P.285 Como $n = \frac{c}{v}$, temos: $n = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} \Rightarrow \boxed{n = 1{,}5}$

P.286 De $n = \frac{c}{v}$, vem: $2 = \frac{3 \cdot 10^8}{v} \Rightarrow \boxed{v = 1{,}5 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

P.287 A velocidade da luz na placa de vidro corresponde a 75% da velocidade da luz no vácuo. Logo:

$v = 75\%\ c \Rightarrow v = 0{,}75 \cdot 300.000 \Rightarrow \boxed{v = 225.000 \text{ km/s}}$

Da definição de índice de refração absoluto, vem:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n = \frac{c}{0{,}75c} \Rightarrow n = \frac{1}{0{,}75} \Rightarrow \boxed{n = \frac{4}{3} \simeq 1{,}33}$$

P.288 Aplicando a lei de Snell-Descartes:

$n_{ar} \cdot \text{sen } i = n_{líq.} \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot \text{sen } 60° = n_{líq.} \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow$

$$\Rightarrow 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_{líq.} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{n_{líq.} = \sqrt{3}}$$

P.289 Aplicando a lei de Snell-Descartes:

$n \cdot \text{sen } i = n_{líq.} \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot \text{sen } 45° = n_{líq.} \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow$

$$\Rightarrow 1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = n_{líq.} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{n_{líq.} = \sqrt{2}}$$

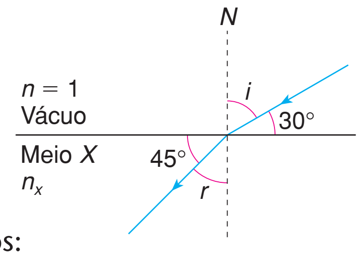
Da definição de índice de refração absoluto, vem:

$$n_{líq.} = \frac{c}{v} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{3 \cdot 10^8}{v} \Rightarrow \boxed{v = 1{,}5\sqrt{2} \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

P.290 Sendo $i = 60°$ e $r = 45°$, vem:

$n \cdot \text{sen } i = n_x \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot \text{sen } 60° = n_x \cdot \text{sen } 45° \Rightarrow$

$$\Rightarrow 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_x \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \boxed{n_x = \frac{\sqrt{6}}{2}}$$



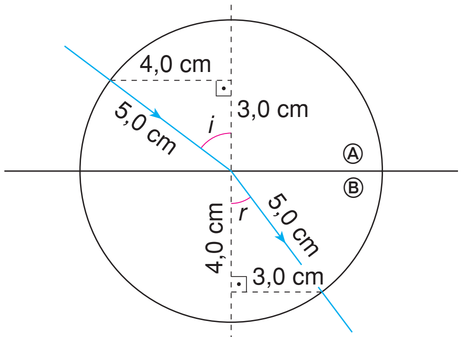
Pela definição de índice de refração absoluto, obtemos:

$$n_x = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{\sqrt{6}}{2} = \frac{3 \cdot 10^8}{v} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{6} \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

P.291 Aplicando a lei de Snell-Descartes:

$n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r$

$$n_A \cdot \frac{4{,}0}{5{,}0} = n_B \cdot \frac{3{,}0}{5{,}0} \Rightarrow \boxed{\frac{n_B}{n_A} = \frac{4{,}0}{3{,}0}}$$



P.292 Sendo o meio *B* mais refringente do que o meio *A*, o raio refratado deve se aproximar da normal. Dos raios apresentados o que melhor representa o raio refratado é o (1).

P.293 a)

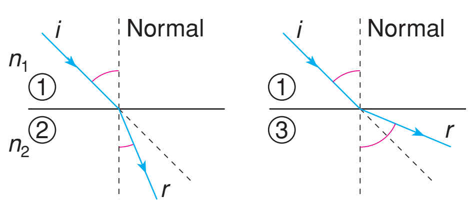
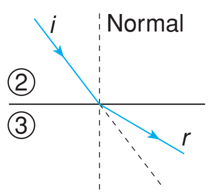


Figura a Figura b

Da figura a, resulta: $n_2 > n_1$; da figura b, vem: $n_1 > n_3$

Portanto: $n_2 > n_1 > n_3$

Entre os meios 2 e 3, concluímos que o meio 2 é o mais refringente. Assim, temos:



b) Dos três meios, é o meio 3 que tem o menor dos índices de refração. Logo, o meio 3 é o vácuo.

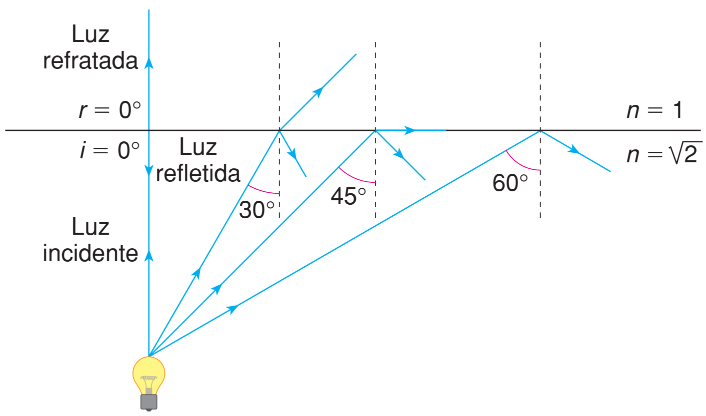
P.294 De $\text{sen } L = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$, vem: $\text{sen } 45° = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \boxed{n_{12} = \frac{\sqrt{2}}{2}}$

