



ÓPTICA GEOMÉTRICA

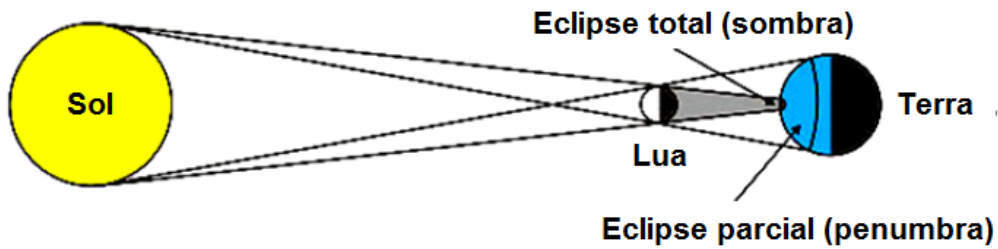
ÓPTICA GEOMÉTRICA

Princípios da óptica geométrica

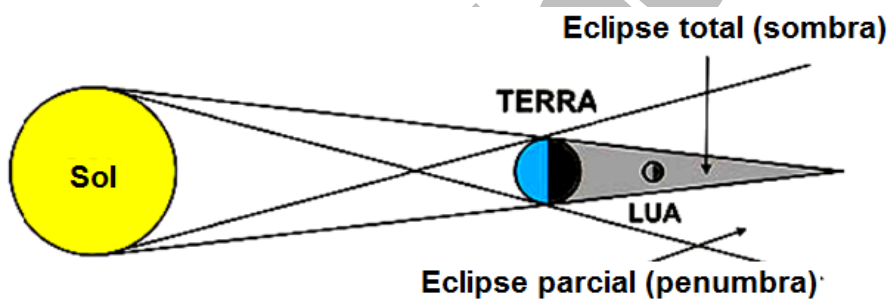
Propagação retilínea da luz

A luz se propaga em linha reta nos meios homogêneos e transparentes.

Eclipse solar

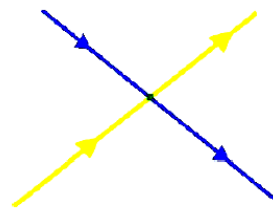


Eclipse lunar



Independência do raio de luz

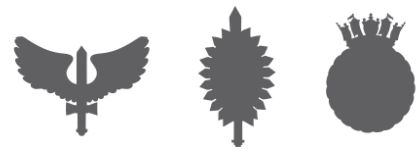
Quando raios de luz se cruzam, cada um deles segue seu trajeto como se os outros não existissem.



Reversibilidade da luz

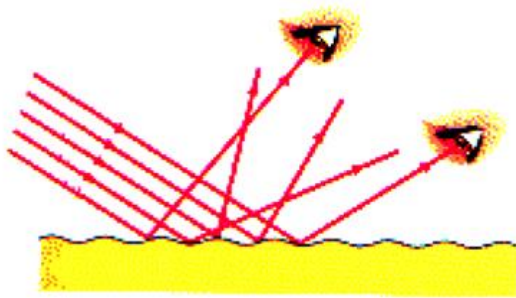
A trajetória seguida pelo raio de luz independe do sentido do percurso.





Reflexão da luz

Reflexão difusa e regular

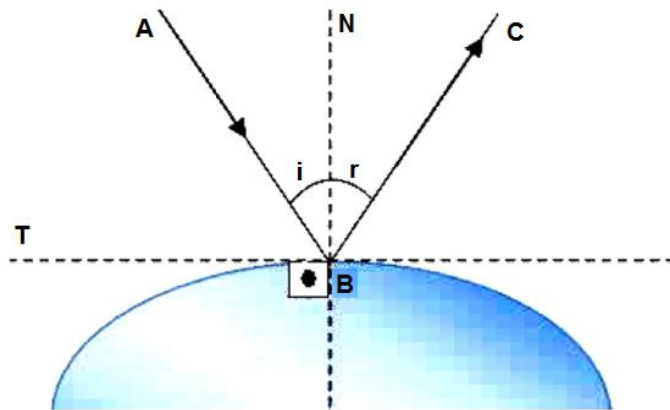


Reflexão difusa



Reflexão regular

Leis da reflexão



1ª Lei

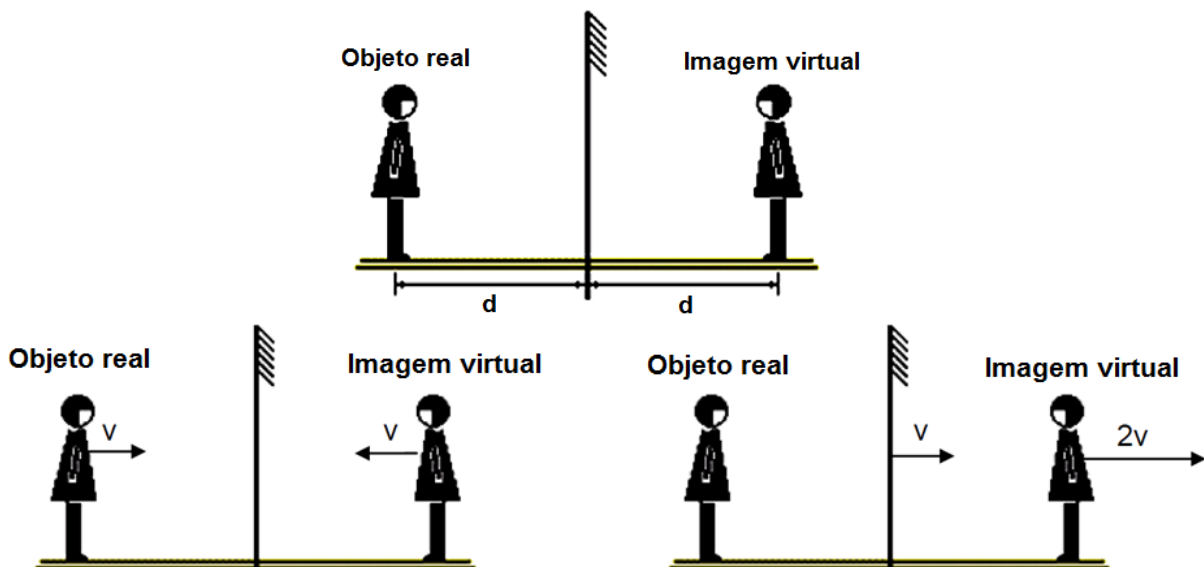
O RI, RR e N são coplanares.

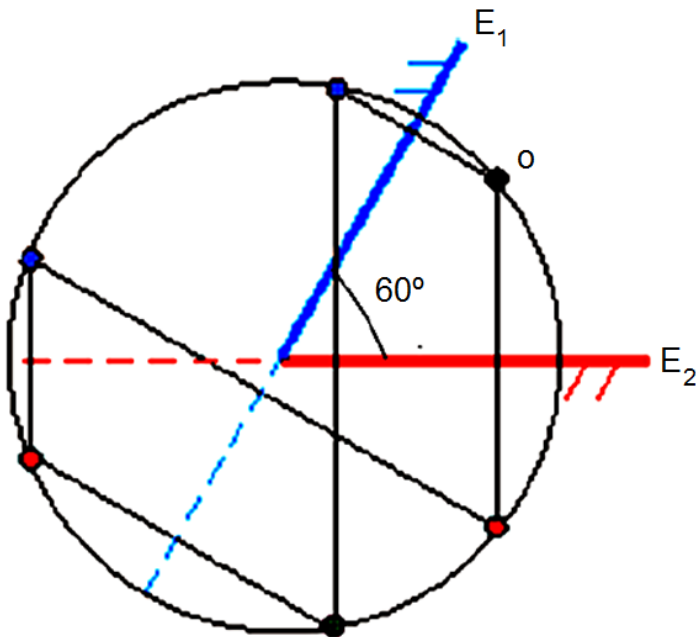
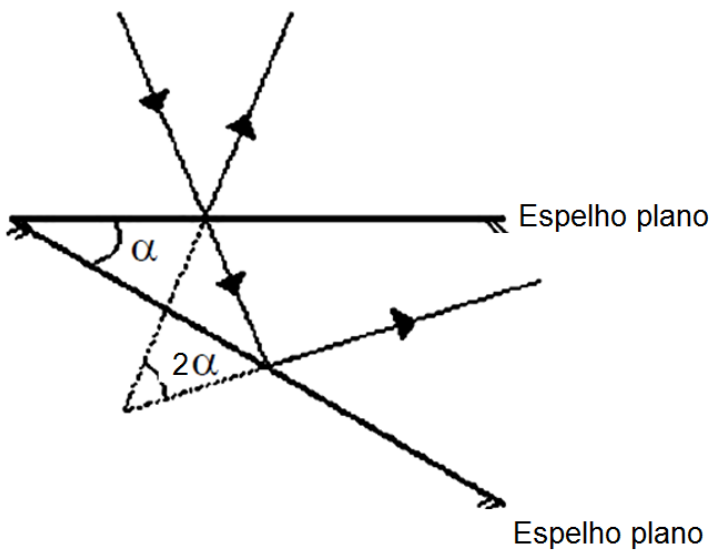
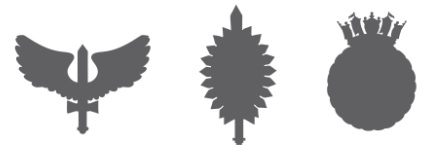
2ª Lei

$$i = r$$

Espelho plano

•



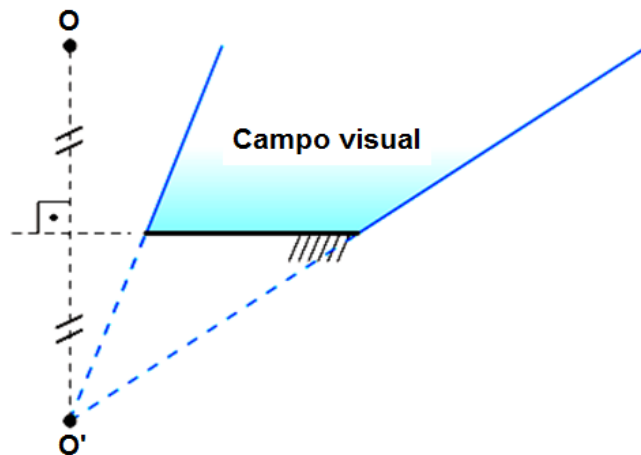
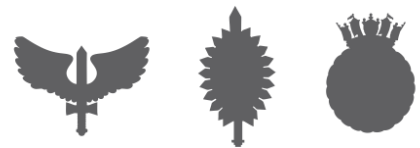


