(n(\lambda_0))^2}{4}}}$$

Na faixa visível, o índice de refração n aumenta proporcionalmente ao aumento do comprimento de onda λ . Isto pode ser descrito pela equação de Cauchy na forma

$$(5) \quad n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4}.$$

A partir de (4) e (5) pode, em princípio, ser obtida uma descrição para uma curva de calibragem. Mais adequada, entretanto, é a fórmula de dispersão de Hartmann

$$(6) \quad \delta(\lambda) = \delta_H + \frac{K}{\lambda - \lambda_H}$$

com os parâmetros de adaptação δ_H , K e λ_H , mas que não tem importância especial física.

Por isto, na experiência, são utilizadas as linhas espectrais da lâmpada espectral Hg com utilização de (6) para a calibragem e, em seguida, são medidas as linhas de um espectro "desconhecido" (vide Tab. 1).

AVALIAÇÃO

Da eq. 3, deriva-se, o índice de refração $n(\lambda_0)$. Os parâmetros de Cauchy do índice de refração podem ser calculados na representação $\Delta n = n(\lambda) - n(\lambda_0) = f(1/\lambda^2)$ a partir de uma adaptação de parábola.

Tab. 1: Comprimentos de onda das linhas espectrais Cd

Denominação	Medição λ / nm	Valor da literatura λ / nm
azul (média)	466	466
azul (forte)	468	468
verde azulado (média)	479	480
verde escuro (forte)	509	509
verde escuro (fraco)	515	516
vermelho (forte)	649	644

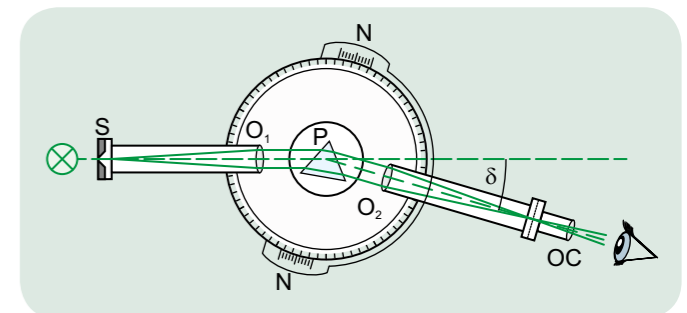


Fig. 1: Representação esquemática de um espectrômetro de prisma. S: fenda de entrada, O_1 : objetiva do colimador, P: prisma, O_2 : objetiva da luneta, OC: ocular da luneta, δ : deflexão

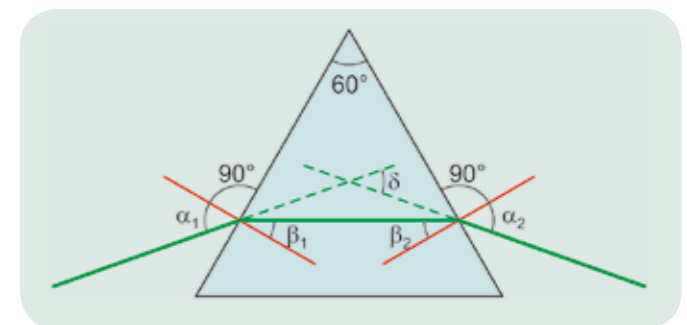


Fig. 2: Percurso do feixe no prisma

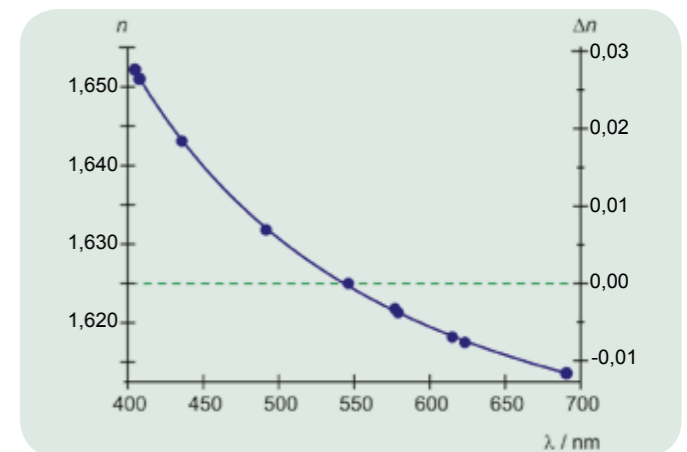


Fig. 3: Índice de refração dependente do comprimento de onda do prisma de vidro flint

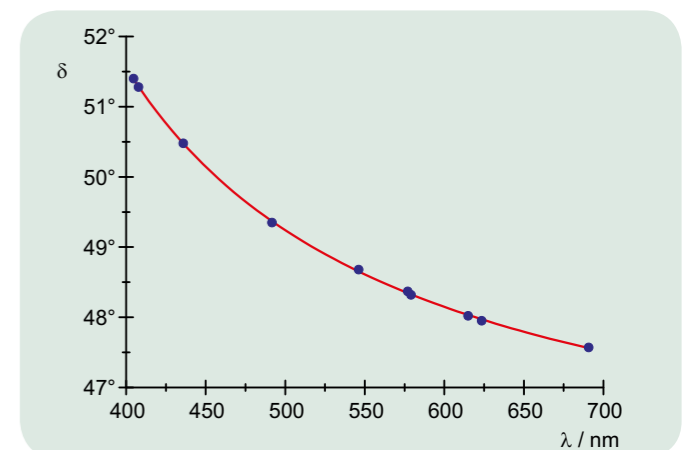


Fig. 4: Curva de calibragem do espectrômetro de prisma

Informações técnicas sobre os dispositivos, consulte 3bscientific.com