Mas: $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_{21} = \frac{1}{n_{12}} \Rightarrow \boxed{n_{21} = \sqrt{2}}$

P.295 Como $\text{sen } L = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$, temos: $\text{sen } L = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \text{sen } L = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \boxed{L = 45°}$

a) $i = 30° < L = 45° \Rightarrow$ ocorre **refração**

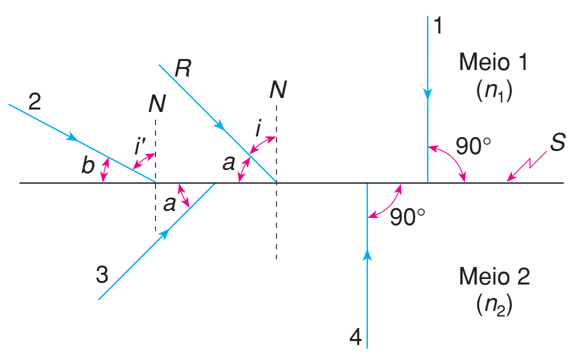
b) $i = 60° > L = 45° \Rightarrow$ ocorre **reflexão total**



Observação: Simultaneamente com a refração ocorre reflexão da luz. Para $i = 0°$, e $r = 0°$, a porcentagem de luz refletida é bem menor do que a porcentagem de luz refratada. À medida que aumenta o ângulo de incidência, aumenta a porcentagem de luz refletida. Ao ocorrer reflexão total, nenhuma parcela de luz se refrata.

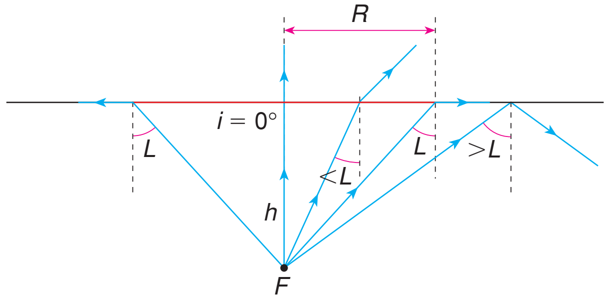
P.296 a) Se o raio R sofre reflexão total, resulta que o ângulo i (dado por $i = 90° - a$) é maior do que o ângulo limite L ($i > L$).

Sendo $b < a$, vem: $i' > i$. Logo: $i' > L$. Assim, concluímos que o **raio 2** também sofre **reflexão total**.

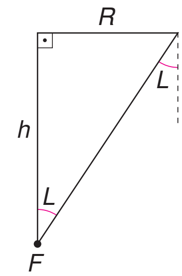


b) Para haver reflexão total, a luz deve se propagar no sentido do meio mais refringente para o meio menos refringente. Portanto: $\boxed{n_1 > n_2}$

P.297 A luz emerge através de uma região circular, em cujas bordas os raios incidem pelo ângulo limite. Um disco opaco de raio mínimo igual a R, colocado nessa região circular, impede a emergência da luz para o ar.



A partir do triângulo destacado ao lado, temos:



$\text{tg } L = \dfrac{R}{h} \Rightarrow \text{tg } 45° = \dfrac{R}{40}$

Como tg 45° = 1, vem:

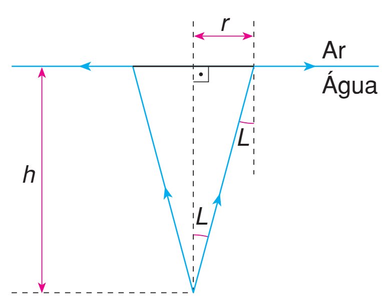
$1 = \dfrac{R}{40} \Rightarrow R = 40 \text{ cm}$

Diâmetro: $\boxed{D = 2R = 80 \text{ cm}}$

P.298 A mancha dentro da água pode ser considerada uma fonte pontual.

Dados: $n_{ar} = 1;\ n_{água} = \dfrac{4}{3}$

$\text{sen } L = \dfrac{n_{ar}}{n_{água}} = \dfrac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow \text{sen } L = \dfrac{3}{4}$



Pela equação fundamental da trigonometria, vem:

$\cos L = \sqrt{1 - \text{sen}^2 L} = \sqrt{1 - \dfrac{9}{16}} = \sqrt{\dfrac{7}{16}} \Rightarrow \cos L = \dfrac{\sqrt{7}}{4}$

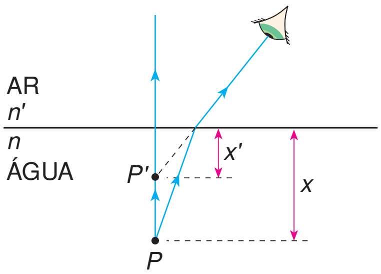
$\text{tg } L = \dfrac{\text{sen } L}{\cos L} = \dfrac{\frac{3}{4}}{\frac{\sqrt{7}}{4}} = \dfrac{3}{\sqrt{7}} \Rightarrow \text{tg } L = \dfrac{3\sqrt{7}}{7}$

Na figura: $\text{tg } L = \dfrac{r}{h} \Rightarrow \dfrac{3\sqrt{7}}{7} = \dfrac{r}{h} \Rightarrow \boxed{r = \dfrac{3\sqrt{7}}{7} h}$