$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

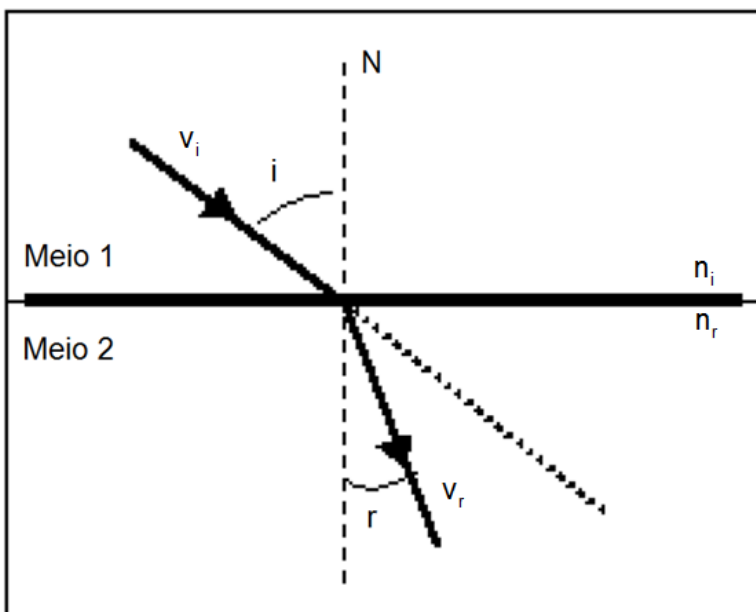
Se $\frac{360}{\alpha}$ for par, a fórmula é aplicável qualquer que seja a posição de P entre os espelhos.

Se $\frac{360}{\alpha}$ ímpar, a fórmula é aplicável se P estiver no plano bissetor do diedro formado pelos espelhos.

○ No caso de dois espelhos planos paralelos, o número de imagens de um ponto P situado entre eles tende ao "infinito".



Refração da luz



Índice de refração n

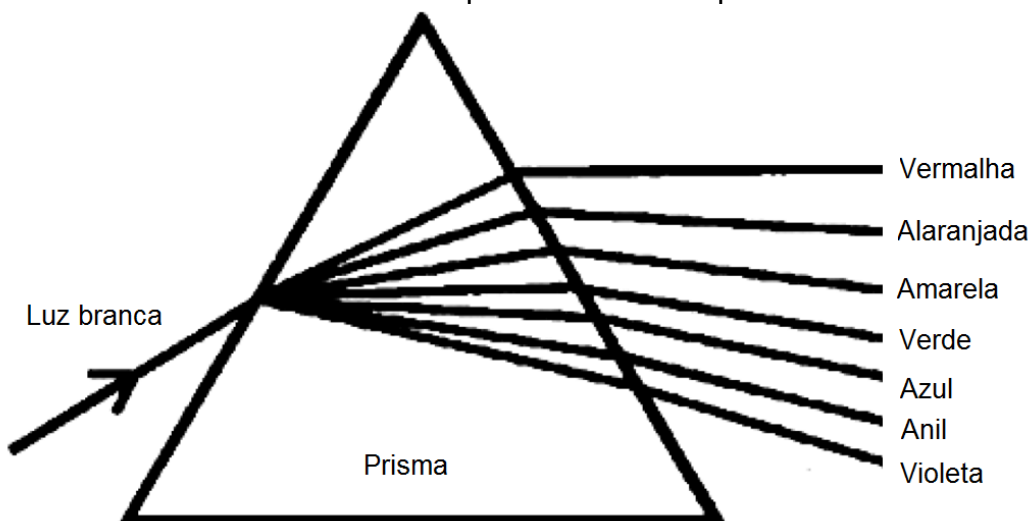
- $n = \frac{c}{v} \geq 1$ [$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$]
- $\frac{n_i}{n_r} = \frac{v_r}{v_i}$

Leis da refração

- **1ª Lei**
O RI, RR e N são coplanares.
- **2ª Lei**
 $\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{v_i}{v_r}$ (Lei de Snell)

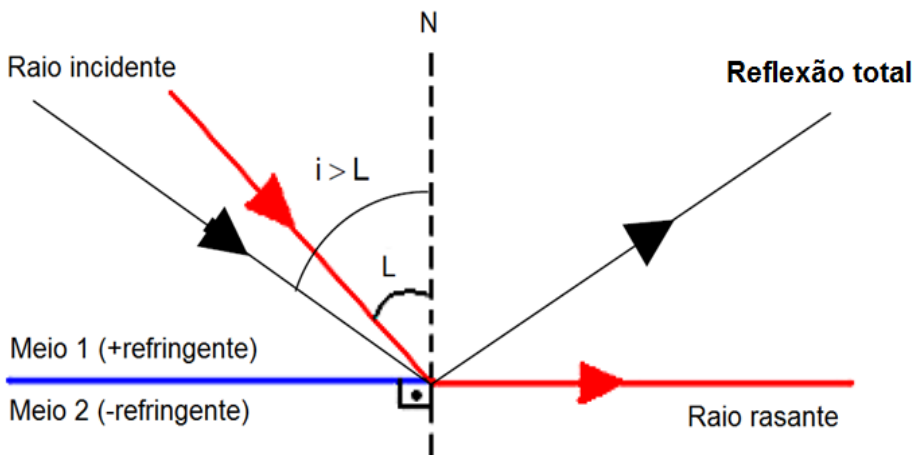
Dispersão por refração

A velocidade da luz em um meio material depende de sua frequência.





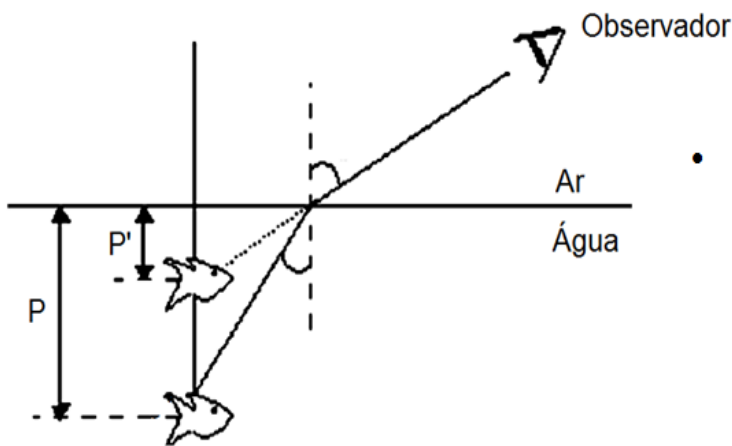
Ângulo limite L e reflexão total



- Ângulo limite L

$$\text{sen}L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$
- Reflexão total
 $i > L$

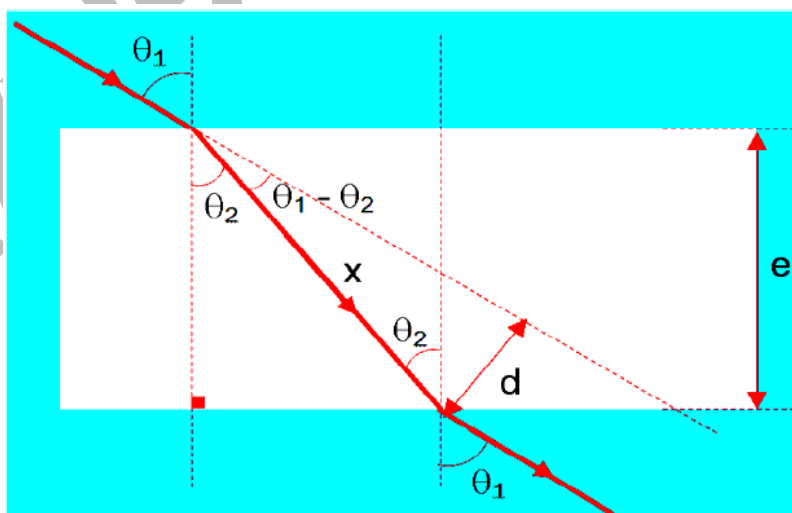
Dioptro plano



- Para um observador bem próximo da vertical que passa pelo objeto, temos:

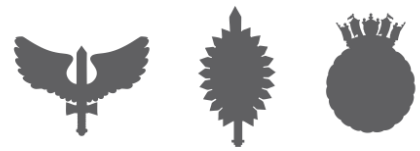
$$\frac{n_{\text{obs}}}{n_{\text{obj}}} = \frac{P'}{P}$$

