

Óptica Geométrica

PRINCÍPIOS DA ÓPTICA

A óptica tem como objetivo principal o estudo da luz e dos fenômenos a ela relacionados, particularmente os fenômenos da visão. A formação de imagens por espelhos e lentes, o funcionamento de instrumentos ópticos tão comuns à nossa vida diária, como óculos, lunetas, telescópios, máquinas fotográficas, bem como o funcionamento do globo ocular e a correção de suas anomalias são exemplos de alguns fenômenos abordados pela óptica.

ESPELHOS PLANOS

PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

PRINCÍPIO DA PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DOS RAIOS DE LUZ:

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

Aplicação: Sombra, penumbra, eclipse do sol e eclipse da lua, etc.

PRINCÍPIO DA INDEPENDÊNCIA DOS RAIOS DE LUZ:

Dois raios de luz que se cruzam, seguem seus caminhos independentemente um do outro.

PRINCÍPIO DA REVERSIBILIDADE DOS RAIOS DE LUZ:

A trajetória seguida por um raio de luz independente do sentido de propagação.

FONTES DE LUZ

PRIMÁRIA: Emitem luz própria.

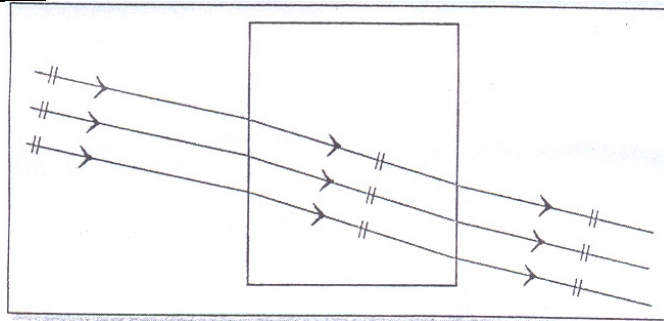
SECUNDÁRIA: Não emitem luz própria. Necessitam de uma fonte primária para serem vistos.

PONTUAL: Quando suas dimensões são irrelevantes no problema.

EXTENSA: Quando não pudermos desprezar as dimensões da fonte.

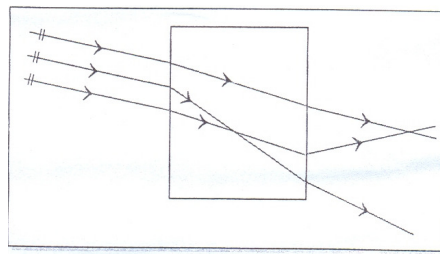
MEIOS DE PROPAGAÇÃO

TRANSPARENTE:



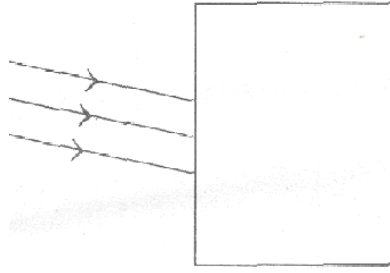
A luz se propaga regularmente nestes meios, de modo que os objetos possam ser vistos nitidamente.

TRANSLÚCIDOS:



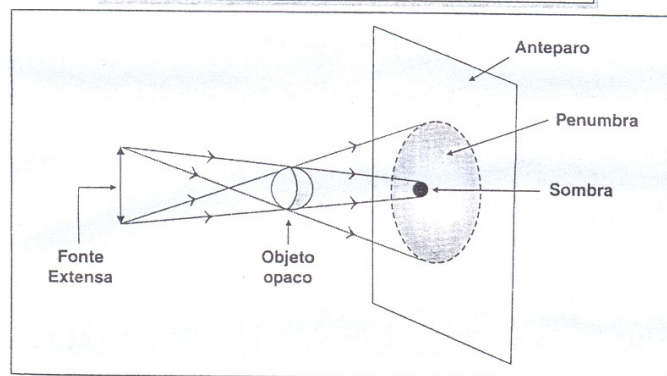
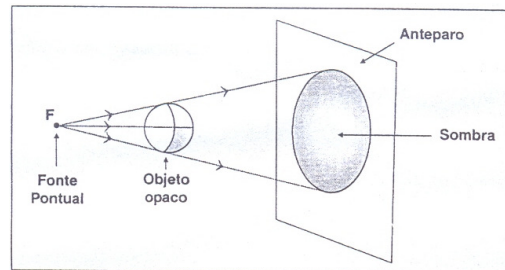
A luz não se propaga de maneira regular, de modo que os objetos não sejam vistos nitidamente.

OPACO:



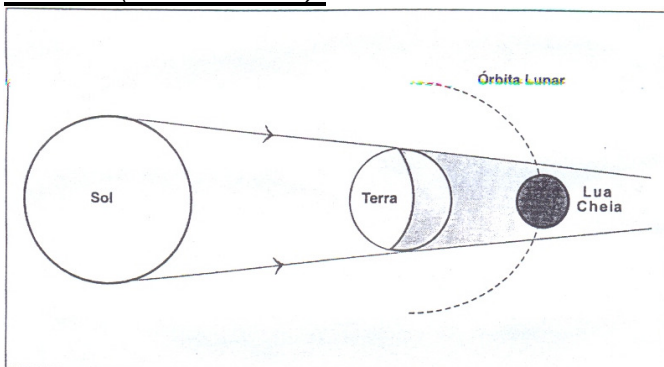
A luz não se propaga nesses meios.

