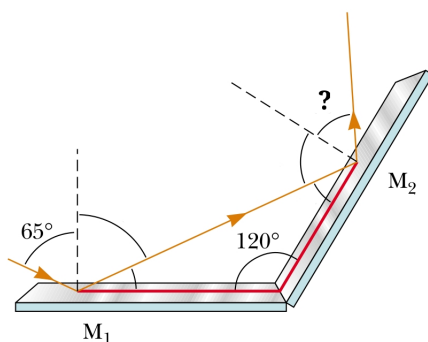


# 4300160 – Ótica

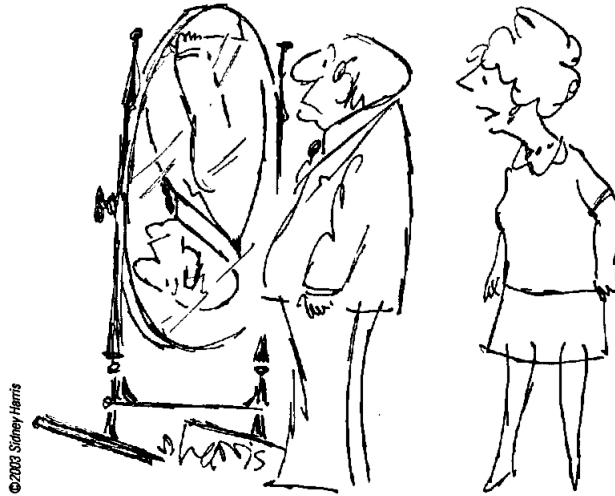
## Primeira lista de exercícios

1. Tomemos a situação exposta na figura abaixo, onde dois espelhos  $M_1$  e  $M_2$  formam um ângulo de  $120^\circ$ . Considerando que um raio luminoso incide sobre  $M_1$  de modo a formar um ângulo de  $65^\circ$  com a normal, encontre a nova direção do raio após este ser refletido por  $M_2$ .



- (a) Se, ao invés dos valores fornecidos pelo enunciado, o raio luminoso incidisse sobre  $M_1$  com um ângulo  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  arbitrário, e os espelhos formassem um outro ângulo  $0^\circ < \phi < 90^\circ$  qualquer entre si, qual seria a nova direção  $\alpha$  tomada por este mesmo raio depois da sua reflexão por  $M_2$ ? Uma situação onde  $\theta = 40^\circ$ ,  $\phi = 100^\circ$  e  $\alpha = 70^\circ$  seria possível?
2. Seja uma pessoa que possui 1,75 m de altura, e que a distância entre os seus olhos e o solo é de 1,60 m. Para que essa pessoa consiga ver a sua imagem completa num espelho plano, preso a porta de um armário:
- (a) Qual a altura mínima que esse espelho deve possuir?
- (b) A que distância do chão deve estar a borda inferior do espelho?
3. Um dentista precisa de um pequeno espelho que seja capaz de formar uma imagem *direita* e com ampliação de 4 (quatro) vezes, quando o espelho estiver a 2,0 cm do dente de um paciente.
- (a) Diante desta situação, você diria que este espelho precisa ser côncavo ou convexo? Por quê?
- (b) Considerando que, de fato, o dentista tem este espelho em mãos, construa o diagrama de raios associado, representando não apenas o objeto, a imagem e o espelho, mas indicando todas distâncias envolvidas.

4. Suponha que alguém deseja projetar um espelho de toalete côncavo de modo que, jovens com uma visão normal, consigam se enxergar numa imagem 2 vezes maior que diste 25 cm deste espelho. Para que este desejo se concretize:
- (a) Qual deve ser o raio de curvatura do espelho?
  - (b) Qual a distância ideal para o seu uso?
5. Existe algo errado com o espelho da figura abaixo? Justifique.