Lâminas de faces paralelas

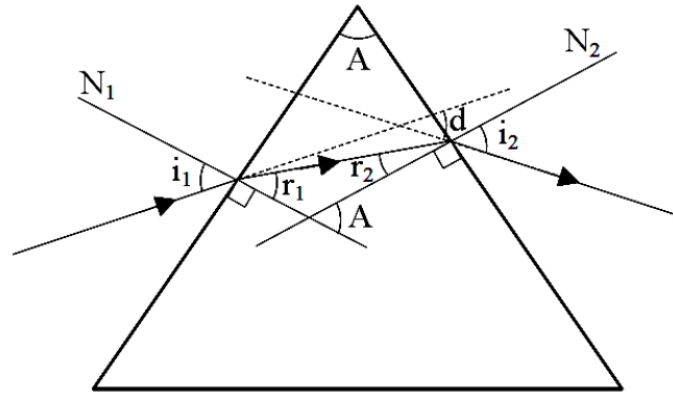


$$\cos\theta_2 = \frac{e}{x} \text{ e } \text{sen}(\theta_1 - \theta_2) = \frac{d}{x}$$

$$d = \frac{e \cdot \text{sen}(\theta_1 - \theta_2)}{\cos\theta_2}$$



Prisma



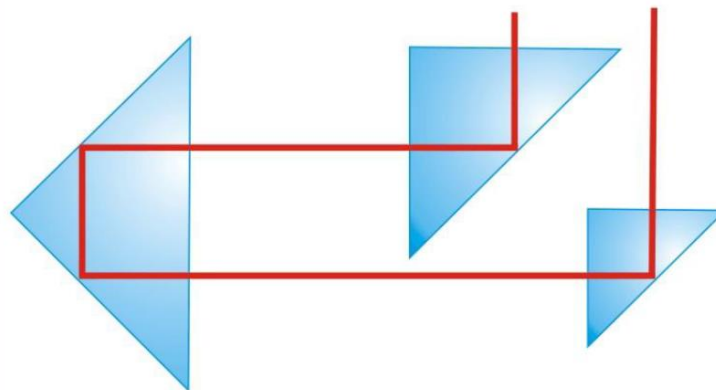
$$A = r_1 + r_2$$

$$d = i_1 + i_2 - A$$

Quando o desvio for mínimo, temos:

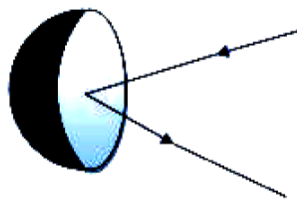
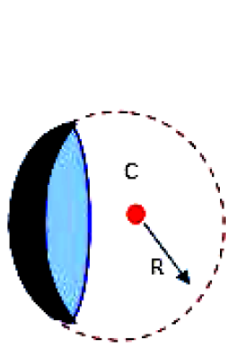
$$\left. \begin{matrix} r_1 = r_2 = r \\ i_1 = i_2 = i \end{matrix} \right\} A = 2r \text{ e } d_{\min} = 2(i - r)$$

Prisma de reflexão total

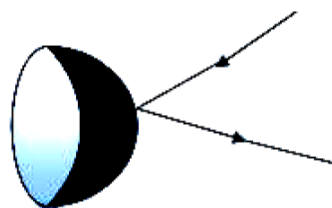


Espelhos esféricos e lentes esféricas

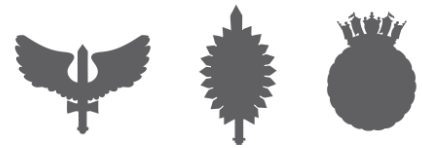
Espelhos esféricos



Espelho esférico côncavo



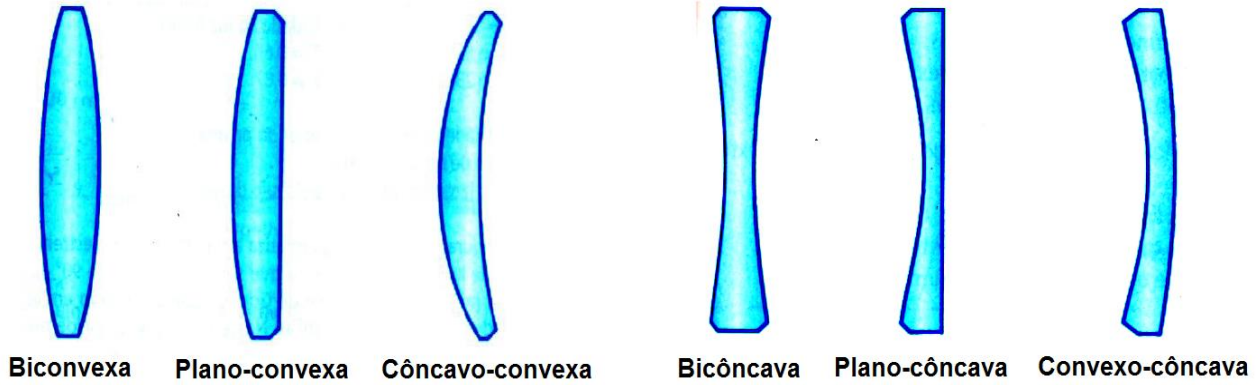
Espelho esférico convexo



Lentes esféricas

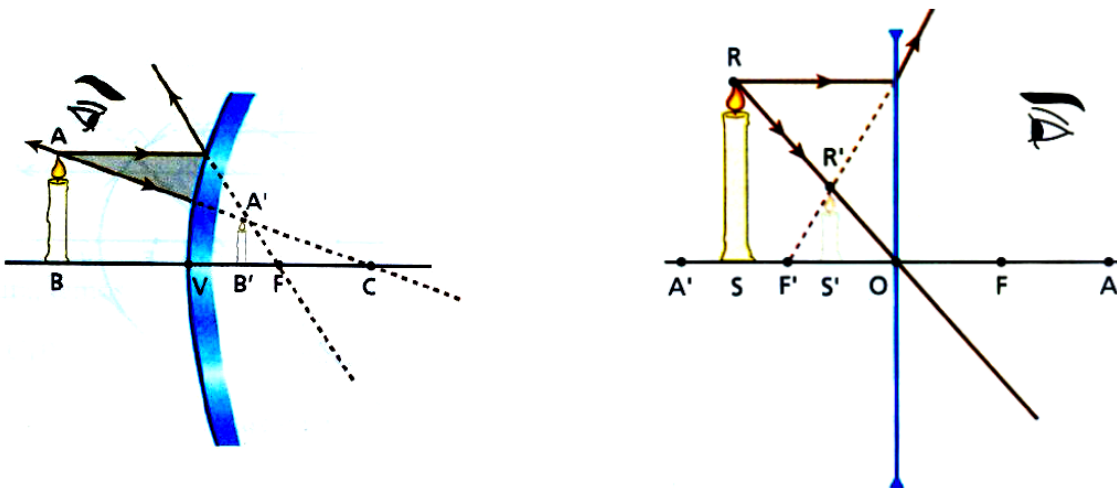
Bordos finos

Bordos grossos



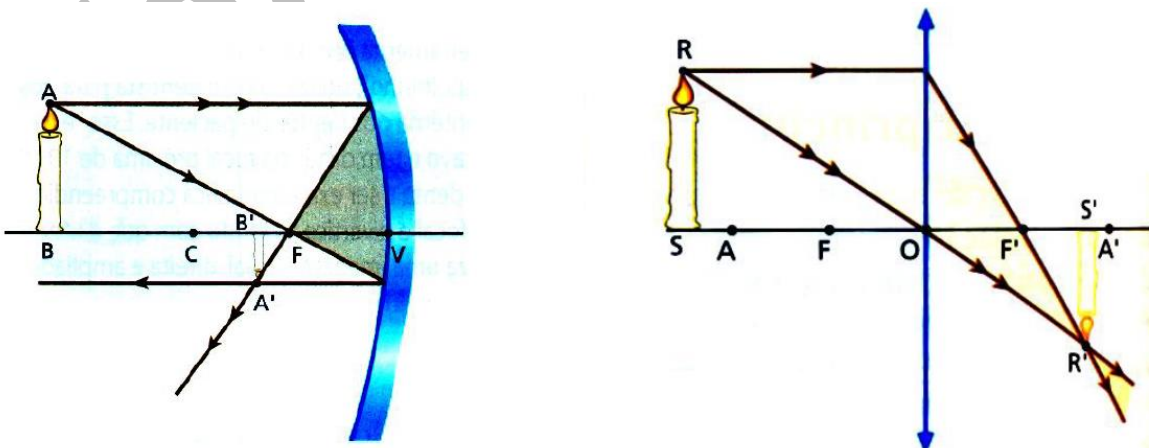
Espelho convexo de Gauss e Lente divergente delgada

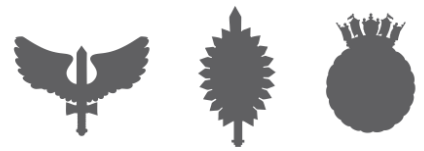
Único caso



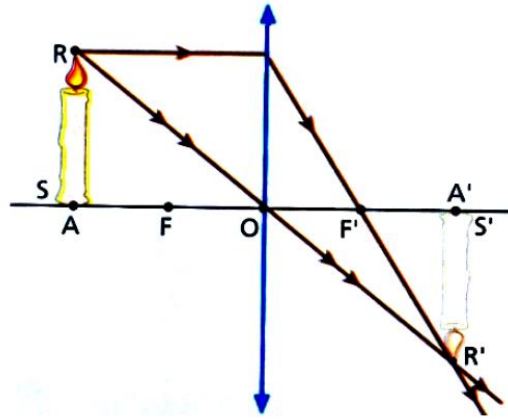
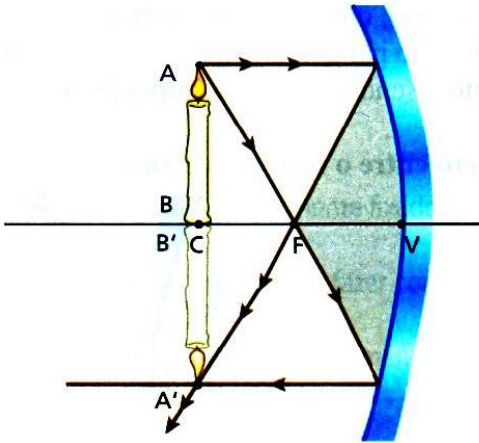
Espelho côncavo de Gauss e Lente convergente delgada