SOMBRA E PENUMBRA

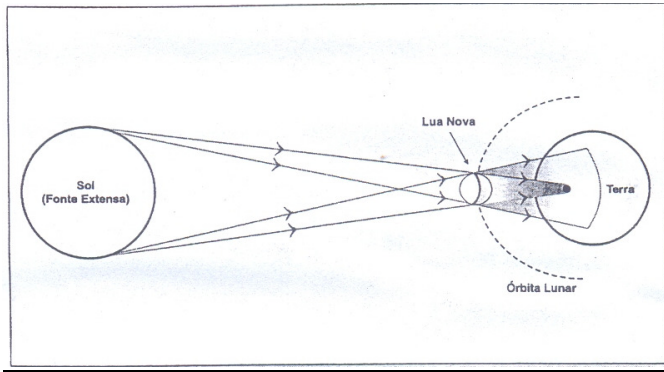


ECLIPSES

LUNAR (LUA CHEIA):



SOLAR (LUA NOVA):

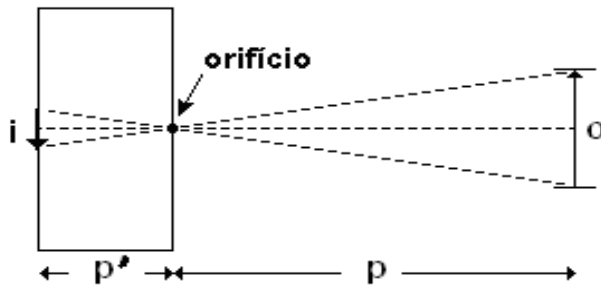


Região de penumbra: Eclipse parcial.

Região de sombra: Eclipse total.

CÂMERA ESCURA DE ORÍFICIO

- **O** → comprimento do objeto;
- **I** → comprimento da imagem;
- **P'** → profundidade da câmera;
- **P** → distância do objeto à câmera.



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

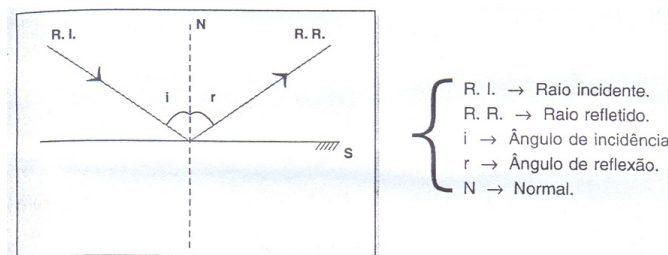
A COR DE UM CORPO

- Quando um corpo iluminado com luz branca se apresenta **verde**, significa que o corpo reflete difusamente a luz verde e absorve as demais luzes que compõem a luz branca.
- Se o corpo não absorver luz de nenhuma cor, refletindo todas, ele é um **corpo branco**.
- Se o corpo absorver as luzes de todas as cores nele incidentes, ele é um **corpo negro**.

REFLEXÃO DA LUZ

O raio de luz retorna ao meio de origem após a reflexão.

ELEMENTOS:

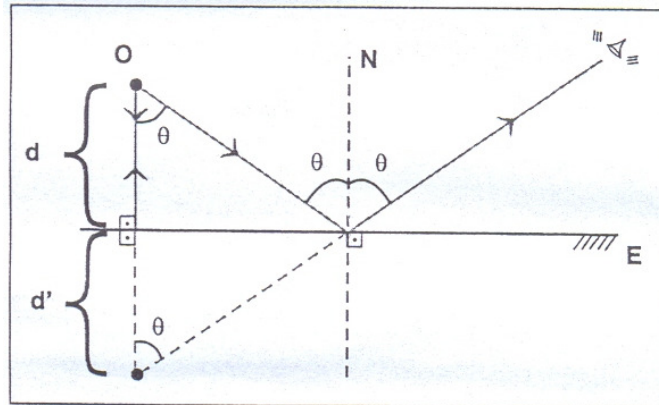


LEIS DA REFLEXÃO

1º Lei: R. I. , R. R e N são co-planares.

2º Lei: $i=r$

FORMAÇÃO DE IMAGEM EM ESPELHOS PLANOS



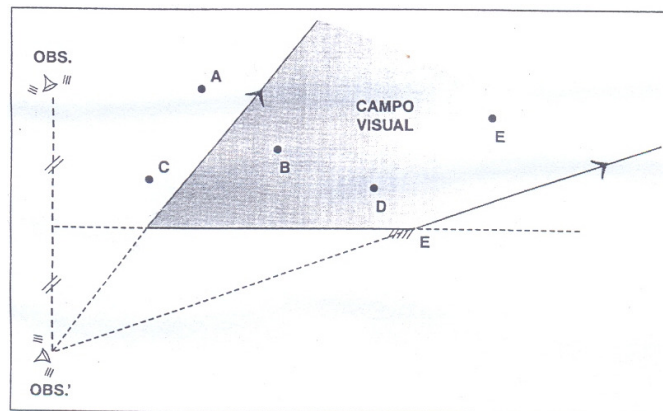
Para construir uma imagem, devemos buscar a informação que vem do espelho, ou seja, os raios refletidos.

