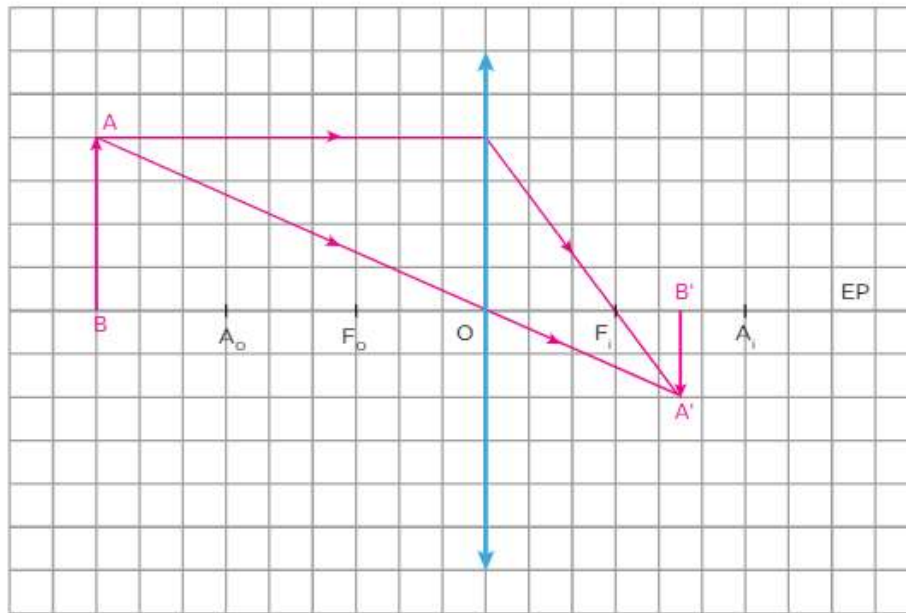
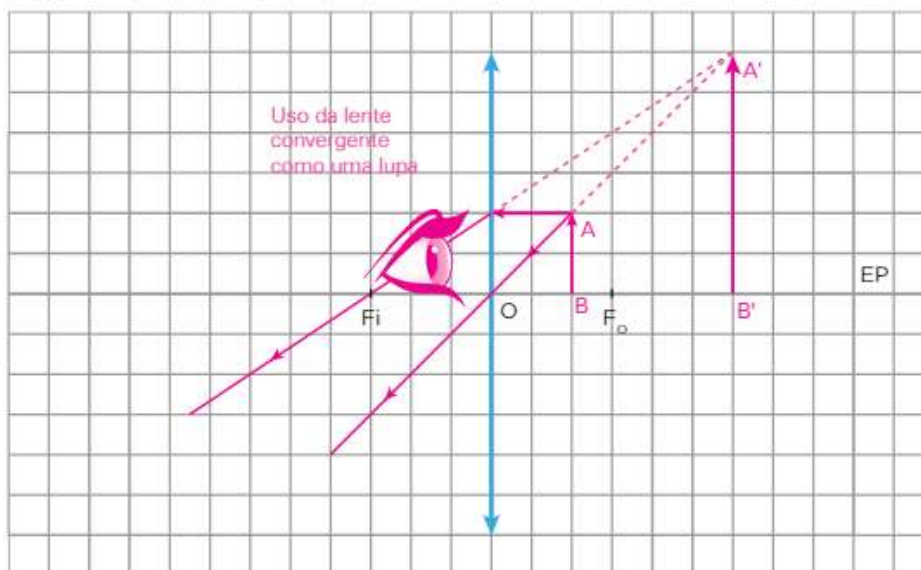


- 1** Um objeto linear AB, com 20 cm de comprimento, é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 45 cm de uma lente delgada convergente, cuja distância focal é 15 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pela lente, completando a tabela com suas características. Adote a escala de 5 cm para o lado do quadriculado.