P.299 Dados: $n = \frac{4}{3}$; $n' = 1$; $x = 24$ cm

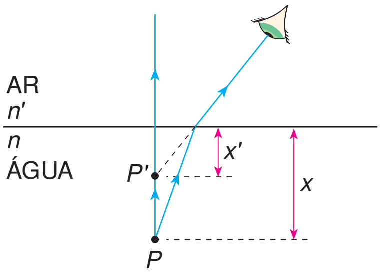
Da equação do dioptro plano, obtemos:

$$\frac{x}{x'} = \frac{n}{n'} \Rightarrow \frac{24}{x'} = \frac{\frac{4}{3}}{1} \Rightarrow \boxed{x' = 18 \text{ cm}}$$



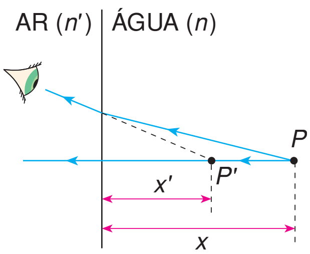
P.300 Dados: $n = \frac{4}{3}$; $n' = 1$; $x' = 30$ cm

$$\frac{x}{x'} = \frac{n}{n'} \Rightarrow \frac{x}{30} = \frac{\frac{4}{3}}{1} \Rightarrow \boxed{x = 40 \text{ cm}}$$



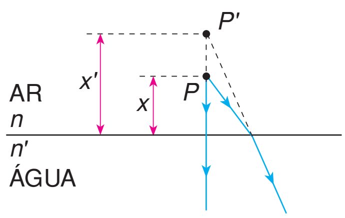
P.301 Dados: $n = 1$; $n' = \frac{4}{3}$; $x = 1.500$ m

$$\frac{x}{x'} = \frac{n}{n'} \Rightarrow \frac{1.500}{x'} = \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow \boxed{x' = 2.000 \text{ m}}$$

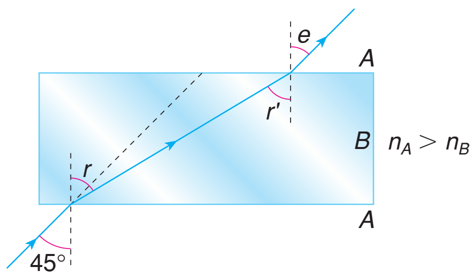


P.302 Dados: $n = \frac{4}{3}$; $n' = 1$; $x = 2,0$ m

$$\frac{x}{x'} = \frac{n}{n'} \Rightarrow \frac{2,0}{x'} = \frac{\frac{4}{3}}{1} \Rightarrow \boxed{x' = 1,5 \text{ m}}$$



P.303 a)



b) Aplicando a lei de Snell-Descartes à primeira refração, obtemos:

$n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r \Rightarrow \sqrt{3} \cdot \text{sen } 45° = \sqrt{2} \cdot \text{sen } r \Rightarrow$

$\Rightarrow \sqrt{3} \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \text{sen } r \Rightarrow \text{sen } r = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \boxed{r = 60°}$

c) Aplicando a lei de Snell-Descartes à segunda refração, obtemos:

$n_B \cdot \text{sen } r' = n_A \cdot \text{sen } e \Rightarrow \sqrt{2} \cdot \text{sen } 60° = \sqrt{3} \cdot \text{sen } e \Rightarrow$

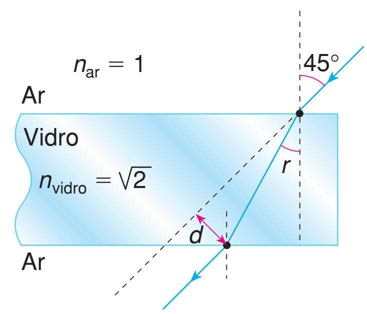
$\Rightarrow \sqrt{2} \cdot \dfrac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot \text{sen } e \Rightarrow \text{sen } e = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \boxed{e = 45°}$

P.304 Aplicando-se a lei de Snell-Descartes à primeira refração, vem:

$n_{ar} \cdot \text{sen } i = n_{vidro} \cdot \text{sen } r \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 \cdot \text{sen } 45° = \sqrt{2} \cdot \text{sen } r \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 \cdot \dfrac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \text{sen } r \Rightarrow \text{sen } r = \dfrac{1}{2} \Rightarrow r = 30°$



Do exercício **R.93**, temos:

$d = e \cdot \dfrac{\text{sen } (i - r)}{\cos r} \Rightarrow d = 2 \cdot \dfrac{\text{sen } (45° - 30°)}{\cos 30°} \Rightarrow$

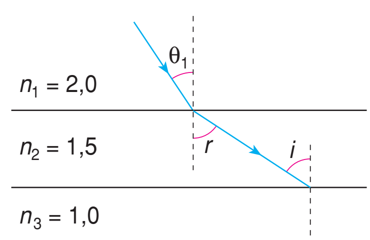
$\Rightarrow d = 2 \cdot \dfrac{\text{sen } 15°}{\cos 30°} \Rightarrow d = 2 \cdot \dfrac{0{,}25}{\dfrac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \boxed{d = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \text{ cm}}$

P.305 O menor valor de θ_1 corresponde ao ângulo i igual a L.