No caso anterior, os raios refletidos não se “encontram”. Logo, usamos o artifício de buscar os “prolongamentos” dos raios refletidos. Estes se encontram no ponto O' , que é a nossa imagem VIRTUAL do objeto real O .

Note que, através de argumentos geométricos simples, verificamos que:

$$d = d'$$

CAMPO VISUAL



Apenas os objetos B , D e E serão vistos pelo observador através de reflexão no espelho.

TRANSLAÇÃO DE UM ESPELHO PLANO

Em relação a um referencial fixo ao solo:

$$|\Delta S|_{\text{imagem}} = 2 \cdot |\Delta S|_{\text{espelho}}$$

$$V_{\text{imagem}} = 2 \cdot V_{\text{espelho}}$$

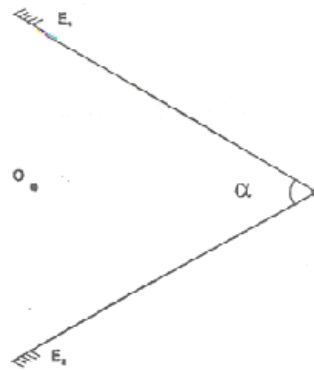
ROTAÇÃO DE ESPELHO PLANO

$$|\Delta \theta|_{\text{IMAGEM}} = 2 \cdot |\Delta \theta|_{\text{ESPELHO}}$$

$$\omega_{\text{IMAGEM}} = 2 \cdot \omega_{\text{ESPELHO}}$$

IMAGENS MÚLTIPLAS

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



Números de imagens obtidas na associação de espelhos planos não-paralelos.

$360^\circ/\alpha \Rightarrow$ par: pode-se utilizar a expressão dada para qualquer posição de $\underline{Q}$ entre os espelhos E_1 e E_2 .

$360/\alpha \Rightarrow$ ímpar: a expressão acima só é válida se $\underline{Q}$ estiver no plano bissetor do ângulo α .

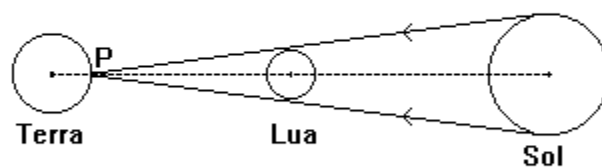
Nota! Se colocarmos espelhos planos perfeitos em paralelo haverá formação de uma dupla infinita de imagens.

Exercícios

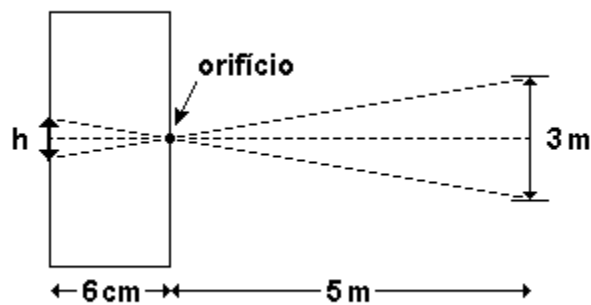
1. (Ufrj) No dia 3 de novembro de 1994 ocorreu o último eclipse total do Sol deste milênio. No Brasil, o fenômeno foi mais bem observado na Região Sul.

A figura mostra a Terra, a Lua e o Sol alinhados num dado instante durante o eclipse; neste instante, para um observador no ponto P, o disco da Lua encobre exatamente o disco do Sol.

Sabendo que a razão entre o raio do Sol (R_s) e o raio da Lua (R_l) vale $R_s/R_l = 4,00 \times 10^2$ e que a distância do ponto P e ao centro da Lua vale $3,75 \times 10^5 \text{ km}$, calcule a distância entre P e o centro do Sol. Considere propagação retilínea para o luz.



2. (Ufrj) No mundo artístico as antigas "câmaras escuras" voltaram à moda. Uma câmara escura é uma caixa fechada de paredes opacas que possui um orifício em uma de suas faces. Na face oposta à do orifício fica preso um filme fotográfico, onde se formam as imagens dos objetos localizados no exterior da caixa, como mostra a figura.



Suponha que um objeto de 3m de altura esteja a uma distância de 5m do orifício, e que a distância entre as faces seja de 6cm. Calcule a altura h da imagem.

3. (Cesgranrio) O menor tempo possível entre um eclipse do Sol e um eclipse da Lua é de aproximadamente:

- a) 12 horas.
- b) 24 horas.
- c) 1 semana.
- d) 2 semanas.
- e) 1 mês.

4. (Cesgranrio) Às 18h, uma pessoa olha para o céu e observa que metade da Lua está iluminada pelo Sol. Não se tratando de um eclipse da Lua, então é correto afirmar que a fase da Lua, nesse momento:

- a) só pode ser quarto crescente
- b) só pode ser quarto minguante
- c) só pode ser lua cheia.
- d) só pode ser lua nova.
- e) pode ser quarto crescente ou quarto minguante.