1º caso

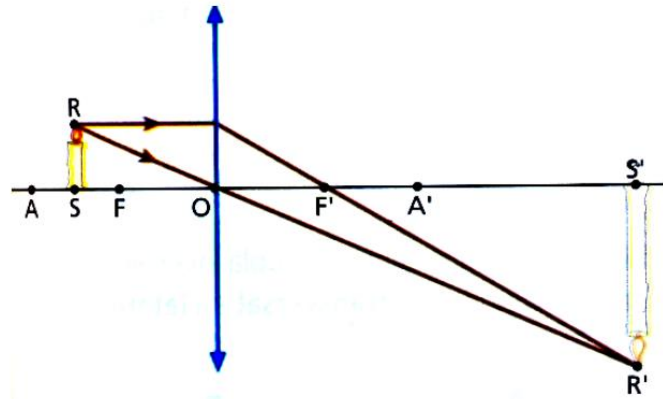
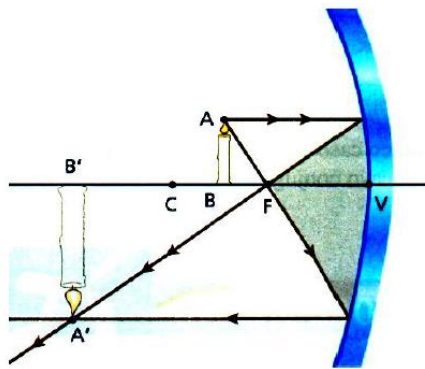




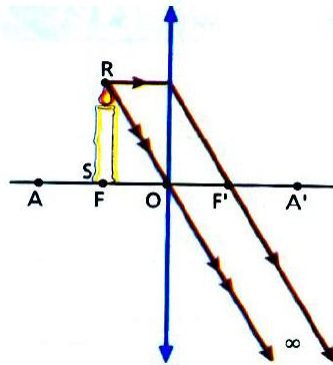
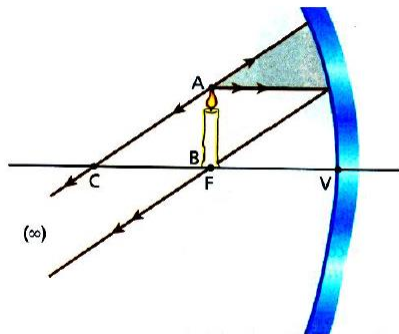
2º caso



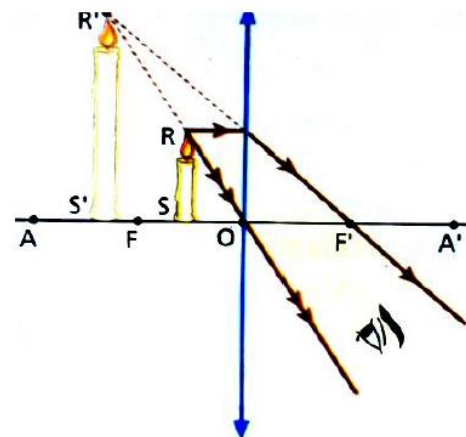
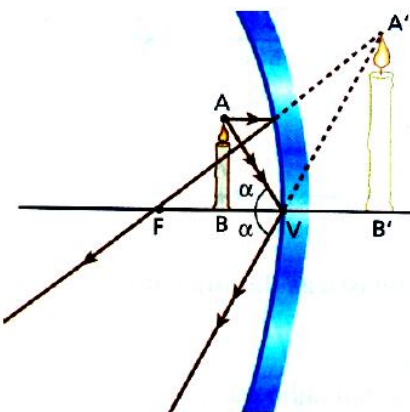
3º caso



4º caso



5º caso





Equações dos espelhos esféricos gaussianos

Raio de curvatura do espelho R

$$R = 2f$$

Equação dos pontos conjugados

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Ampliação ou Aumente linear transversal

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p}{p'}$$

Equações das lentes esféricas delgadas

Convergência ou Vergência C

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \left[\frac{n_L}{n_M} - 1 \right] \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] \quad (\text{dioptria} = \text{m}^{-1})$$

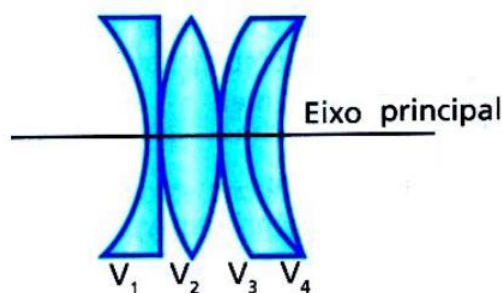
Ampliação ou Aumente linear transversal

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p}{p'}$$

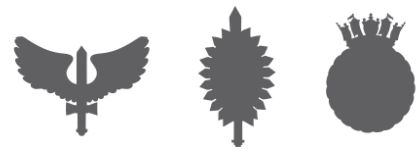
Convenção de sinais

Espelho côncavo	$f > 0$	Espelho convexo	$f > 0$
Lente convergente	$f > 0 \therefore C > 0$	Lente divergente	$f < 0 \therefore C < 0$
Imagem real	$p' > 0$	Imagem virtual	$p' < 0$
Imagem direita	$i > 0$	Imagem invertida	$i < 0$
Face da lente côncava	$R > 0$	Face da lente convexa	$R < 0$

Justaposição de lentes delgadas



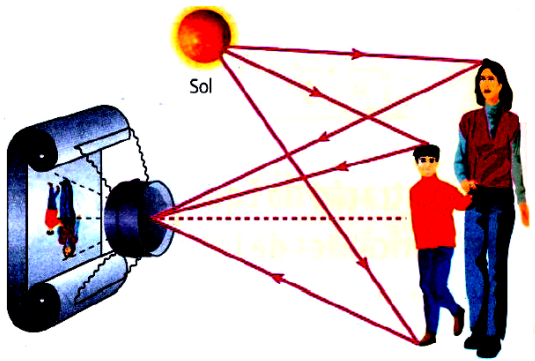
$$C_{\text{eq}} = \overbrace{C_1 + C_1 + \dots + C_n}^{\text{Somatório algébrico}}$$