$\text{sen } L = \dfrac{n_{menor}}{n_{maior}} = \dfrac{n_3}{n_2}$

$\text{sen } L = \dfrac{1{,}0}{1{,}5}$

Mas: $r = i = L$; logo: $\text{sen } r = \dfrac{1{,}0}{1{,}5}$



Lei de Snell-Descartes (primeira face):

$n_1 \cdot \text{sen } \theta_1 = n_2 \cdot \text{sen } r$

$2{,}0 \cdot \text{sen } \theta_1 = 1{,}5 \cdot \dfrac{1{,}0}{1{,}5}$

$\text{sen } \theta_1 = \dfrac{1{,}0}{2{,}0}$

$\boxed{\theta_1 = 30°}$

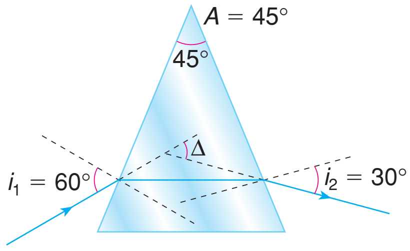
A partir de $\theta_1 = 30°$, o raio de luz sofre reflexão total na interface com o ar.

P.306 Aplicando a fórmula do desvio, obtemos:

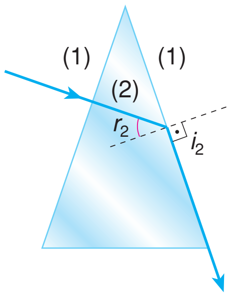
$\Delta = i_1 + i_2 - A$

$\Delta = 60° + 30° - 45°$

$\boxed{\Delta = 45°}$



P.307



Temos: $n_1 = 1$ (ar); $n_2 = \sqrt{2}$; $i_1 = 0°$; $r_1 = 0°$; $i_2 = 90°$

Na segunda face: $n_2 \cdot \text{sen } r_2 = n_1 \cdot \text{sen } i_2$

Sendo $\text{sen } i_2 = \text{sen } 90° = 1$, vem:

$$\sqrt{2} \cdot \text{sen } r_2 = 1 \cdot 1 \Rightarrow \text{sen } r_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \text{sen } r_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow r_2 = 45°$$

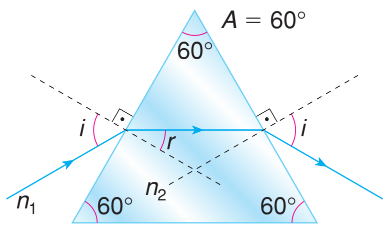
Como $A = r_1 + r_2$, vem: $A = r_2$

Portanto: $\boxed{A = 45°}$

P.308 a) Na situação de desvio mínimo, os ângulos de incidência (i_1) e de emergência (i_2) são iguais: $i_1 = i_2 = i$

Pela fórmula do desvio mínimo (δ), temos:

$\delta = 2i - A \Rightarrow 30° = 2i - 60° \Rightarrow \boxed{i = 45°}$



b) $A = 2r \Rightarrow 60° = 2r \Rightarrow \boxed{r = 30°}$

c) Da lei de Snell-Descartes, vem:

$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot \text{sen } 45° = n_2 \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow$

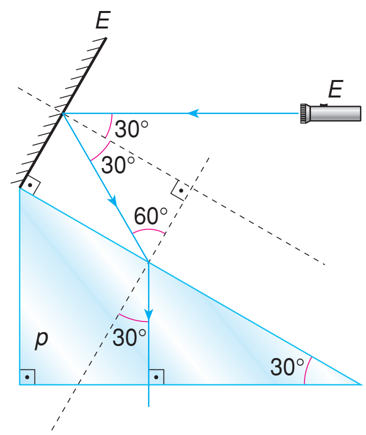
$$\Rightarrow 1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = n_2 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{n_2 = \sqrt{2}}$$

P.309 Aplicando a lei de Snell-Descartes à interface ar-vidro, obtemos:

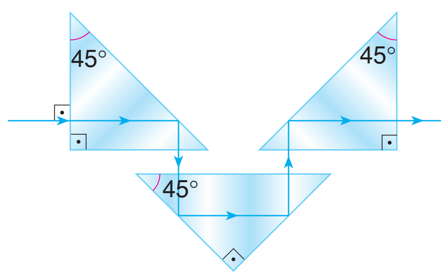
$n_{ar} \cdot \text{sen } 60° = n_p \cdot \text{sen } 30°$

$1{,}0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_p \cdot \frac{1}{2}$

$\boxed{n_p = \sqrt{3}}$



P.310 Sendo os prismas de reflexão total, temos o seguinte trajeto para a luz:



P.311 a) Aplicando a lei de Snell-Descartes à interface prisma-ar, obtemos:

$n \cdot \text{sen } 30° = n_{ar} \cdot \text{sen } r$

$\sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} = 1 \cdot \text{sen } r$

$\text{sen } r = \frac{\sqrt{2}}{2}$

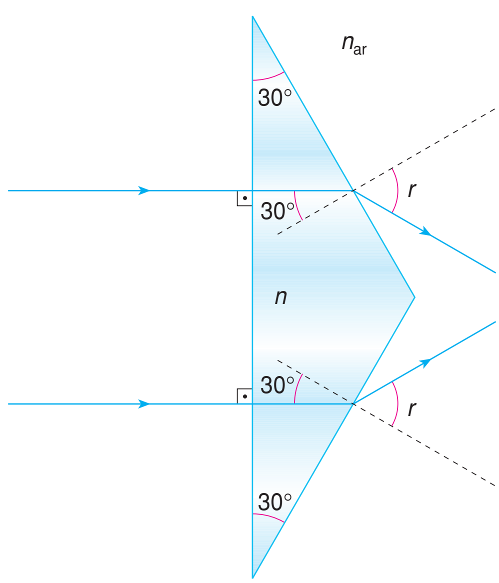
$\boxed{r = 45°}$

b) Para haver reflexão total: $i = 30° > L$

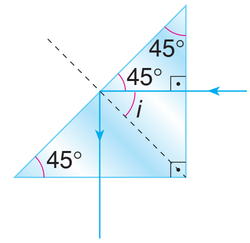
$\text{sen } 30° > \text{sen } L$

$\frac{1}{2} > \frac{1}{n}$

$\boxed{n > 2}$



P.312 O ângulo de incidência i, na face hipotenusa, é de 45°.