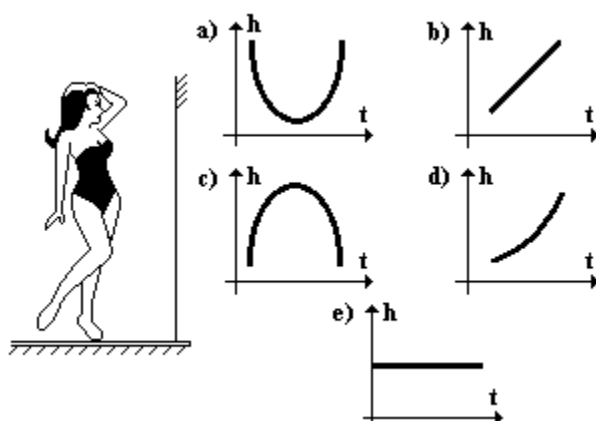
5. (Fuvest) Admita que o sol subitamente "morresse", ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. 24 horas após este evento, um eventual sobrevivente, olhando para o céu, sem nuvens, veria:

- a) a Lua e estrelas.
- b) somente a Lua.
- c) somente estrelas.
- d) uma completa escuridão.
- e) somente os planetas do sistema solar.

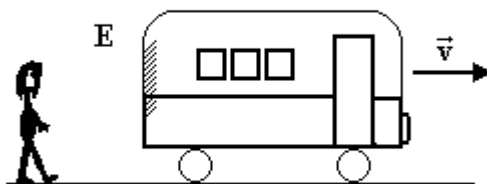
6. (Cesgranrio) O espelho de um banheiro é comum, plano, feito de vidro. Uma pessoa, em frente a esse espelho, observa a imagem do seu próprio rosto. Assinale a opção que indica corretamente os fenômenos ocorridos com a luz que atravessa o vidro desse espelho para os olhos dessa pessoa, desde o instante em que foi emitida pelo seu rosto, em direção ao espelho.

- a) Reflexão
- b) Refração
- c) Reflexão - Refração - Reflexão
- d) Reflexão - Refração - Reflexão - Refração - Reflexão
- e) Refração - Reflexão - Refração

7. (Faap) Uma modelo aproxima-se de um espelho plano e depois dele se afasta sempre andando muito charmosamente. Qual dos gráficos a seguir representa o tamanho real h de sua imagem em função do tempo?

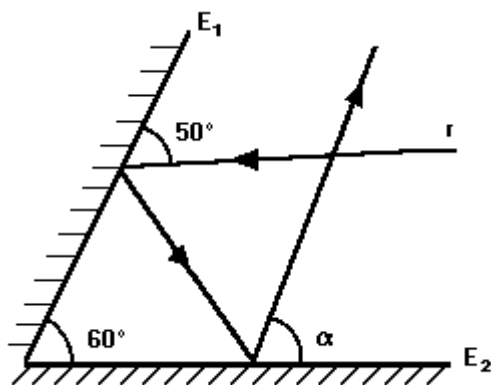


8. (Uece) Um menino, parado em relação ao solo, vê sua imagem em um espelho plano E colocado à parede traseira de um ônibus. Se o ônibus se afasta do menino com velocidade de 2 m/s , o módulo da velocidade da imagem, em relação ao solo, é:



- a) 4 m/s
- b) 3 m/s
- c) 2 m/s
- d) 1 m/s

9. (Uel) Um raio de luz r incide sucessivamente em dois espelhos planos E_1 e E_2 , que formam entre si um ângulo de 60° , conforme representado no esquema a seguir. Nesse esquema o ângulo α é igual a

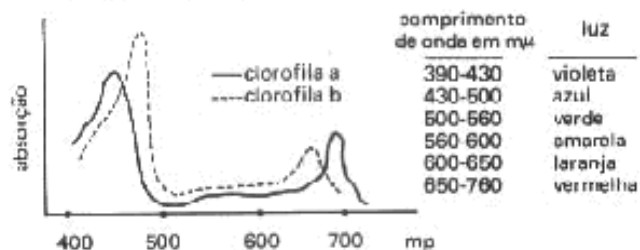


- a) 80°
- b) 70°
- c) 60°
- d) 50°
- e) 40°

10. (Ufpe 2002) Uma criança corre em direção a um espelho vertical plano, com uma velocidade constante de $4,0\text{m/s}$. Qual a velocidade da criança, em m/s , em relação à sua imagem?

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 4,0
- d) 6,0
- e) 8,0

11. O gráfico e a tabela abaixo mostram as curvas de absorção de energia pelas clorofilas e os comprimentos de onda da luz.



Analisando-os, conclui-se que, teoricamente, obter-se-ia maior produtividade em plantas iluminadas por luz:

- a) azul
- b) verde
- c) amarela
- d) laranja
- e) vermelha

12. Através do espelho (plano) retrovisor, um motorista vê um caminhão que viaja atrás do seu carro. Observando certa inscrição pintada no para-choque do caminhão, o motorista vê a seguinte imagem:

SORRIA

Pode-se concluir que a inscrição pintada naquele para-choque é:

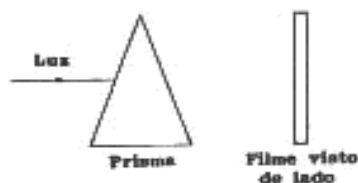
- a) AIRRO3
- b) YIUUOS
- c) SUKHIA
- d) 2ORRIA
- e) SOHNIY

13. Dois espelhos planos verticais formam um ângulo de 120° , conforme a figura. Um observador está no ponto A. Quantas imagens de si mesmo ele verá?