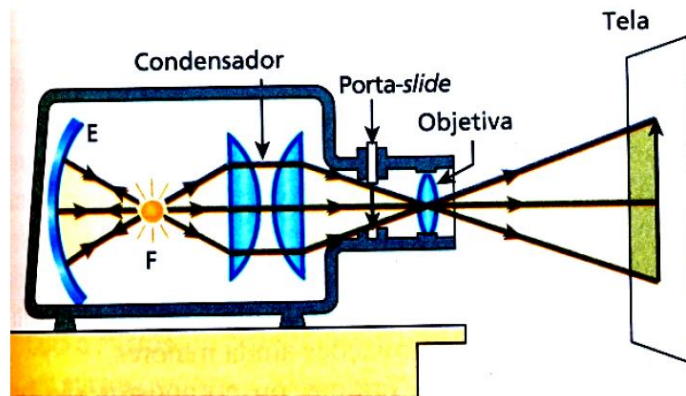
Instrumentos ópticos

Projeção

Câmara fotográfica



Projeto

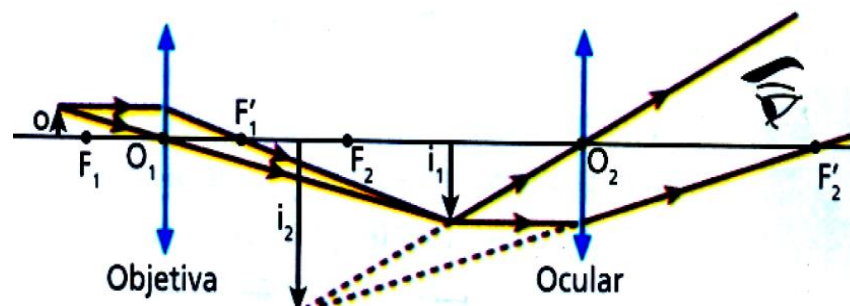


Observação

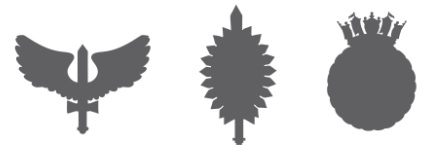
Lupa ou microscópio simples



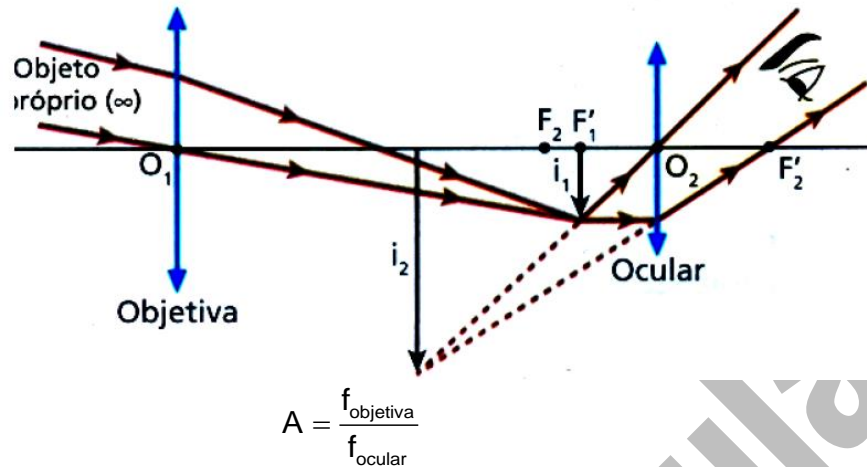
Microscópio composto



$$A = A_{\text{objetiva}} \cdot A_{\text{ocular}}$$

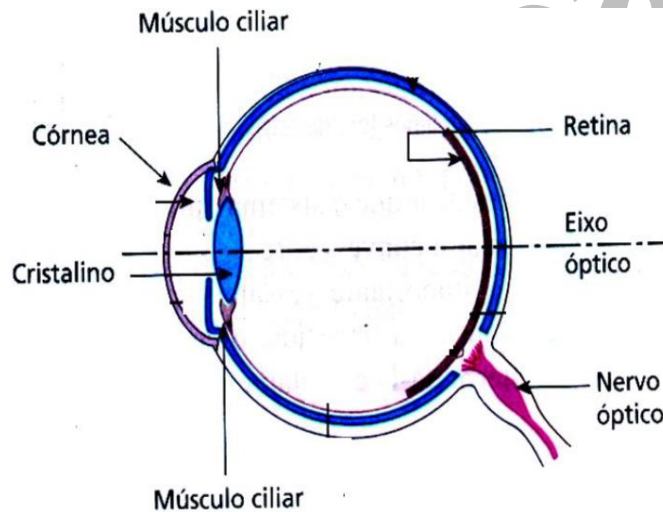


Luneta

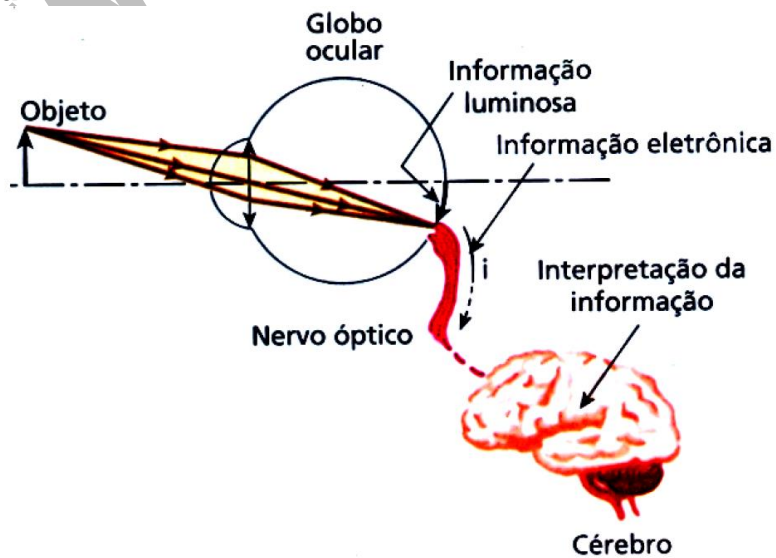


Olho humano

Globo ocular

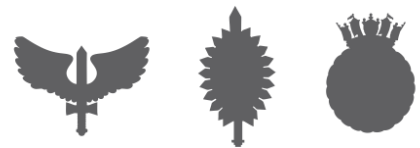


Globo ocular normal



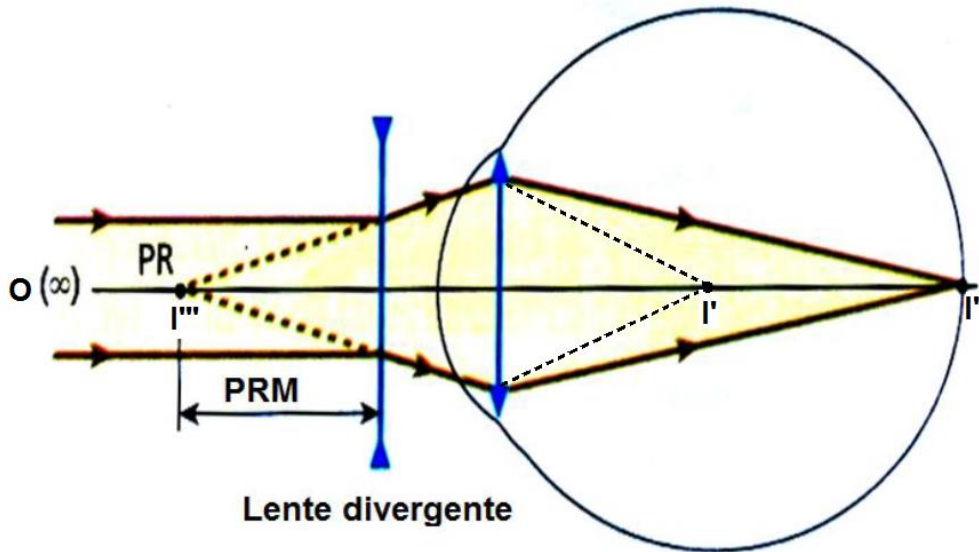
Ponto Próximo Normal ou distância mínima: PPN = 25 cm

Ponto Remoto Normal ou distância máxima: PRN = ∞



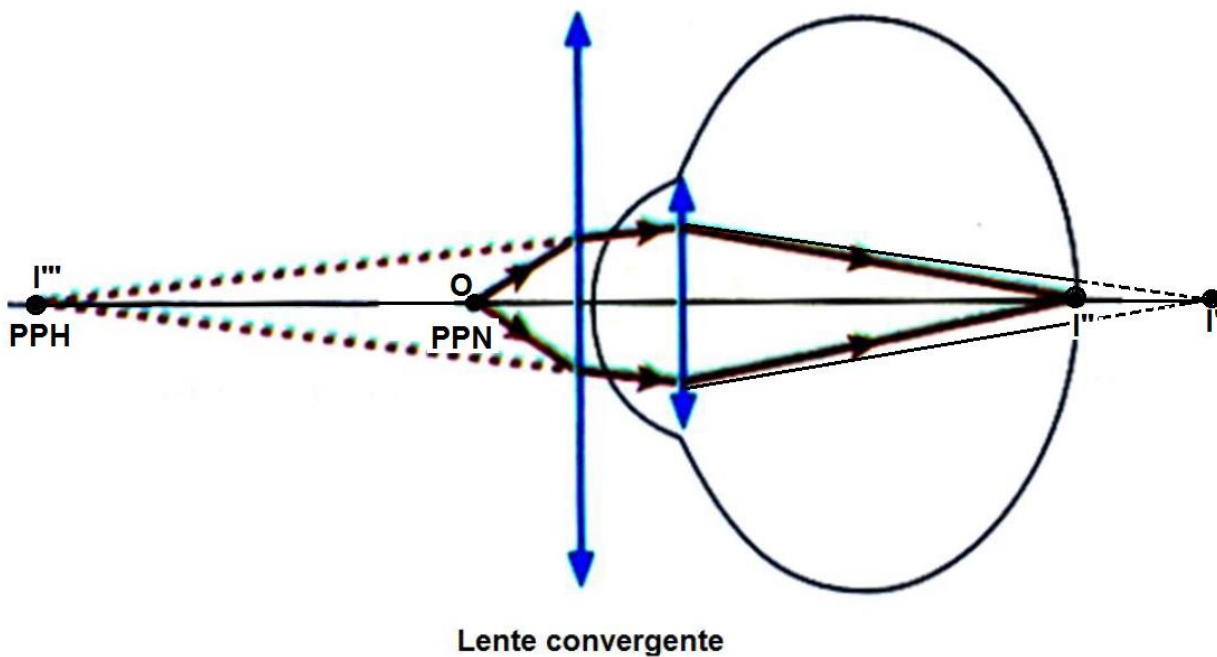
Defeitos da visão

Miopia



Ponto Remoto Míope ou distância máxima: $PRM = |f_L|$

Hipermetropia



Ponto Próximo Normal ou distância mínima: $PPN = 25 \text{ cm}$

Ponto Próximo Hipermetrope ou distância mínima: PRH

$$\frac{1}{f_L} = \frac{1}{PPN} - \frac{1}{PPH}$$



Presbiopia (ou vista cansada)

O defeito consiste no **enrijecimento dos músculos ciliares**, o que ocorre com o evoluir da idade. A presbiopia e uma ametropia (defeito visual) comum as pessoas com idade superior a 40 anos, que, com a limitação de sua capacidade de acomodação visual, tem dificuldades em "ver de longe" e também "de perto". A correção da presbiopia e feita mediante usa de lentes **bifocais** (ou multifocais), que tem uma região estimada visão de objetos longínquos e outra destinada à visão de objetos próximos.

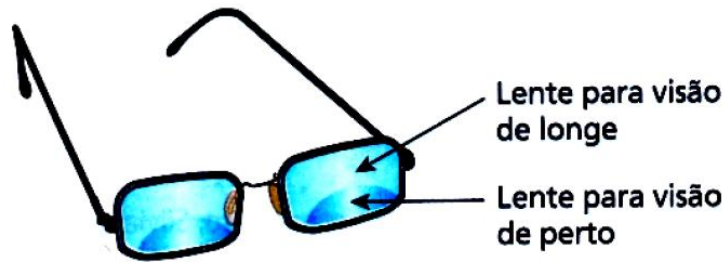


Ilustração de óculos com lentes bifocais.