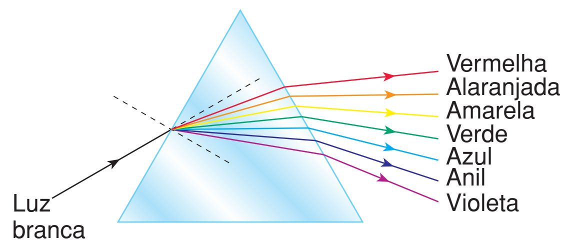


Para haver reflexão total, devemos impor:

$i > L \Rightarrow 45° > L \Rightarrow \text{sen } 45° > \text{sen } L \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{n_{menor}}{n_{maior}} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{\frac{4}{3}}{n} \Rightarrow \boxed{n > \frac{4\sqrt{2}}{3}}$$

P.313 O vidro oferece à luz violeta o maior índice de refração, e à luz vermelha, o menor. Assim, a luz violeta é a que mais desvia, e a luz vermelha, a que menos desvia. Entre elas temos as cores intermediárias.



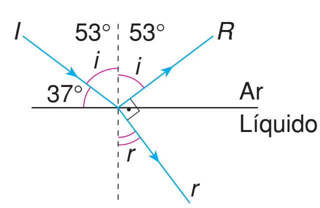
P.314 a) A componente da luz branca que sofre o maior desvio, ao atravessar o prisma de vidro, é a luz violeta. Isso ocorre porque o prisma oferece à luz violeta o maior índice de refração.

b) O prisma oferece o menor índice de refração à componente vermelha.

P.315 a) $n_{diamante,\ vidro} = \frac{n_{diamante}}{n_{vidro}} = \frac{2,4}{1,5} \Rightarrow \boxed{n_{diamante,\ vidro} = 1,6}$

b) $\frac{v_{diamante}}{v_{vidro}} = \frac{n_{vidro}}{n_{diamante}} = \frac{1,5}{2,4} \Rightarrow \boxed{\frac{v_{diamante}}{v_{vidro}} = 0,625}$

P.316 a) Da figura: $i = 90° - 37° \Rightarrow \boxed{i = 53°}$



$53° + 90° + r = 180° \Rightarrow \boxed{r = 37°}$

b) Aplicando a lei de Snell-Descartes, obtemos:

$n_{ar} \cdot \text{sen } 53° = n_{líq.} \cdot \text{sen } 37°$

Do gráfico: sen 53° = 0,8 e sen 37° = 0,6; logo:

$1,0 \cdot 0,8 = n_{líq.} \cdot 0,6$

$\boxed{n_{líq.} \simeq 1,33}$

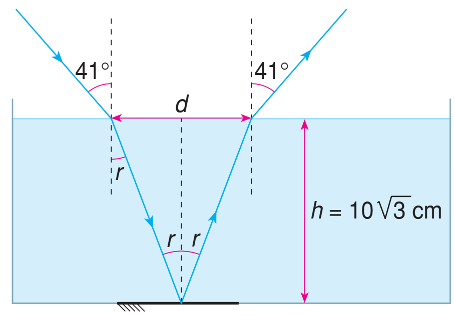
P.317 a) Aplicando a lei de Snell-Descartes, obtemos:

$n_{ar} \cdot \text{sen } 41° = n_{água} \cdot \text{sen } r$

$1 \cdot 0{,}66 = 1{,}3 \cdot \text{sen } r$

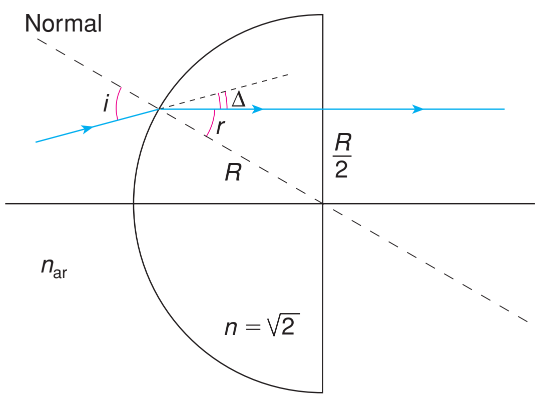
$\text{sen } r = \dfrac{0{,}66}{1{,}3} \simeq 0{,}50$

$\boxed{r \simeq 30°}$



b) $\text{tg } r = \dfrac{\frac{d}{2}}{h} \Rightarrow \text{tg } 30° = \dfrac{\frac{d}{2}}{10\sqrt{3}} \Rightarrow \dfrac{\sqrt{3}}{3} = \dfrac{\frac{d}{2}}{10\sqrt{3}} \Rightarrow \boxed{d = 20 \text{ cm}}$

P.318



Da figura, vem: $\text{sen } r = \dfrac{\frac{R}{2}}{R} \Rightarrow \text{sen } r = \dfrac{1}{2} \Rightarrow r = 30°$