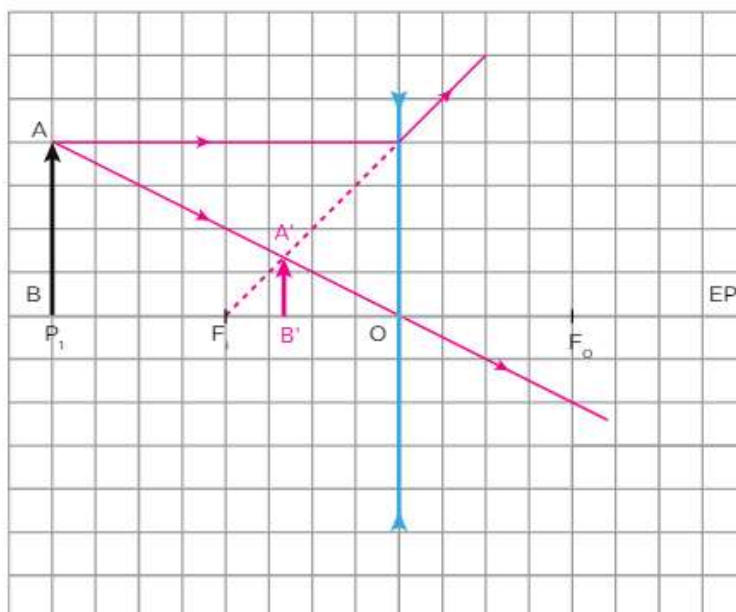
Natureza da imagem	Real
Localização	Entre F_i e A_i
Tamanho da imagem	10 cm
Orientação em relação ao objeto	Invertida

- 2** Um objeto linear AB com 10 cm de comprimento é disposto perpendicularmente ao eixo principal e a 10 cm de uma lente delgada convergente cuja distância focal é 15 cm. Represente, no esquema a seguir, a imagem conjugada pela lente, completando a tabela com suas características.

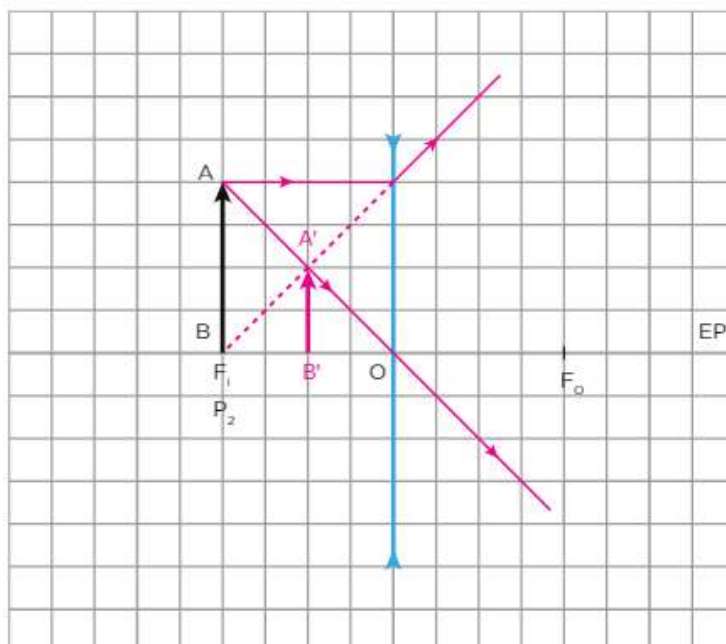


Natureza da imagem	Virtual
Distância da imagem à lente	30 cm
Tamanho da imagem	30 cm
Orientação em relação ao objeto	Direita

- 3** Um objeto real AB é disposto diante de uma mesma lente delgada divergente em duas posições, representadas nos esquemas a seguir por P_1 e P_2 . Em ambos os casos, determine graficamente as características da imagem conjugada pela lente e complete as lacunas com as características da imagem correspondente.