- a) 4
- b) 2
- c) 3
- d) nenhuma
- e) infinitas



14. Um feixe de luz é uma mistura de três cores: verde, vermelho e azul. Ele incide, conforme indicado na figura, sobre um prisma de material transparente, com índice de refração crescente com a frequência. Após atravessar o prisma, a luz atinge um filme para fotografias a cores que, ao ser revelado, mostra três manchas coloridas.

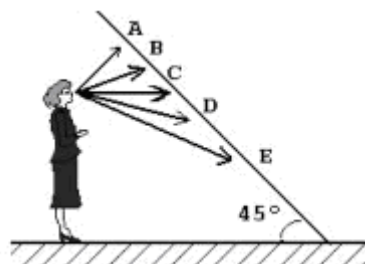


De cima para baixo, as cores dessas manchas são, respectivamente,

- a) verde, vermelho e azul.
- b) vermelho, azul e verde.
- c) azul, vermelho e verde.
- d) verde, azul e vermelho.
- e) vermelho, verde e azul.

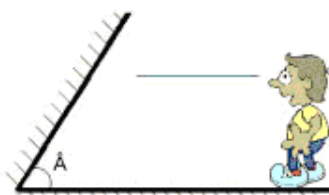
15. Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura. A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E



16. Dois espelhos planos, sendo um deles mantido na horizontal, formam entre si um ângulo $\hat{A}$. Uma pessoa observa-se através do espelho inclinado, mantendo seu olhar na direção horizontal. Para que ela veja a imagem de seus olhos, e os raios retornem pela mesma trajetória que incidiram, após reflexões nos dois espelhos (com apenas uma reflexão no espelho horizontal), é necessário que o ângulo $\hat{A}$ seja de

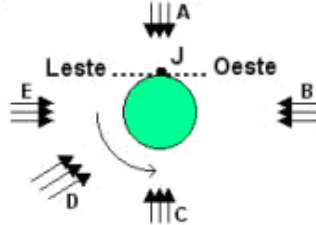
- a) 15°
- b) 30°
- c) 45°
- d) 60°
- e) 75°



17. Um jovem, em uma praia do Nordeste, vê a Lua a Leste, próxima ao mar. Ele observa que a Lua apresenta sua metade superior iluminada, enquanto a metade inferior permanece escura. Essa mesma situação, vista do espaço, a partir de um satélite artificial da Terra, que se encontra no prolongamento do eixo que passa pelos pólos, está esquematizada (parcialmente) na figura, onde



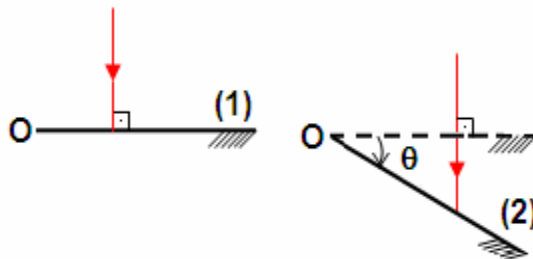
J é a posição do jovem. Pode-se concluir que, nesse momento, a direção dos raios solares que se dirigem para a Terra é melhor representada por



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

A seta curva indica o sentido de rotação da Terra

18. Um raio de luz incide verticalmente sobre um espelho plano horizontal (Posição 1). Determine o desvio angular do raio, quando o espelho gira de um ângulo $\theta = 45^\circ$ em torno de um eixo que passa pelo ponto O (Posição 2), como mostra a figura abaixo.



- A) 15°
- B) 30°
- C) 45°
- D) 60°
- x E) 90°

19. Uma pessoa está a **5 m** de um espelho plano. Considerando que ela se afasta perpendicularmente ao espelho com velocidade constante de **3,0 m/s**, a distância entre a pessoa e a sua imagem após **5,0 s**. é:

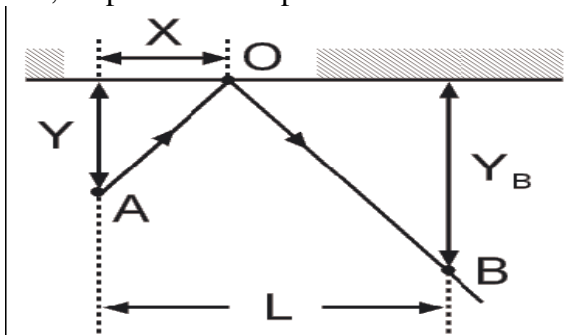
- A) 10 m
- B) 20 m
- C) 30 m
- x D) 40 m
- E) 50 m

20. A sombra de um objeto, devida à luz do Sol, só tem contorno bem nítido quando está próxima do objeto. À medida que o objeto se afasta de sua sombra, seu contorno perde a nitidez e ela chega até a desaparecer. Isso ocorre

- (A) devido aos princípios da independência e da reversibilidade dos raios de luz.
- (B) devido à distância da Terra ao Sol.