Aplicando a lei de Snell-Descartes, obtemos:

$n_{ar} \cdot \text{sen } i = n \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot \text{sen } i = \sqrt{2} \cdot \text{sen } 30° \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{sen } i = \sqrt{2} \cdot \dfrac{1}{2} \Rightarrow \text{sen } i = \dfrac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i = 45°$

Desvio Δ:

$i = \Delta + r \Rightarrow \Delta = i - r \Rightarrow \Delta = 45° - 30° \Rightarrow \boxed{\Delta = 15°}$

P.319 a) Do gráfico observamos que, a partir de 60°, toda energia luminosa incidente é refletida. Logo, 60° é o ângulo limite L:

$$\text{sen } L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}} \Rightarrow \text{sen } 60° = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \boxed{\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

b) Sendo $n_2 < n_1$, concluímos que o raio refratado deve se afastar da normal. De fato, pela lei de Snell-Descartes, vem: $n_1 \cdot \text{sen } \theta = n_2 \cdot \text{sen } r$

Sendo $n_2 < n_1$, resulta: $\text{sen } \theta < \text{sen } r$; portanto, $r > \theta$

c) Para $\theta = 30°$, temos (do gráfico):

$$\frac{E_{\text{refletida}}}{E_{\text{incidente}}} = 20\%$$

Portanto: $E_{\text{refletida}} = 20\% \ E_{\text{incidente}}$ ①

Logo: $E_{\text{refratada}} = 80\% \ E_{\text{incidente}}$ ②

De ① e ②: $\dfrac{E_{\text{refletida}}}{E_{\text{refratada}}} = \dfrac{0,20}{0,80}$

$$\boxed{\frac{E_{\text{refletida}}}{E_{\text{refratada}}} = 0,25 = 25\%}$$

P.320 a) $n = \dfrac{c}{v} \Rightarrow 2,4 = \dfrac{3 \cdot 10^8}{v} \Rightarrow \boxed{v = 1,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

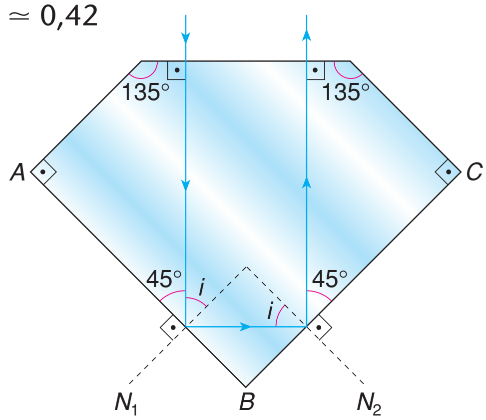
b) $\text{sen } L = \dfrac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}} \Rightarrow \text{sen } L = \dfrac{1}{2,4} \Rightarrow \text{sen } L \simeq 0,42$

O ângulo i de incidência na face AB é de 45°.

$$\text{sen } 45° = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \text{sen } 45° \simeq 0,71$$

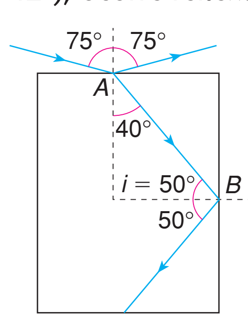
Portanto, $\text{sen } 45° > \text{sen } L \Rightarrow 45° > L$

Conclui-se que, na face AB, assim como na face BC, ocorre reflexão total.

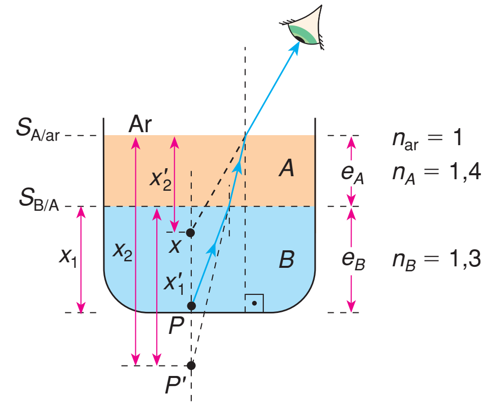


P.321 a) No ponto A estão ocorrendo os fenômenos de reflexão e de refração da luz.

b) Sendo $(i = 50°) > (L = 42°)$, ocorre reflexão total no ponto B:



P.322 Dioptro B/A: $\dfrac{x_1}{x_1'} = \dfrac{n}{n'}$



Então:

$$\frac{e_B}{x_1'} = \frac{n_B}{n_A} \Rightarrow \frac{39}{x_1'} = \frac{1{,}3}{1{,}4} \Rightarrow x_1' = 42 \text{ cm}$$

Dioptro A/ar: $\dfrac{x_2}{x_2'} = \dfrac{n}{n'}$

Então:

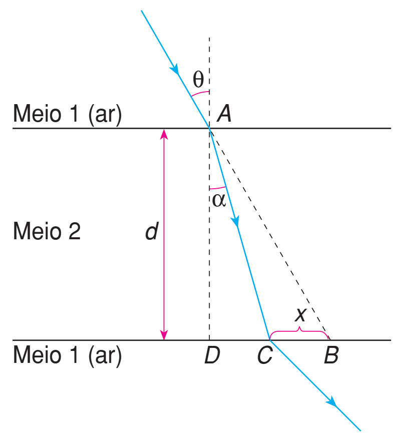
$$\frac{(42 + e_A)}{x_2'} = \frac{n_A}{n_{ar}} \Rightarrow \frac{(42 + 28)}{x_2'} = \frac{1{,}4}{1} \Rightarrow \boxed{x_2' = 50 \text{ cm}}$$