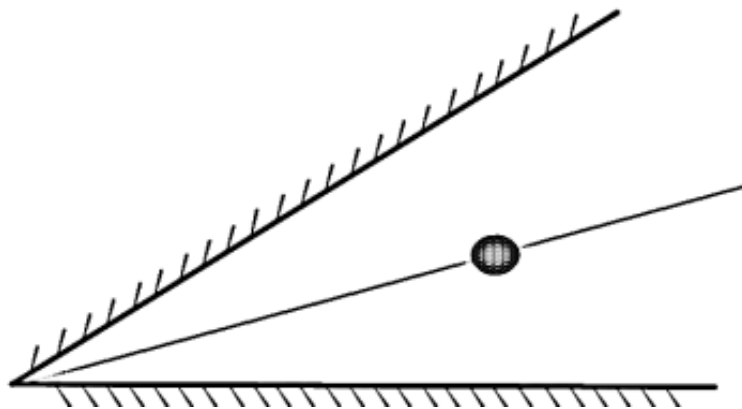
Astigmatismo

O **astigmatismo** é uma deficiência visual, causada pelo formato irregular da córnea ou do cristalino. Este desajuste faz com que a luz se refrate por vários pontos da retina em vez de se focar em apenas um. Para as pessoas que sofrem de astigmatismo, todos os objetos próximos ficam distorcidos. As imagens ficam embaçadas porque alguns dos raios de luz são focalizados e outros não. A correção do astigmatismo deve ser feita com lentes **cilíndricas**.





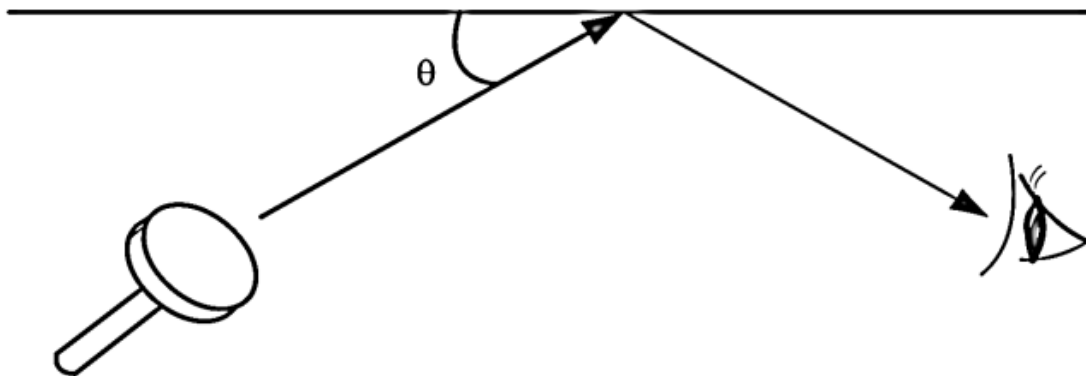
01. (EFOMM)



Dois espelhos planos formam um ângulo de 36° , como na figura. Um objeto pontual está na bissetriz formada entre os espelhos. Quantas imagens são formadas?

- A) 2
- B) 9
- C) 10
- D) 12
- E) 18

02. (EFOMM)



Um mergulhador utiliza uma lanterna, apontando o feixe luminoso de dentro d'água para a superfície. Outro mergulhador observa o feixe luminoso refletido como na figura. Considere o índice de refração da água 1,33 e do ar 1,00. É dada a tabela:

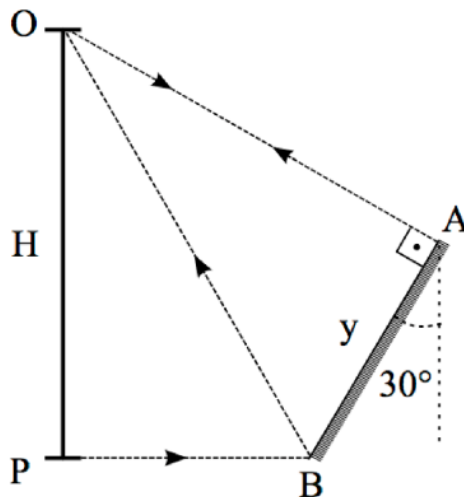
sen 41°	sen 45°	sen 49°	sen 53°	sen 57°
0,656	0,707	0,755	0,799	0,839

Pode-se afirmar, então, que o valor aproximado do ângulo limite θ , definido entre o feixe e a superfície, para reflexão total do feixe, é dado por:

- A) 41°
- B) 45°
- C) 49°
- D) 53°
- E) 57°



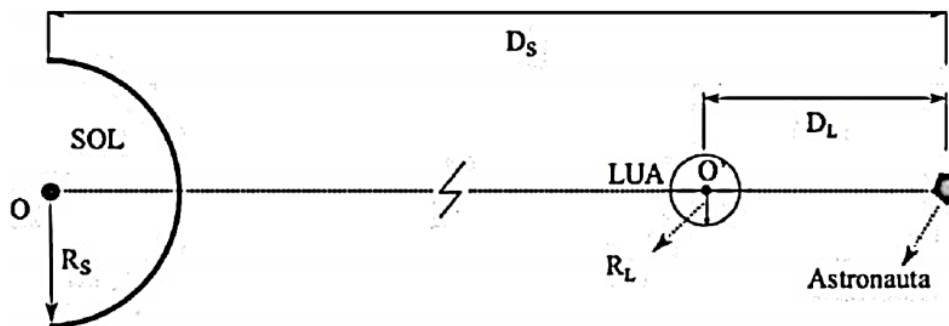
03. (EFOMM)



Uma pessoa em postura ereta (OP) consegue observar seu corpo inteiro exatamente entre as extremidades de um espelho plano (AB), inclinado de 30° em relação à vertical, e com extremidade inferior apoiada no solo. Em função da dimensão y do espelho, mostrada na figura, a altura máxima H da pessoa deve ser:

- A) $2y$ B) $y\sqrt{3}$ C) $3y/2$
 D) $1+y^2/3$ E) $\sqrt{1+3y^2/4}$

04. (EFOMM)



Um astronauta aproxima-se da Lua movendo-se ao longo da reta que une os centros do Sol e da Lua. Quando distante D_L quilômetros do centro da Lua e D_S quilômetros do centro do Sol, conforme mostrado na figura, ele passa a observar um *eclipse total* do Sol. Considerando o

raio do Sol (R_S) igual a 400 vezes o raio da Lua (R_L), a razão entre as distâncias $\frac{D_S}{D_L}$ é:

- A) 1200 B) 800 C) 400
 D) 100 E) 20

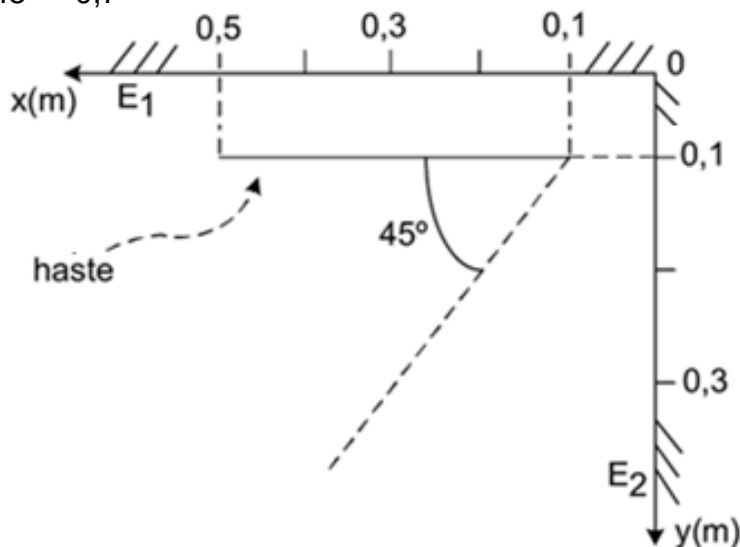
05. (EFOMM) Um objeto linear, real, perpendicular ao eixo principal de um espelho esférico côncavo, forma nesse espelho uma imagem direita e ampliada por um fator igual a três. Sabendo que a distância entre objeto e imagem é de 80 cm, a distância focal, em cm, do espelho, é:

- A) + 10 B) + 15 C) + 20
 D) + 25 E) + 30



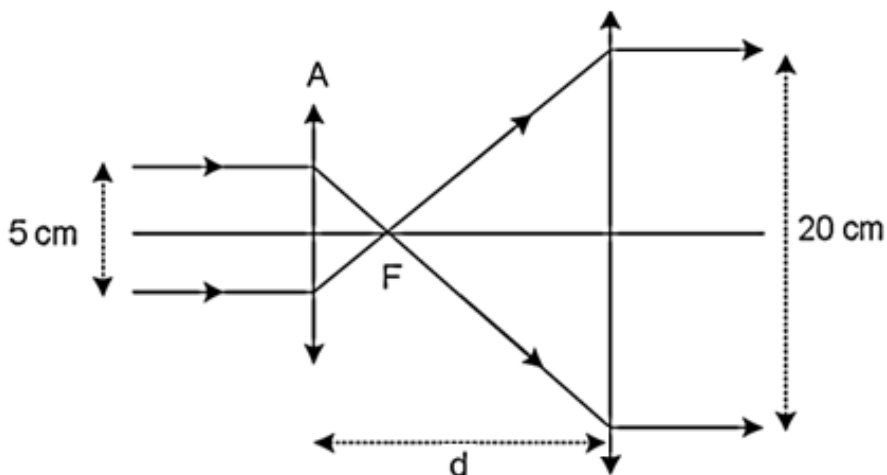
06. (EFOMM) Considere os espelhos planos E1 (ao longo do eixo x), E2 (ao longo do eixo y) e a haste uniforme de 0,4 metro (paralela ao eixo x). Se a haste girar 45° no sentido anti-horário, as coordenada (x,y) das imagens do centro de massa da haste serão:

Dados: $\text{sen}45^\circ = \text{cos}45^\circ = 0,7$



- A) (0; 0,24), (0,24; 0)
- B) (0,24; -0,24), (-0,24; 0,24)
- C) (0,14; -0,14), (-0,14; 0,14)
- D) (0,24; -0,24), (-0,24; 0,24), (-0,24; -0,24)
- E) (0,14; -0,14), (-0,14; 0,14), (-0,14; -0,14)

07. (EFOMM)