6. Considere que um espelho côncavo (com raio de curvatura igual a  $60,0$  cm) é usado para projetar a imagem de uma lâmpada sobre uma parede. Assumindo que esta lâmpada dista  $50,0$  cm do espelho:
- (a) A que distância da parede o espelho deve se localizar para formar uma imagem nítida?
  - (b) Considerando que esta lâmpada possui  $5,0$  cm de altura, qual será a altura que a imagem possuirá?
  - (b) Aliás, como você caracterizaria esta imagem: ela é real ou virtual? Como você descreveria a sua orientação? Trace o diagrama de raios para melhor exemplificar as suas respostas.
7. Tomemos uma série de  $n$  lasers *paralelos* ao eixo de simetria de um espelho convexo que possui raio de curvatura  $R$ , e que estão a uma distância  $d$  do centro deste espelho.
- (a) Supondo que  $d \gg R$ , o que acontecerá com os feixes refletidos: eles se manterão paralelos? Por quê?

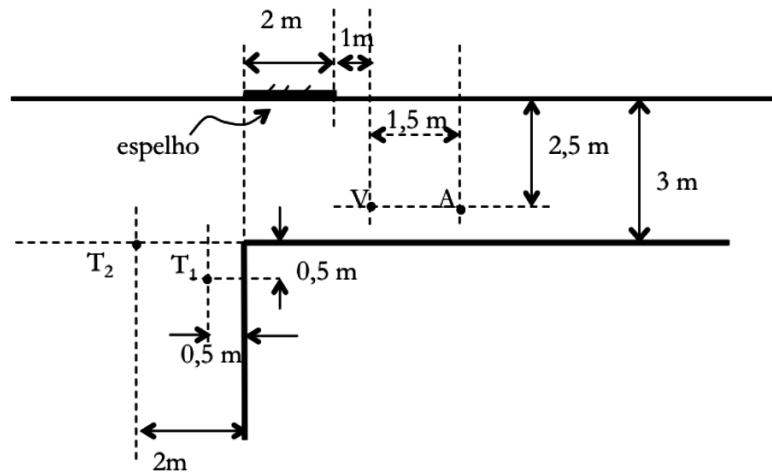
- (b) E, se ao invés de um espelho convexo, tivéssemos um côncavo com as mesmas condições: o que aconteceria com os feixes refletidos pelo espelho?

Responda todas estas questões tomando por base (apenas) as *leis da reflexão*.

8. Durante a reconstituição de um crime, um perito da polícia científica anota (cuidadosamente) não apenas a posição  $V$  da vítima, mas as posições  $T_1$  e  $T_2$  de duas testemunhas que afirmam ter visto, através de um espelho plano, esta vítima ser atingida por um tiro. No entanto,

- a testemunha, que estava em  $T_1$ , diz não ter visto de onde partiu o tiro, enquanto
- a outra testemunha afirma que pode reconhecer o atirador, e que o tiro foi dado (no mesmo corredor onde a vítima estava) a uma distância de 2,0 m entre  $V$  e  $A$  (posição do atirador).

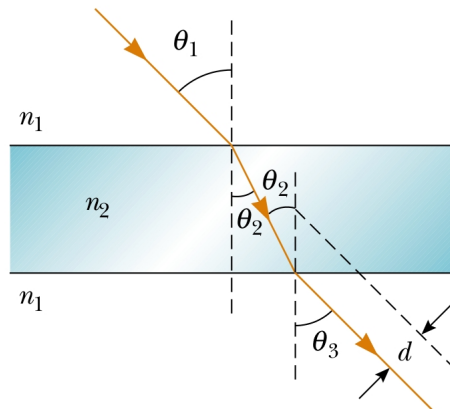
Independente do que as testemunhas alegam ter visto, o perito confirma que o tiro foi dado de uma distância entre 1,5 m e 2,0 m da vítima. No entanto, o advogado de defesa do acusado contesta a testemunha posicionada em  $T_2$ , dizendo que ela não teria condições de ver o seu cliente na posição indicada pelo perito.