P.323 São dados:

$\theta = 30°$

$d = 2\sqrt{3}$ cm

$x = 1$ cm



Aplicando a lei de Snell-Descartes à primeira face, vem:

$$n_1 \cdot \text{sen } \theta = n_2 \cdot \text{sen } \alpha$$

Sendo $\text{sen } \theta = \text{sen } 30° = \dfrac{1}{2}$ e $n_1 = 1$ (ar), vem:

$$1 \cdot \frac{1}{2} = n_2 \text{ sen } \alpha \Rightarrow n_2 = \frac{1}{2 \text{ sen } \alpha} \quad ①$$

No triângulo ABD da figura, temos: $\text{tg } \theta = \dfrac{DC + x}{d}$

Sendo $\text{tg } \theta = \text{tg } 30° = \dfrac{\sqrt{3}}{3}$, vem:

$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{DC + 1}{2\sqrt{3}} \Rightarrow DC = 1 \text{ cm}$$

No triângulo ACD:

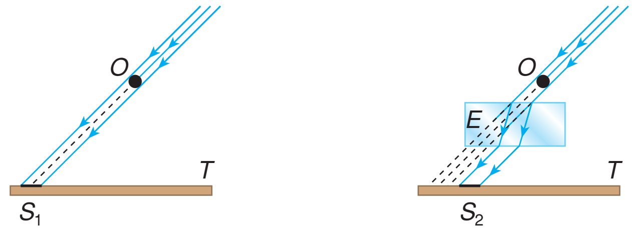
$$(AC)^2 = (DC)^2 + (AD)^2 \Rightarrow (AC)^2 = 1 + \left(2\sqrt{3}\right)^2 = 1 + 12 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (AC)^2 = 13 \Rightarrow AC = \sqrt{13} \text{ cm}$$

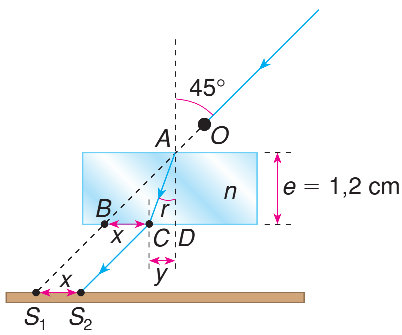
Portanto: $\text{sen } \alpha = \dfrac{DC}{AC} = \dfrac{1}{\sqrt{13}} \Rightarrow \text{sen } \alpha = \dfrac{1}{\sqrt{13}} \quad ②$

Substituindo ② em ①, obtemos: $n_2 = \dfrac{1}{2 \cdot \dfrac{1}{\sqrt{13}}} \Rightarrow \boxed{n_2 = \dfrac{\sqrt{13}}{2}}$

P.324 a) Sem a lâmina de plástico — Com a lâmina de plástico



b)



S_1: sombra do objeto O sem a lâmina.
S_2: sombra do objeto O com a lâmina.

Aplicando a lei de Snell-Descartes à interface ar-lâmina, obtemos:

$$n_{ar} \cdot \text{sen } i = n \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1{,}0 \cdot \text{sen } 45° = \frac{5\sqrt{2}}{6} \cdot \text{sen } r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{5\sqrt{2}}{6} \cdot \text{sen } r \Rightarrow \text{sen } r = 0{,}6$$

Portanto: $\cos r = 0{,}8$ e $\text{tg } r = \dfrac{0{,}6}{0{,}8}$

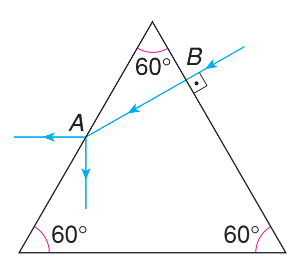
- Triângulo *ACD*:

$$\text{tg } r = \frac{y}{e} \Rightarrow \frac{0{,}6}{0{,}8} = \frac{y}{1{,}2} \Rightarrow y = 0{,}9 \text{ cm}$$

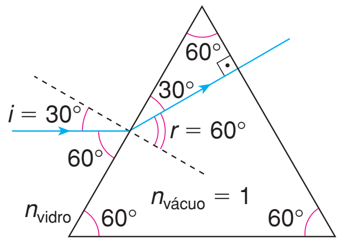
- Triângulo *ABD*:

$$\text{tg } 45° = \frac{x + y}{e} \Rightarrow x + y = e \Rightarrow x + 0{,}9 = 1{,}2 \Rightarrow \boxed{x = 0{,}3 \text{ cm}}$$

P.325 a) Aplicando o princípio da reversibilidade da luz e observando que em *A* ocorre refração e reflexão, temos a trajetória ilustrada ao lado.



b)



Aplicando a lei de Snell-Descartes à primeira face, vem:

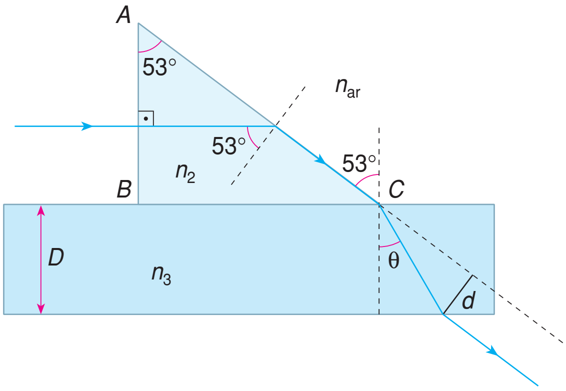
$n_{vidro} \cdot \text{sen } i = n_{vácuo} \cdot \text{sen } r$