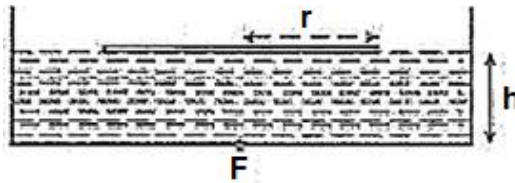


Dois raios de luz, separados entre si de 5,0 centímetros, incidem paralelamente ao eixo principal de uma lente delgada A. Os raios emergentes incidem sobre a lente delgada B, saindo paralelos e separados de 20 centímetros, a distância d, em centímetros, entre as lentes, é:

- A) 10
- B) 12
- C) 14
- D) 20
- E) 25



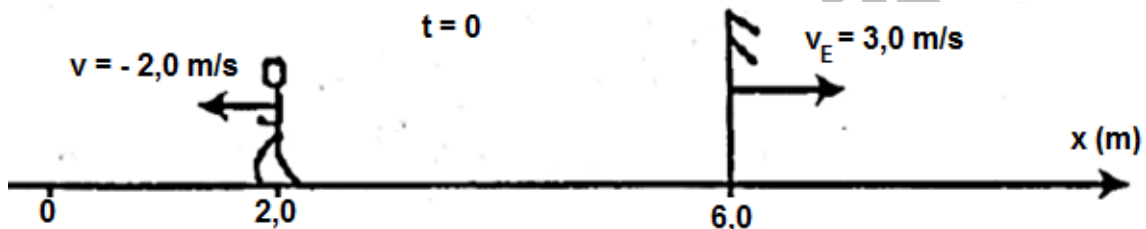
08. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Uma fonte F de luz puntiforme está no fundo de um tanque que contém um líquido de índice de refração n . Um disco de madeira de raio r , de comprimento igual à coluna h de líquido, é colocado rente à superfície do líquido, de tal forma que nenhum raio de luz vindo de F seja refratado. Nessas condições, qual é o índice de refração n ?

- A) 1,05 B) 1,14 C) 1,23
 D) 1,32 E) 1,41

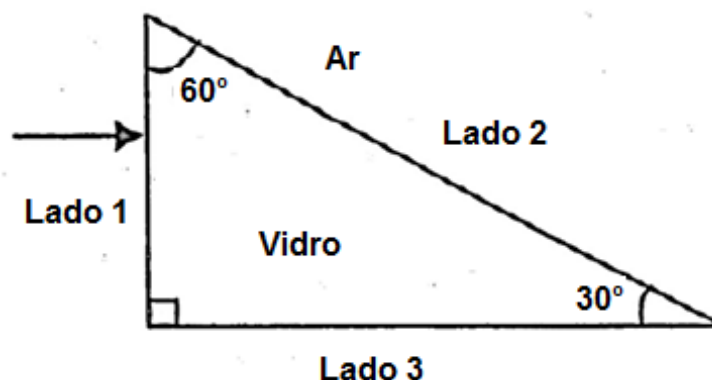
09. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



No instante $t = 0$, tem-se um menino na posição $x_0 = 2,0\text{m}$, que está em movimento retilíneo e uniforme, com velocidade $V = -2,0\text{ m/s}$ sobre o eixo x , e um espelho plano na posição $x_{0E} = 6,0\text{m}$, que também executa um movimento retilíneo e uniforme, com velocidade $V_E = 3,0\text{ m/s}$ sobre o mesmo eixo x , conforme indica a figura acima. Qual é a distância percorrida pela imagem do menino durante o intervalo de tempo de zero a dois segundos?

- A) 20 m B) 19 m C) 18 m
 D) 17 m E) 16 m

10. (EFOMM) A seção principal de um prisma de vidro, imerso no ar, é um triângulo com ângulos de 30° , 60° e 90° , conforme indica a figura acima. Um raio monocromático incide na direção da normal do lado 1 deste prisma. Com base nos dados apresentados, é correto afirmar que este raio emergirá pelos dados apresentados, é correto afirmar que este raio emergirá pelo lado L e o ângulo β , em relação a sua normal, respectivamente, dados pelo item:

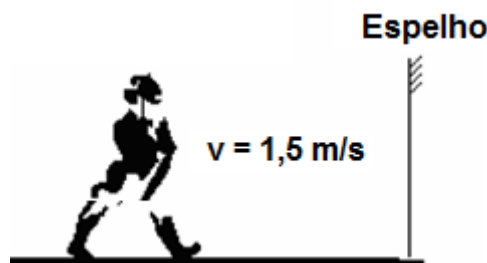




Dados: $\left\{ \begin{array}{l} \text{índice de refração do ar : 1} \\ \text{índice de refração do vidro : } \sqrt{2} \\ \text{sen}45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \end{array} \right.$

- A) L = lado 2 com $\beta < 30^\circ$
- B) L = lado 3 com $\beta = 30^\circ$
- C) L = lado 2 com $\beta > 30^\circ$
- D) L = lado 3 com $\beta > 30^\circ$
- E) L = lado 2 com $\beta = 30^\circ$

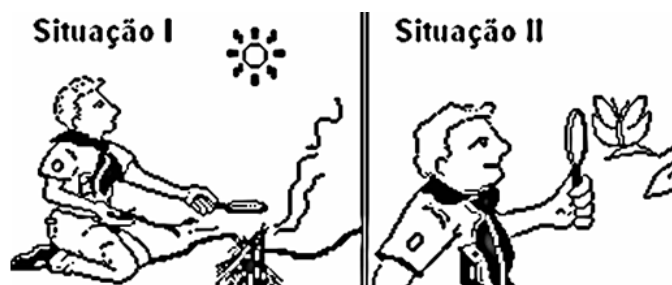
11. (EFOMM) Uma pessoa caminha em direção a um espelho fixo com velocidade escalar constante, medida em relação ao solo, conforme mostra a figura abaixo.



Analisando a situação descrita, pode-se afirmar que:

- A) a imagem, de mesmo tamanho, afasta-se do espelho com velocidade de 1,5 m/s
- B) a imagem, de mesmo tamanho, aproxima-se do espelho com velocidade de 3 m/s
- C) a pessoa e a sua imagem aproximam-se com velocidade relativa de 3 m/s
- D) a pessoa e a sua imagem afastam-se com velocidade relativa de 3 m/s
- E) a imagem, aumentada devido à aproximação da pessoa, tem velocidade de 1,5 m/s

12. (EFOMM)



A figura acima mostra um escoteiro utilizando uma lente esférica em dois momentos distintos. Pode-se concluir que o tipo da lente e a imagem fornecida por ela na situação II, respectivamente, são:

- A) convergente e real
- B) divergente e virtual
- C) côncava e virtual
- D) convexa e virtual
- E) convexa e real



13. (EFOMM) Mantendo-se uma tradição das Olimpíadas, ocorreu, no mês de março de 2008, na Grécia, a cerimônia do acendimento da tocha olímpica, que percorreu diversas cidades de todos os continentes. Para acender a tocha, foi usado um espelho esférico, que captou os raios solares, dirigindo-se para um ponto onde ela se encontrava. De acordo com a informação, é correto afirmar que a tocha estava:

- A) no centro de curvatura do espelho convexo
- B) no foco do espelho convexo
- C) no centro de curvatura do espelho côncavo
- D) no foco do espelho côncavo
- E) entre o foco e o vértice do espelho côncavo

14. (EFOMM) Coloque F(falso) ou V (verdadeiro) nas afirmativas abaixo e assinale a seguir a alternativa correta.

- () A miopia é corrigida por lentes cilíndricas.
 - () A hipermetropia é corrigida por lentes convergentes.
 - () O astigmatismo é corrigido por lentes divergentes.
 - () As lentes divergentes somente geram imagens virtuais.
 - () Os espelhos esféricos convexos são usados em retrovisores de automóveis.
- A) VVFFF
 - B) FVFVV
 - C) VFVFV
 - D) VFFVF
 - E) FVVVF

15. (EFOMM) Duas lentes delgadas com raios de curvatura iguais, uma bicôncava e outra biconvexa, de distâncias focais respectivamente iguais a 80 cm e 50 cm, imersas no ar ($n_{ar} = 1$), foram associadas, colocando-se uma justaposta a outra, formando uma única lente. A respeito da nova lente formada, pode-se dizer que é:

- A) convergente com $f = + 0,3$ m
- B) convergente com $f = + 1,3$ m
- C) divergente com $f = - 0,3$ m
- D) divergente com $f = + 0,3$ m
- E) divergente com $f = - 1,3$ m

16. (EFOMM) O Comandante de um navio observa que os raios de luz do sol formam 30° com o vidro da janela do passadiço, de índice de refração $\sqrt{3}$ e sofrem um desvio de 5 cm. Sabe-se que o vidro da janela ao lado, de mesma espessura, tem um índice de refração $\sqrt{6}/2$. De quanto seria, aproximadamente, esse desvio lateral, para que o mesmo ângulo de incidência de raio de luz que incidiu na primeira janela? Dado: índice de refração do ar = 1; $\sin 15^\circ = 0,25$

- A) 3,0 cm
- B) 4,0 cm
- C) 5,0 cm
- D) 6,0 cm
- E) 9,0 cm



17. (EFOMM) Uma lente convergente projeta sobre uma tela imagem cinco vezes maior de um objeto real. Sabendo-se que a distância entre o objeto e a imagem é de 90 cm, a convergência da lente é:

- A) 8 di B) 9 di C) 10 di
 D) 11 di E) 12 di

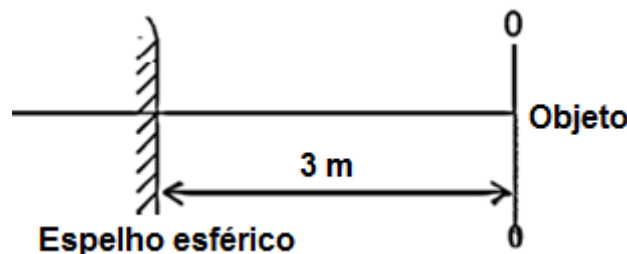
18. (EFOMM) Um pescador observa um peixe nadando em águas cristalinas (índice de refração $n_{ar} = 1$ e $n_{água} = \sqrt{2}$). Com relação a esta situação, analise as afirmativas abaixo:

- I- Para o pescador, o peixe parece estar nadando em profundidade maior que a real.
 II- Se o pescador deseja arpoar o peixe, deverá fazê-lo mirando em posição a frente da posição na qual o mesmo parece estar.
 III- Se o ângulo de incidência (ar para água) for de 30° , o seno do ângulo de refração será de $\sqrt{2} / 4$.
 IV- A profundidade aparente do peixe independe da sua profundidade real.