- (C) porque os raios de Sol são paralelos entre si.
 (D) porque o Sol é uma fonte pontual de luz.
 x(E) porque o Sol é uma fonte extensa de luz.

21. Um raio de luz sai do ponto A, incide sobre um espelho em O, sendo refletido em direção ao ponto B. Considerando $X = 0,5 \text{ m}$, $Y = 1,0 \text{ m}$ e $L = 2,0 \text{ m}$, calcule a distância YB, do ponto B ao espelho.



- A) 1,0 m
 B) 2,0 m
 xC) 3,0 m
 D) 4,0 m
 E) 5,0 m

22. Analise as afirmativas abaixo.

1ª afirmativa: Em um espelho plano, um objeto e a sua imagem conjugada são tais que, quando o objeto é real, a imagem é virtual, e, reciprocamente, quando o objeto é virtual, a imagem é real.

2ª afirmativa: Um espelho plano não modifica a natureza do pincel incidente. Quando o pincel incidente é convergente, o pincel refletido é convergente, e, reciprocamente, quando o pincel incidente é divergente, o pincel refletido também é divergente.

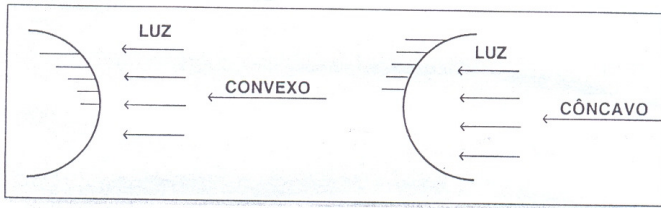
Considerando o conteúdo das duas afirmativas e a existência ou não de uma relação entre elas, pode-se afirmar que:

- xA) As duas afirmativas são verdadeiras e a segunda justifica a primeira.
 B) As duas afirmativas são verdadeiras, mas a segunda não justifica a primeira.
 C) Apenas a primeira afirmativa é verdadeira.
 D) Apenas a segunda afirmativa é verdadeira.
 E) As duas afirmativas são falsas.

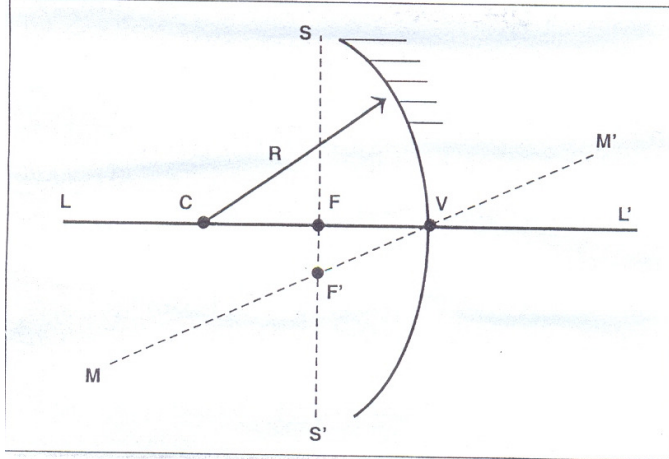
Gabarito

- 1) $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$, 2) $h = 3,6 \times 10^2 \text{ m}$, 3) D, 4) A,
 5) C, 6) E, 7) C, 8) A, 9) A, 10) E 11. até a 17. fica como tarefa

ESPELHOS ESFÉRICOS SIMBOLOGIA



ELEMENTOS DE UM ESPELHO ESFÉRICO



V → Vértice do espelho.

C → Centro do espelho.

R → Raio de curvatura.

LL' → Eixo principal (contém **C** e **V**).

MM' → Eixo secundário (contém apenas **V**).

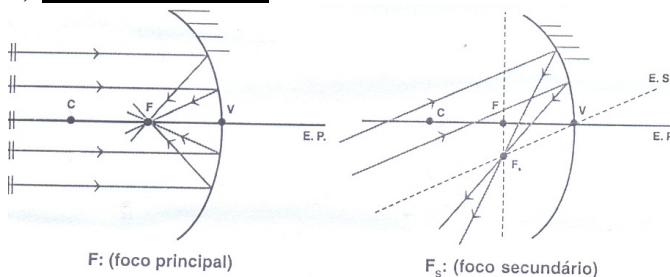
SS' → Plano focal.

F → Foco Principal.

F' → Foco secundário.

FOCOS DO ESPELHO

a) Espelho côncavo

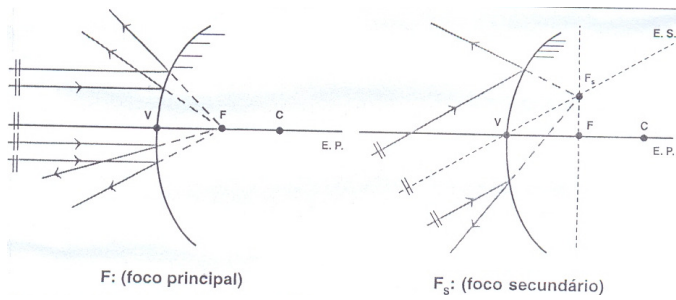


⇒ Raios paralelos ao eixo principal sofrem reflexão passando pelo foco principal (**F**).