Com base no esboço feito pelo perito, o qual consta na figura acima:

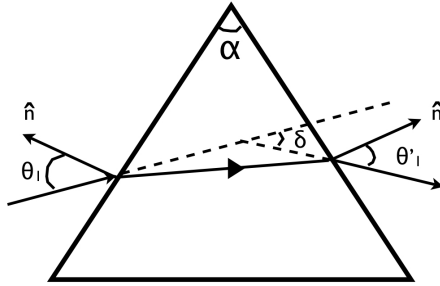
- (a) Faça um diagrama (em escala) e determine o campo de visão de cada testemunha através do espelho.
- (b) De acordo com este diagrama, o depoimento da testemunha em questão pode ser realmente refutado pela defesa? Por quê?
9. Seja uma moeda que está no fundo de uma piscina, há 4 m de profundidade. Considerando que (i) o índice de refração da água é  $\frac{4}{3}$ , e que (ii) um raio de luz, refletido pela moeda, emerge da piscina com um ângulo de  $30^\circ$  em relação à superfície da água e é recebido por um observador O:

- (a) Trace a trajetória deste raio de luz, desde a moeda até o observador, indicando os ângulos envolvidos.
- (b) Apesar da moeda estar a 4 m de profundidade, qual é a profundidade aparente que o observador enxerga?
- (c) Você diria que todos os raios de luz que partem da moeda são capazes de emergir da água? Por quê?
10. Considerando que temos dois meios com índice de refração distintos, podemos definir o *ângulo de Brewster* como sendo o ângulo de incidência  $\theta_{1B}$  para o qual o raio luminoso refletido pela interface é perpendicular ao que é refratado.
- (a) Diante desta situação, obtenha uma expressão para  $\theta_{1B}$  em função do índice de refração relativo  $n_{12}$  do meio 2 em relação ao meio 1.
- (b) De acordo com o resultado obtido no item anterior, e considerando que o primeiro meio é composto exclusivamente pelo ar, calcule  $\theta_{1B}$  nas situações onde o segundo meio é composto por (i) água e por (ii) vidro comum. Para isso, assuma que 1, 4/3 e 3/2 são os índices de refração do ar, da água e do vidro comum respectivamente.
11. Seja uma lâmina de vidro com faces planas paralelas, com índice de refração  $n_2$  e uma espessura  $h$ , e considere que um raio de luz incida sobre uma das suas faces com um ângulo de incidência  $\theta_1$ , conforme mostra a figura a seguir.



- (a) Mostre que o raio retransmitido (ao ambiente externo) pela lâmina é *paralelo* ao incidente.
- (b) Sabendo que a distância perpendicular  $d$ , entre o raio transmitido e o prolongamento do raio incidente, se chama *desvio lateral*, calcule-a em função de  $h$ ,  $\theta_1$  e do índice de refração relativo  $n_{12}$ .

12. Tomemos um prisma que possui um ângulo de abertura  $\alpha$  e índice de refração relativo  $n$  (em relação ao meio externo), sobre o qual um raio luminoso incide (sobre uma das faces que definem  $\alpha$ ) com um ângulo de incidência  $\theta_1$ , de acordo com o exposto na figura abaixo.



- (a) Mostre que, nas situações onde  $\alpha, \theta_1 \ll 1$ , o desvio angular (entre as direções dos raios emergente e incidente) é dado por  $\delta = (n - 1)\alpha$ .
- (b) Se o desvio de um raio luminoso for tal que  $\delta = \alpha/2$ , o índice de refração do prisma será maior ou menor que o índice de refração do meio externo? Por quê?
13. Se um raio luminoso incidir com um ângulo  $\theta_1 = 50,0^\circ$  sobre um prisma, que possui um ângulo de abertura  $\alpha = 60,0^\circ$ , e índices de refração relativos

- $n_V = 1,66$ , para a luz violeta, e
- $n_R = 1,62$ , para a luz vermelha,

conforme mostra a figura abaixo, qual será a *dispersão angular* relacionada à luz visível retransmitida pelo prisma?