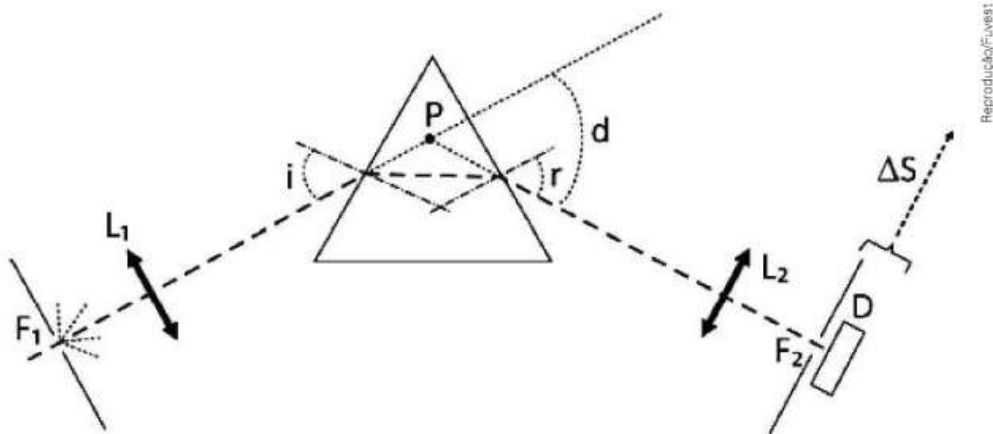


Natureza	Virtual
Localização	Entre F_1 e a lente
Tamanho em relação ao objeto	Menor
Orientação em relação ao objeto	Direita



Natureza	Virtual
Localização	Entre F_1 e a lente
Tamanho em relação ao objeto	Menor
Orientação em relação ao objeto	Direita

- 4 (Fuvest-SP) Um espectrômetro óptico, representado na figura, utiliza um prisma como elemento de dispersão da luz de diferentes comprimentos de onda.

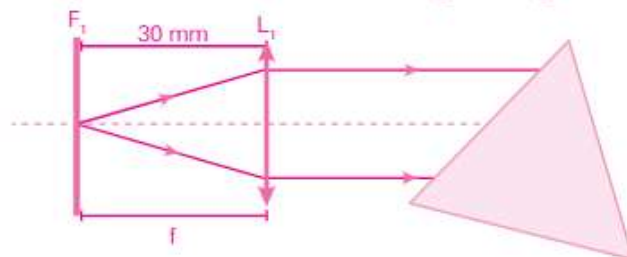


O espectrômetro possui uma fenda de entrada de luz, F_1 , uma lente convergente, L_1 , um prisma de vidro com ângulos internos de 60° e uma segunda lente convergente, L_2 , que permite a focalização do comprimento de onda da luz refratada pelo prisma em uma fenda, F_2 , imediatamente à frente do detector D. Cada comprimento de onda é focalizado em posições laterais diferentes no plano focal de L_2 .

Note e adote:

- $\sin 30^\circ = 0,50$; $\sin 40^\circ = 0,65$; $\sin 50^\circ = 0,77$; $\sin 60^\circ = 0,87$.
- Para ângulos pequenos ($\theta < 15^\circ$), utilizar a aproximação trigonométrica $\sin \theta \approx \text{tg } \theta \approx \frac{\theta}{60}$, para θ em graus.
- $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
- Índice de refração do ar: $n_{\text{ar}} = 1$
- A abertura de ambas as fendas é cerca de 10 vezes os comprimentos de onda envolvidos.

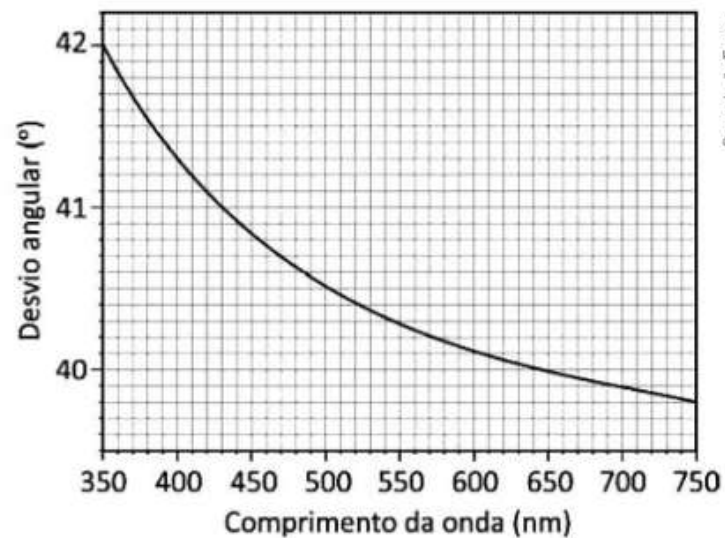
- a) Determine a distância focal, f , da lente L_1 , posicionada a 30 mm da fenda F_1 , para que um feixe de luz branca, difratado pela fenda F_1 , incida no prisma com os seus raios paralelos entre si. Como a lente L_1 é convergente, para que os raios provenientes da fenda F_1 atinjam a lente e incidam no prisma paralelos entre si, a fenda deve estar posicionada no foco da lente. A figura a seguir ilustra essa situação.