Assinale a alternativa correta.

- A) II, III e IV são verdadeiras
 B) Somente a afirmativa II é verdadeira
 C) I e II são verdadeiras
 D) II e III são verdadeiras
 E) I e IV são verdadeiras

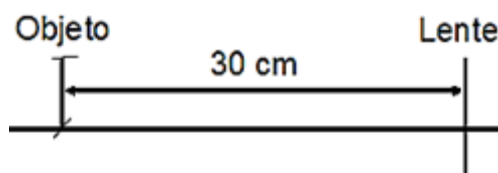
19. (EFOMM) Espelhos esféricos são muito utilizados na indústria de um modo geral. Considere um espelho esférico convexo de raio de curvatura de 7,5 cm e um objeto que se encontra a 3 m do mesmo.



A ampliação linear deste espelho é igual a:

- A) 1/19 B) 1/27 C) 1/29
 D) 1/64 E) 1/81

20. (EFOMM)



Uma lente delgada de índice de refração 1,5 está imersa no ar, cujo índice de refração é igual a q . A lente é biconvexa e possui raios de curvatura de 50 cm. Um objeto é colocado a 30 cm da lente, conforme o esquema acima. Pode-se afirmar que o tipo de lente, a natureza da imagem e a ampliação linear são, respectivamente:

- A) divergente, virtual e 1,6 B) convergente, virtual e 2,5 C) convergente, virtual e 3,0
 D) convergente, real e 1,5 E) divergente, virtual e 2,0



21. (EFOMM) Analise as assertivas abaixo:

- I- Um espelho esférico côncavo somente gera imagens virtuais, menores e direitas, qualquer que seja a distância entre o objeto e o seu vértice.
- II- Espelhos esféricos convexos são bastante utilizados em retrovisores laterais de automóveis e nas entradas de elevadores operados por cabineiros.
- III- A miopia é corrigida por lentes convergentes.
- IV- As condições de refração das lentes esféricas dependem do meio no qual estão imersas.

Estão ERRADAS as assertivas:

- A) I e IV
- B) I e III
- C) II e III
- D) II e IV
- E) III e IV

22. (EFOMM) Uma lente convergente projeta sobre uma tela uma imagem quatro vezes maior de um objeto real. Sabendo que a distância entre o objeto e a imagem é de 60 cm, quanto vale a convergência da lente?

- A) 13,3 di
- B) 11,3 di
- C) 10,4 di
- D) 8,9 di
- E) 6,8 di

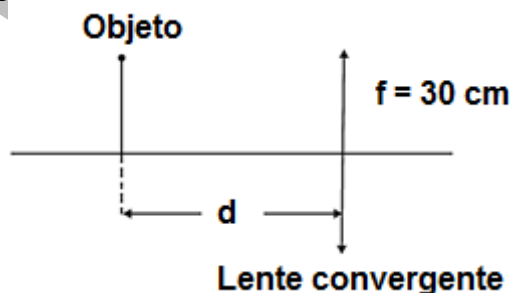
23. (EFOMM) Analise as assertivas abaixo:

- I- Os comprimentos de onda de luz em meios de propagação diferentes são independentes das suas velocidades de propagação nesses meios.
- II- Em um dado instante, todos os pontos sobre uma frente de ondas servem como fontes secundárias. Após um intervalo de tempo T , a nova posição da frente de onda será aquela definida pela superfície tangente e essas frentes secundárias.
- III- O índice de refração da luz em um certo meio é a razão entre a velocidade da luz nesse próprio meio e a velocidade da luz no vácuo.
- IV - Um elemento de fibra óptica consegue “guiar” os raios luminosos, graças ao fenômeno da reflexão total, associado às baixas perdas laterais através do meio.

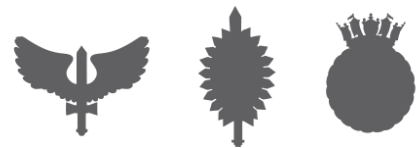
A sequência correta de assertivas certas (C) e erradas (E), de I para IV, é:

- A) ECEC
- B) CCCC
- C) EECC
- D) EEEC
- E) ECCC

24. (EFOMM) A figura abaixo mostra uma lente convergente de distância focal 30 cm. Um objeto é colocado a uma determinada distância da lente e forma uma imagem real cujo aumento linear é 3. A distância da imagem à lente é:



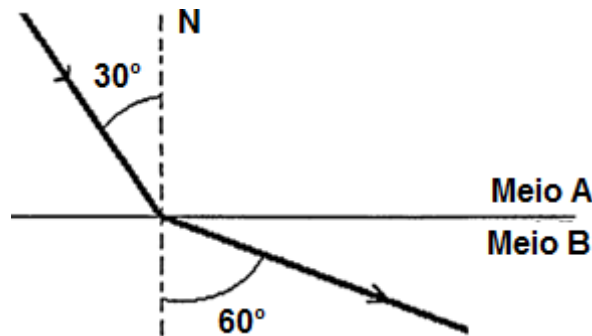
- A) 90 cm
- B) 115 cm
- C) 60 cm
- D) 80 cm
- E) 120 cm



25. (EFOMM) Uma menina observa a imagem de seu rosto em um espelho esférico convexo. À medida que ela aproxima o rosto do espelho, a imagem que ela vê:

- A) aumenta de tamanho mantendo-se sempre direita
- B) aumenta de tamanho mais se inverte a partir de determinada distância
- C) diminui de tamanho mantendo-se sempre direita
- D) diminui de tamanho mantendo-se sempre invertida
- E) aumenta de tamanho até certa distância do espelho a partir da qual passa a diminuir

26. (EFOMM) Observe a figura:



- A) o índice de refração do meio B é a metade do índice de refração do meio A
- B) o meio A é menos refringente que o meio B
- C) a velocidade da luz é a mesma nos dois meios
- D) a velocidade da luz no meio A é o dobro da velocidade da luz no meio B
- E) o índice de refração do meio A é maior do que no meio B.

27. (EFOMM) Uma pequena lâmpada está colocada no fundo de uma piscina cheia de um determinado líquido com profundidade igual a 2 m. Apesar de a lâmpada emitir luz em todas as direções, um observador situado fora da piscina verifica que a superfície do líquido não está toda iluminada, mas apenas uma região circular. Sabe-se que o índice de refração desse líquido é igual a 2. O raio da região circular iluminada da superfície da piscina é então

- A) 0,75 m
- B) 1,0 m
- C) 1,03 m
- D) 1,13 m
- E) 1,15 m

28. (EFOMM) A luz de uma lâmpada de sódio, cujo comprimento de onda no vácuo é 590 nm, atravessa um tanque cheio de glicerina percorrendo 20 metros em um intervalo de tempo t_1 . A mesma luz, agora com o tanque cheio de dissulfeto de carbono, percorre a mesma distância acima em um intervalo de tempo t_2 . A diferença $t_2 - t_1$, em nanossegundos, é:

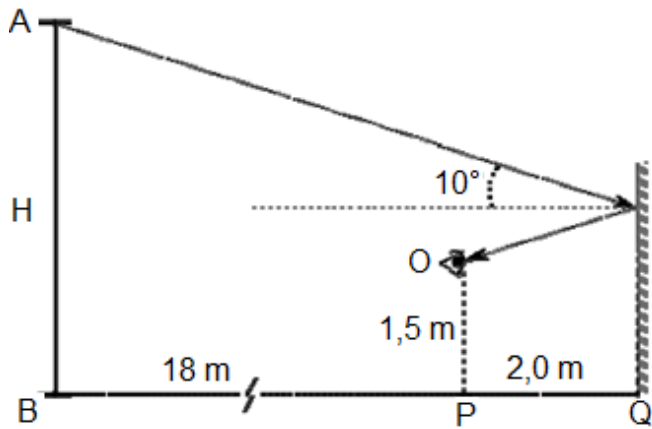
Dados: índices de refração: 1,47 (glicerina), e 1,63 (dissulfeto de carbono).

- A) 21
- B) 19
- C) 17
- D) 13
- E) 11

29. (EFOMM) Um espelho plano vertical reflete, sob um ângulo de incidência de 10° , o topo de uma árvore de altura H, para um observador O, cujos olhos estão a 1,50 m de altura e distantes 2,00 m do espelho. Se a base da árvore está situada 18,0 m atrás do observador, a altura H, em metros, vale:

Dados:

$\text{sen}(10^\circ) = 0,17$; $\text{cos}(10^\circ) = 0,98$; $\text{tg}(10^\circ) = 0,18$



- A) 4,0
- D) 6,0

- B) 4,5

- C) 5,5
- E) 6,5

Maxwell Videoaulas



GABARITO

01. B	02. A	03. B	04. C	05. E	06. D	07. A	08. E	09. E	10. D	11. C	12. D
13. D	14. B	15. B	16. A	17. A	18. D	19. E	20. D	21. B	22. C	23. A	24. E
25. A	26. E	27. E	28. E	29. C							