⇒ Raios paralelos ao eixo secundário (**Nota:** qualquer eixo secundário) sofrem reflexão passando pelo foco secundário (**F_s**) correspondente.

Esses focos são imagens reais.

b) Espelho convexo



Esses focos são imagens virtuais.

Espelhos convexos

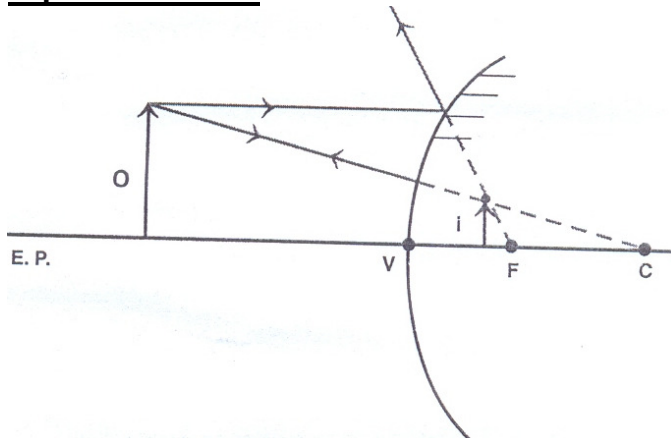


Imagem: virtual, direta e menor (sempre!!)

Espelhos côncavos

Vai depender da posição do objeto em relação ao espelho.

1) Além de C:

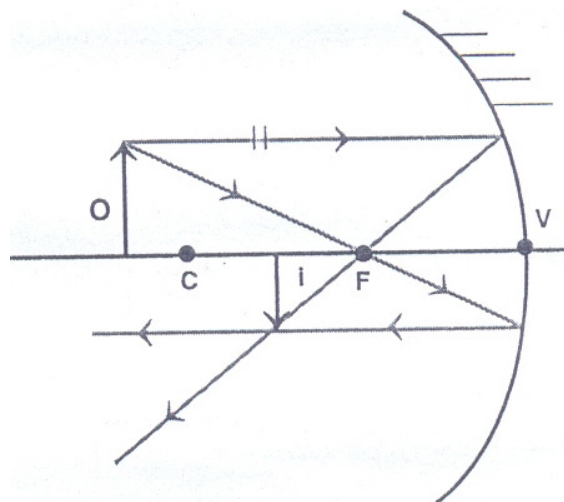


Imagem: real, invertida e menor.

2) Em C:

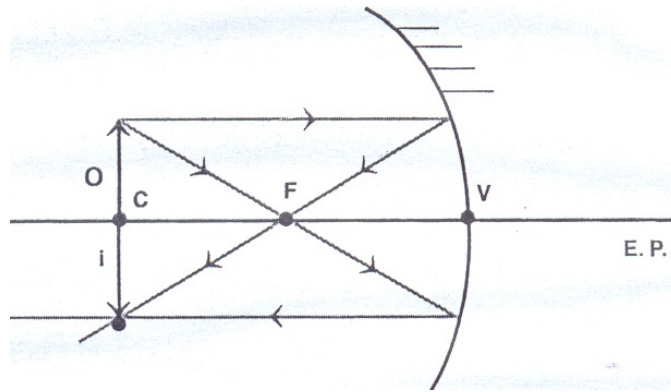


Imagem: real, invertida e do mesmo tamanho.

3) Entre C e F:

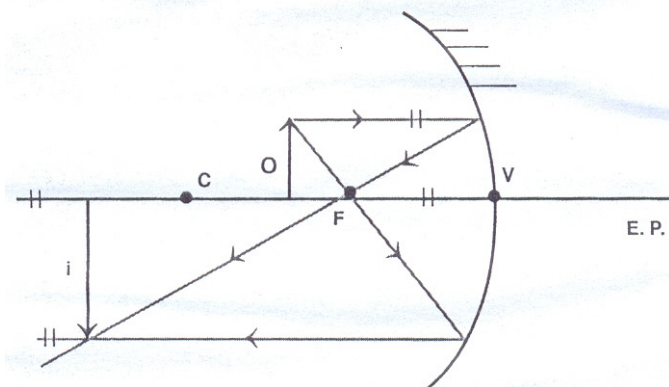


Imagem: real, invertida e maior.

4) Em F:

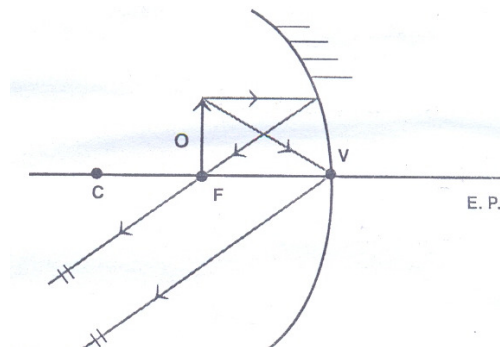


Imagem: imprópria; exemplos: farol do carro, churrasqueiras semi-esféricas e semi-cilíndricas.

5) Entre F e V:

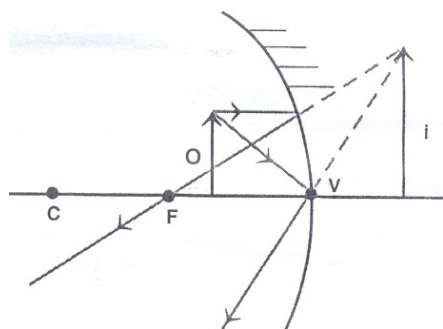


Imagem: virtual, direta e maior.