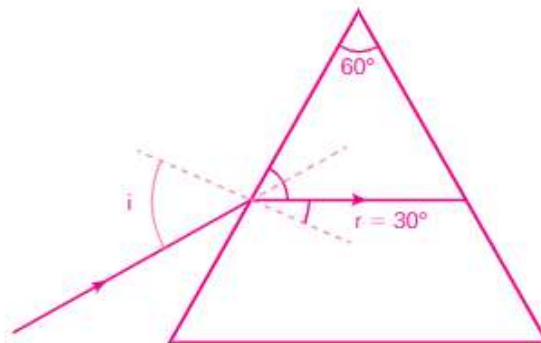
Dessa maneira, a distância focal da lente deve ser: $f = 30 \text{ mm}$

- b) O espectrômetro foi construído impondo-se que um raio de luz violeta ($\lambda_{\text{violeta}} = 400 \text{ nm}$) se propague no interior do prisma ($n = 1,53$ para a luz violeta), paralelamente à sua face inferior. Nesta condição, determine o valor do ângulo de incidência, i , da luz branca em relação à normal à superfície do prisma.

Para esse espectrômetro, o gráfico abaixo apresenta o desvio angular, d , entre o feixe incidente e o feixe emergente do prisma, em função do comprimento de onda da luz refratada.



Para determinar o ângulo de incidência i , pode-se utilizar a lei de Snell-Descartes. Para tanto, deve-se lembrar que, como o raio emerge dentro do prisma com direção paralela à base, o ângulo de refração é de 30° , como ilustrado na figura a seguir.



Assim:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{prisma}}}{n_{\text{ar}}} \Rightarrow \frac{\text{sen } i}{\text{sen } 30^\circ} = \frac{1,53}{1} \Rightarrow \text{sen } i = 0,77$$

De acordo com as instruções da banca no quadro "Note e adote", $\text{sen } 50^\circ = 0,77$. Portanto, $i = 50^\circ$.

- c) Determine a diferença no desvio angular, Δd , entre os feixes de luz violeta ($\lambda_{\text{violeta}} = 400 \text{ nm}$) e vermelha ($\lambda_{\text{vermelha}} = 700 \text{ nm}$) refratados pelo prisma.

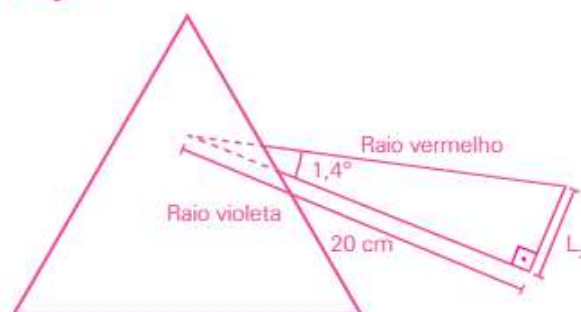
De acordo com o gráfico apresentado, podem-se identificar os desvios para a luz violeta ($\lambda_{\text{violeta}} = 400 \text{ nm}$) e para a luz vermelha ($\lambda_{\text{vermelha}} = 700 \text{ nm}$).

Dessa maneira, a diferença no desvio angular Δd é dada por:

$$\Delta d = 41,3^\circ - 39,9^\circ \Rightarrow \Delta d = 1,4^\circ$$

- d) Considere que a distância da lente L_2 ao ponto P seja 20 cm. Determine o deslocamento lateral, ΔS , em relação à posição de medida para o raio violeta, do conjunto F_2 e D, para que o feixe de luz vermelha seja detectado.

Inicialmente, pode-se determinar o deslocamento lateral x em relação aos raios vermelho e violeta, antes da lente L_2 , como ilustrado no esquema a seguir:



Como o ângulo é pequeno, podem-se fazer as considerações indicadas no quadro "Note e adote":

$$\operatorname{tg} 1,4^\circ = \frac{1,4^\circ}{60} \Rightarrow \frac{1,4^\circ}{60} = \frac{\Delta S}{20} \therefore \Delta S = 0,47 \text{ m}$$

Considerando-se que a distância entre a lente L_2 e o conjunto F_2 -D seja desprezível, é possível concluir que o deslocamento ΔS é praticamente igual a x . Dessa maneira, tem-se:

$$\Delta S = 0,47 \text{ cm}$$