

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE FÍSICA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA DO ESTADO SÓLIDO
FIS 124 - FÍSICA GERAL E EXPERIMENTAL IV / LABORATÓRIO
PROF.: *José Fernando*
Turma: Teórica/ Prática T: P: 13 Data: 28/08/2002
Equipe: *Adriano L. do Valle*



**MEDIDA DO ÍNDICE DE REFRAÇÃO DE UM PRISMA COM UM
ESPECTRÔMETRO**
(RELATÓRIO / EXPERIÊNCIA - 3)

I - OBJETIVO

“Determinar o índice de refração de um prisma de vidro pela medida do ângulo de desvio mínimo”.

II - INTRODUÇÃO

Neste experimento vamos efetuar algumas medidas relacionadas a fenômenos ópticos.

- Refração da luz
- Reflexão da luz
- Dispersão da luz branca

As grandezas físicas lidas diretamente no espectrômetro são:

- A posição “R” e a largura da fenda.
- Posição angular do feixe de raios refletidos
- Posição angular do feixe de raios refratados

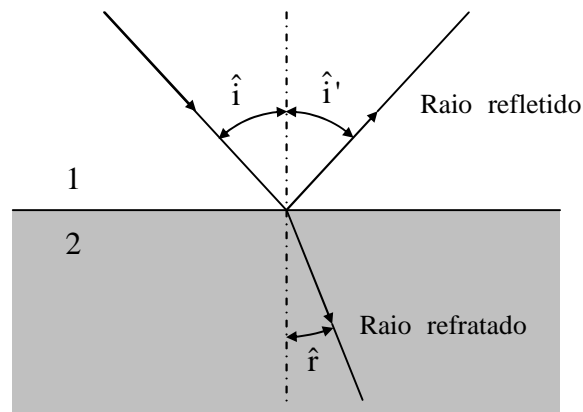
As grandezas físicas determinadas indiretamente são:

- O ângulo do prisma “ \hat{A} ”.
- O ângulo de desvio mínimo “ \hat{D} ”.
- O índice de refração do meio “ n_i ”.

III - PARTE TEÓRICA

RECORDAÇÃO SOBRE AS LEIS DE SNELL- DESCARTES:

Quando temos luz incidente sobre um dióptro plano:



- As direções de incidência, refração e reflexão estão todas sobre um mesmo plano, o qual é normal à superfície de separação do meio (1) e (2), e portanto, contem a normal N à superfície.
- O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

$$\hat{i} = \hat{i}'$$

- A razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração é constante:

$$\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}} = n_{21}$$

ÍNDICE DE REFRAÇÃO:

A constante n_{21} é chamada de índice de refração do meio (2) em relação ao meio (1). Seu valor é uma função do comprimento de onda da luz, λ , e das propriedades dos meios (1) e (2). Demonstra-se que n_{21} é igual à razão entre as velocidades de propagação da onda nesses meios.

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Se tomarmos o vácuo como meio de referência ou padrão, e designar por c a velocidade de propagação da luz nesse meio, o índice absoluto de refração da luz nesse meio é definido por:

$$n = \frac{c}{v} \text{ e vemos que: } n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

DESVIO MÍNIMO DE UM PRISMA

Suponhamos que um raio de luz monocromática incida sobre uma face do prisma de vidro, conforme o esquema, ele será duplamente refratado. O ângulo \hat{D} é o ângulo entre o raio incidente e o raio emergente do prisma.

$$\hat{D} = (\hat{i}_1 - \hat{r}_1) + (\hat{i}_2 - \hat{r}_2)$$

$$\hat{A} = \hat{r}_1 + \hat{r}_2 \Rightarrow \hat{D} = \hat{i}_1 + \hat{i}_2 - \hat{A}$$

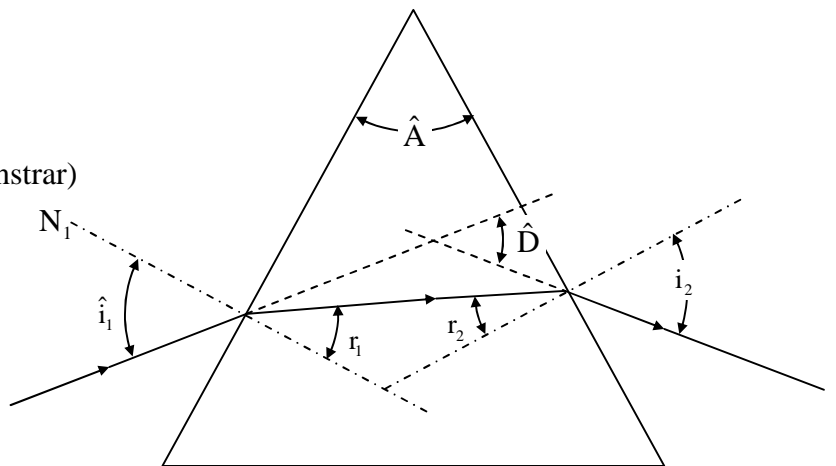
\hat{D} é mínimo quando:

$$\hat{i} = \hat{i}_1 = \hat{i}_2 \text{ (podemos demonstrar)}$$

$$\hat{r} = \hat{r}_1 = \hat{r}_2 = \frac{\hat{A}}{2}$$

$$\hat{D}_m = 2\hat{i} - \hat{A}$$

$$n_{21} = \frac{\text{sen} \left[\frac{\hat{D}_m - \hat{A}}{2} \right]}{\text{sen} \left[\frac{\hat{A}}{2} \right]}$$



DISPERSÃO

O índice de refração n_{21} e o desvio \hat{D} são funções do comprimento de onda λ .

$$\hat{D} = \hat{D}(i, \lambda)$$

e o desvio mínimo varia com a cor da luz, logo:

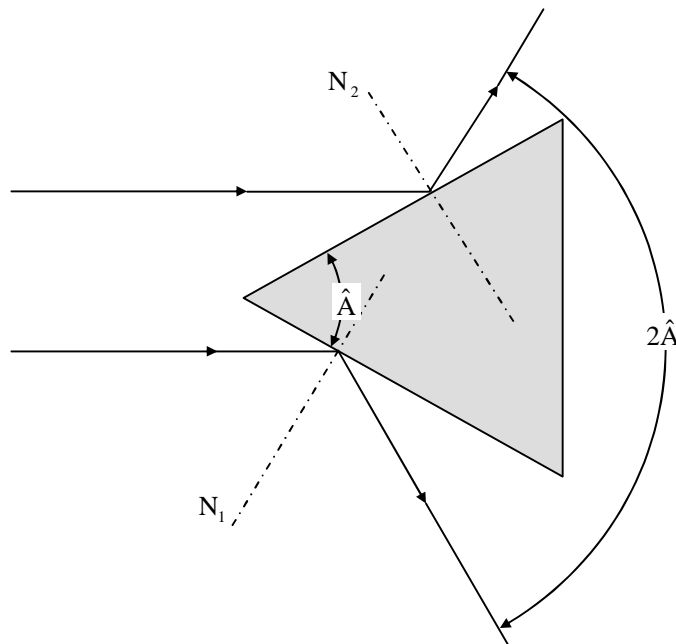
$$\hat{D}_m = \hat{D}_m(\lambda)$$

Neste experimento vamos determinar a curva de dispersão $n_{21}(l)$ de um vidro tipo FLINT.

TEORIA DA MEDIDA

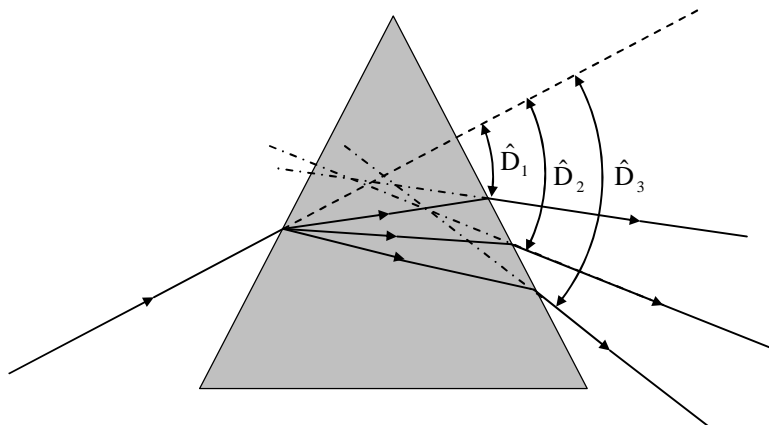
Determinação de \hat{A} :

Incidimos um feixe de luz paralelo sobre o diedro do prisma que queremos medir e medimos o ângulo $2\hat{A}$ (pode-se demonstrar)



Medida do ângulo de desvio mínimo:

O prisma é colocado sobre uma plataforma circular que pode ser girada, é iluminado por um feixe de luz paralela, como mostra a figura.



Para conseguirmos o ângulo de desvio mínimo, o prisma deve ser girado de modo a diminuir este ângulo.