$n_{vidro} \cdot \text{sen } 30° = 1 \cdot \text{sen } 60°$

$$n_{vidro} \cdot \frac{1}{2} = 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\boxed{n_{vidro} = \sqrt{3}}$$

P.326 O ângulo limite entre o ar e o prisma é $L = 53°$ (veja figura).



a) $$\text{sen } L = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$$

$$\text{sen } 53° = \frac{n_{ar}}{n_2}$$

$$0{,}80 = \frac{1{,}0}{n_2}$$

$n_2 = 1{,}25$

Mas: $n_2 = \dfrac{c}{v_2}$; logo:

$$1{,}25 = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{v_2} \Rightarrow \boxed{v_2 = 2{,}4 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

b) Lei de Snell-Descartes:

$n_{ar} \cdot \text{sen } 53° = n_3 \cdot \text{sen } \theta$

$1{,}0 \cdot 0{,}80 = 1{,}6 \cdot \text{sen } \theta$

$\text{sen } \theta = 0{,}50$

$$\boxed{\theta = 30°}$$

c) Do exercício **R.93** vem:

$$d = e \cdot \frac{\text{sen } (i - r)}{\cos r}$$

$$d = D \cdot \frac{\text{sen } (53° - \theta)}{\cos \theta}$$

$$d = 2{,}0 \cdot \frac{\text{sen } (53° - 30°)}{\cos 30°}$$

$$d = 2{,}0 \cdot \frac{0{,}40}{0{,}87}$$

$$\boxed{d \cong 0{,}92 \text{ cm}}$$

P.327 Aplicando a lei de Snell-Descartes à primeira e à segunda refração, obtemos:

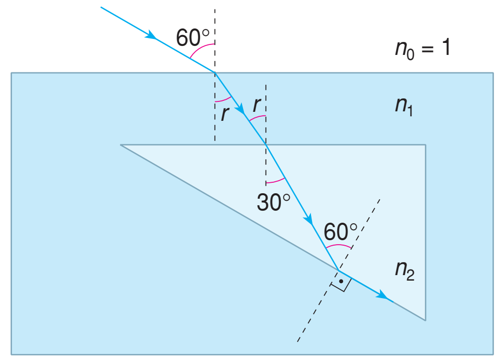
$$\begin{cases} n_0 \cdot \text{sen } 60° = n_1 \cdot \text{sen } r \\ n_1 \cdot \text{sen } r = n_2 \cdot \text{sen } 30° \end{cases}$$

Logo:

$n_0 \cdot \text{sen } 60° = n_2 \cdot \text{sen } 30°$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\boxed{n_2 = \sqrt{3}}$$



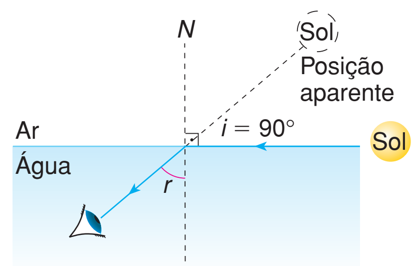
A lei de Snell-Descartes aplicada à face interna do prisma fornece:

$n_2 \cdot \text{sen } 60° = n_1 \cdot \text{sen } 90°$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_1 \cdot 1$$

$$\boxed{n_1 = 1{,}5}$$

P.328 a)



b) Pela lei de Snell-Descartes, temos:

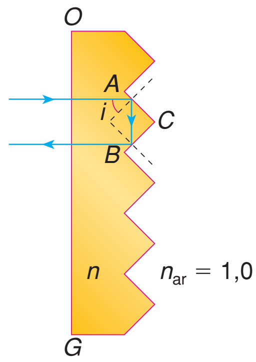
$$n_{ar} \cdot \text{sen } 90° = n_{água} \cdot \text{sen } r \Rightarrow 1 \cdot 1 = \frac{4}{3} \cdot \text{sen } r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{sen } r = \frac{3}{4} \Rightarrow \text{sen } r = 0{,}75$$

Do gráfico, para sen $r = 0{,}75$, resulta: $\boxed{r = 50°}$

P.329 Na água, a luz vermelha é a que menos se aproxima da normal, isto é, a que menos se desvia. Logo, o índice de refração da água para a luz vermelha é menor do que para a luz violeta. De $n = \frac{c}{v}$, concluímos que ao menor n corresponde o maior valor de v. Portanto, é a **luz vermelha** que se desloca na água com **maior velocidade**.

P.330 a)



b) O ângulo de incidência *i*, na face *AC* e na face *CB*, é de 45°. Para haver reflexão total, temos:

$45° > L \Rightarrow \text{sen } 45° > \text{sen } L$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{n_{menor}}{n_{maior}} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{1,0}{n} \Rightarrow n > \sqrt{2}$$

Portanto: $\boxed{n_{mín} = \sqrt{2}}$

P.331 O ar, em contato com o solo, está mais aquecido e por isso menos denso que as camadas superiores. Os raios luminosos que partem do objeto, ao descerem, passam de meios mais densos (mais refringentes) para meios menos densos (menos refringentes) e se afastam da normal, até ocorrer reflexão total numa camada.