IV. PARTE EXPERIMENTAL

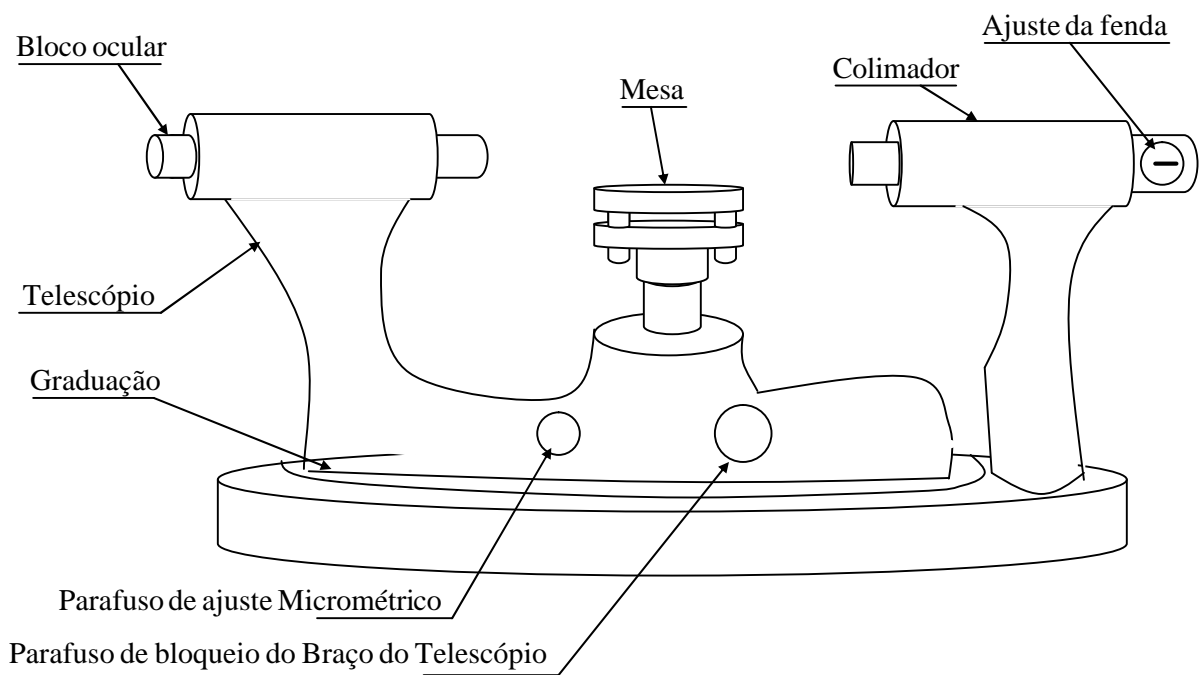
EQUIPAMENTO:

Lista de material:

- Espectrômetro
- Prisma de vidro tipo FLINT
- Tubo de gás com fonte de alimentação

Espectrômetro:

Aparelho de medidas ópticas



MEDIDAS

Medida do ângulo \hat{A} do prisma:

Regulamos a lente do bloco ocular para focalizar a imagem do retículo.

Colocamos o prisma na mesa do espectrômetro, de maneira tal que o ângulo \hat{A} ficou em frente do colimador.

Iluminamos a fenda F do colimador com a luz da lâmpada.

Localizamos, com o telescópio, as imagens da fenda refletida pelo prisma

Anotamos os ângulos \hat{T} e \hat{T}'

$$\hat{T} = 125^\circ 35'$$

$$\hat{T}' = 245^\circ 41'$$

Cálculo de \hat{A}

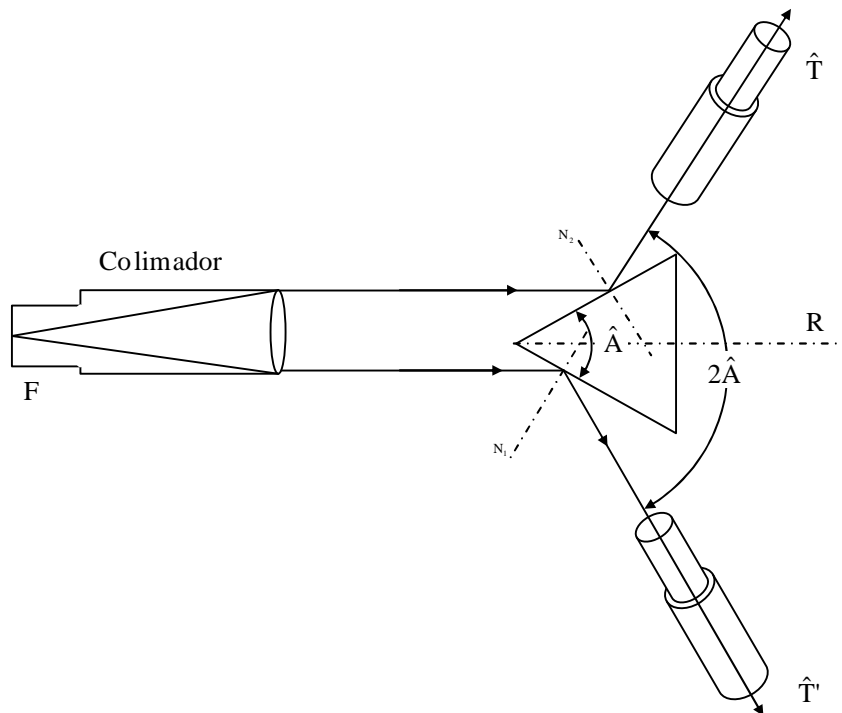
$$\hat{A} = \frac{|\hat{T} - \hat{T}'|}{2} = \frac{|125^\circ 35' - 245^\circ 41'|}{2} = \frac{120^\circ 06'}{2} = 60^\circ 03'$$

$$\Delta\hat{A} = \left| \frac{\partial\hat{A}}{\partial\hat{T}} \right| \cdot \Delta\hat{T} + \left| \frac{\partial\hat{A}}{\partial\hat{T}'} \right| \cdot \Delta\hat{T}' = \frac{1}{2} \cdot \Delta\hat{T} + \frac{1}{2} \cdot \Delta\hat{T}' = 0^\circ 1'$$

$$\hat{A} = 60^\circ 03' \pm 1'$$

Ou

$$\hat{A} = (60,05 \pm 0,02)^\circ \text{ ou } \hat{A} = (1,04881 \pm 0,0003)\text{rad}$$



Medida do ângulo de desvio mínimo e dispersão do prisma:

Colocamos o prisma sobre a mesa do espectrômetro, conforme a figura abaixo.

Iluminamos a fenda F do colimador com a lâmpada.

Os raios paralelos que saem do colimador incidem sobre o prisma e saem na direção T onde foi colocado o telescópio.

Encontramos a imagem da fenda (várias imagens de cores diferentes)

Ajustamos a posição do telescópio de modo a termos a linha do retículo sobre a primeira imagem, a partir da direita. Então giramos lentamente a mesa do espectrômetro com o prisma, na direção tal que diminui o ângulo de desvio \hat{D} (na direção de R).

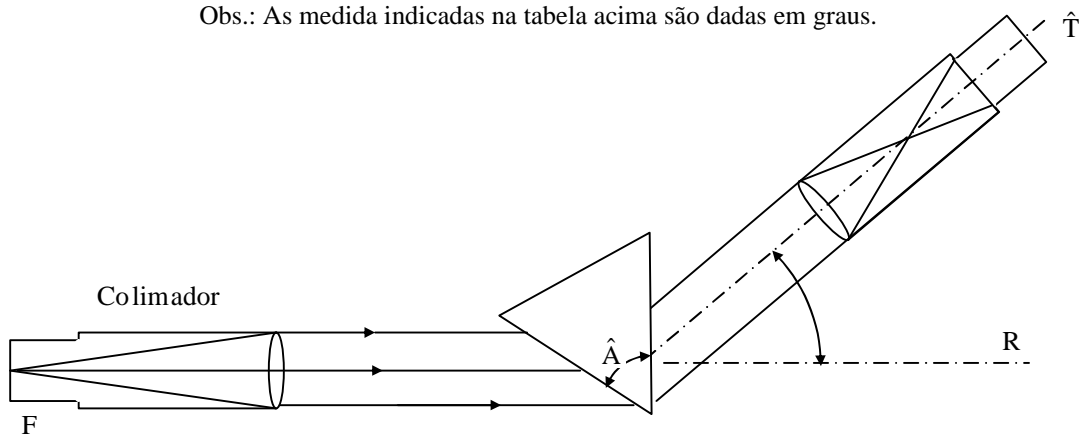
Tornamos a ajustar a posição do telescópio de modo a termos a linha do retículo sobre a primeira imagem, a segunda e assim sucessivamente, anotando os ângulos definidos pela posição T do telescópio.

O valor do desvio mínimo será dado por $\hat{D} = |\hat{R} - \hat{T}|$

e $\Delta T = 1$ minuto ou $\Delta R = 0,02^\circ$

CORES	T	λ ($\times 10^{-8}$)cm
roxo(1)	232,25	4050
roxo(2)	232,15	4080
azul-roxo	231,43	4360
verde azulado	230,35	490
verde azulado	230,27	5461
amarelo (1)	229,67	5770
amarelo (2)	229,30	5790

Obs.: As medida indicadas na tabela acima são dadas em graus.



Medida de R e da largura da fenda

Anotamos a posição R

$\Delta R = 1$ minuto ou $\Delta R = 0,02^\circ$

$\hat{R} = 180^\circ 54' \pm 1'$ ou $\hat{R} = (180,09 \pm 0,02)^\circ$ ou $R = (3,1432 \pm 0,0006)$ rad

Largura da fenda $L = |180^\circ 53' - 180^\circ 55'| = 02' = 0,0006$ rad

TRABALHO COMPLEMENTAR

Medida do índice de refração "n"

$$\hat{A} = (60,05 \pm 0,02)^\circ \text{ ou } \hat{A} = (1,04881 \pm 0,0003)\text{rad}$$

$$\hat{R} = 180^\circ 54' \pm 1' \text{ ou } \hat{R} = (180,09 \pm 0,02)^\circ \text{ ou } R = (3,1432 \pm 0,0006) \text{ rad}$$

$$\Delta T = \frac{L}{2} = \frac{2'}{2} = 1' = 0,0003 \text{ rad}$$

$$\hat{D} = |\hat{R} - \hat{T}|$$

$$\Delta D_m = \left| \frac{\partial D_m}{\partial R} \right| \cdot \Delta R + \left| \frac{\partial D_m}{\partial T} \right| \cdot \Delta T = 1 \cdot \Delta R + 1 \cdot \Delta T = 1' + 1' = 2' = 0,0006 \text{ rad}$$

$$n_{21} = \frac{\text{sen} \left[\frac{\hat{D}_m + \hat{A}}{2} \right]}{\text{sen} \left[\frac{\hat{A}}{2} \right]}$$

$$\Delta n = \left| \frac{\partial n}{\partial D_m} \right| \cdot \Delta D_m + \left| \frac{\partial n}{\partial A} \right| \cdot \Delta A$$

$$\Delta n = \left| \frac{1}{\text{sen}(A/2)} \cdot \frac{1}{2} \cdot \cos \left[\frac{\hat{D}_m + \hat{A}}{2} \right] \right| \cdot \Delta D_m + \left| \frac{1 \text{ sen}(-D_m/2)}{2 \text{ sen}^2(A/2)} \right| \cdot \Delta A$$

CORES	T(°)	R(°)	D _m (°)	D _m (rad)	DD _m (rad)	l (x10 ⁻⁸) cm	n	Dn
roxo(1)	232,25	180,90	51,35	0,8962	0,006	4050	1,6509	0,0005
roxo(2)	232,15	180,90	51,25	0,8945	0,006	4080	1,6500	0,0005
azul-roxo	231,43	180,90	50,53	0,8819	0,006	4360	1,6428	0,0005
verde azulado	230,35	180,90	49,45	0,8631	0,006	4920	1,6320	0,0005
verde	230,27	180,90	49,37	0,8617	0,006	5461	1,6312	0,0005
amarelo (1)	229,67	180,90	48,77	0,8512	0,006	5770	1,6252	0,0005
amarelo (2)	229,30	180,90	48,40	0,8447	0,006	5790	1,6214	0,0005

De acordo com os Índices de refração encontrados, o nosso prisma é do tipo **Flint Médio**.

Comentários:

- Observando o gráfico do índice de refração em função do comprimento de onda, concluímos que a relação é inversamente proporcional. O que era esperado.
- A utilidade do gráfico do comprimento de onda em função do desvio mínimo é observar que o desvio mínimo varia de acordo com a cor da luz.
- A precisão com que se determina o índice de refração do prisma está indicada na tabela acima. As fontes de erro são: O desvio mínimo ($D_m = T - R$);

$$\text{O ângulo do prisma } \hat{A} = \frac{|T - R|}{2}$$

Conclusão:

Conseguimos neste experimento calcular o índice de refração do prisma para algumas cores com grande precisão. Observamos que o índice de refração está relacionado com o tipo de vidro utilizado e com a cor da luz refratada. Em suma, conseguimos atingir o objetivo esperado, que era determinar o índice de refração com grande, muito grande, porque não dizer uma ótima precisão. Esperamos desta vez tirar um dez, muito obrigado e passe bem.