Exemplos: espelhinho de dentista, espelhos de cosméticos.

Nota: Ao construir a imagem, se os raios refletidos não se cruzam, tente seus prolongamentos. Deste modo você obtém uma imagem virtual.

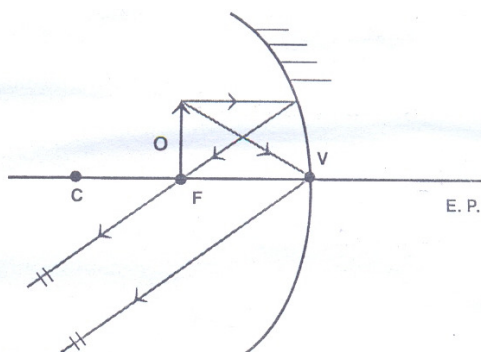


Imagem: imprópria; exemplos: farol do carro, churrasqueiras semi-esféricas e semi-cilíndricas.

5) Entre F e V:

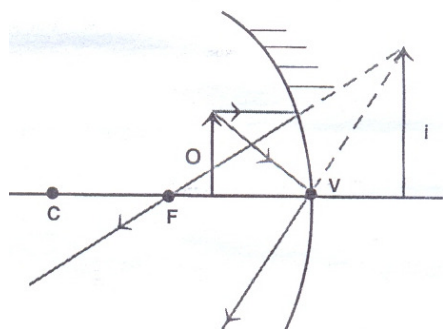


Imagem: virtual, direta e maior.

Exemplos: espelhinho de dentista, espelhos de cosméticos.

Nota: Ao construir a imagem, se os raios refletidos não se cruzam, tente seus prolongamentos. Deste modo você obtém uma imagem virtual.

Importante: O Telescópio Refletor

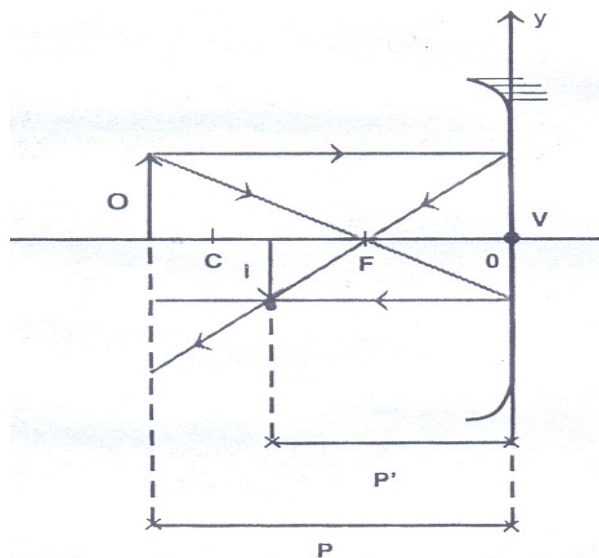
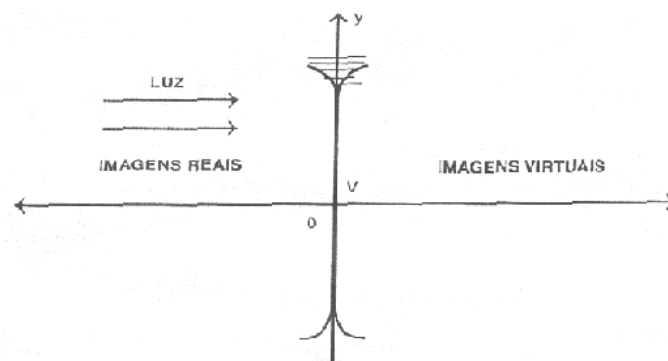
Uma das mais importantes aplicações dos espelhos côncavos na ciência é a sua utilização nos telescópios refletores, que nos permitem observar corpos muito distantes, como os planetas, as estrelas, as galáxias. Como esses corpos se encontram muito afastados da Terra, a luz que emitem e que chega até o nosso planeta é constituída

apenas de raios praticamente paralelos. O espelho côncavo de um telescópio, ao receber essa luz, produz sua convergência para o foco, formando, aí, uma imagem real do astro observado. Embora seja muito pequena a intensidade da luz que chega até nós, por exemplo, de uma estrela, e seja impossível vê-la a olho nu, a concentração de luz produzida pelo espelho côncavo do telescópio possibilita observar ou fotografar a sua imagem. Na realidade, os espelhos côncavos de qualquer telescópio refletor não são esféricos, mas parabólicos. Tendo um foco mais bem definido, eles formam imagens mais nítidas.

Holofote

É um dispositivo capaz de fornecer um feixe de luz paralelo. Produz, por isso, boa iluminação a longa distância. Sendo o holofote constituído, basicamente, de um espelho côncavo e de uma lâmpada forte colocada em seu foco, o feixe de luz que dela diverge, ao incidir sobre o espelho, torna-se paralelo ao ser refletido. Os faróis de automóveis, por exemplo, funcionam segundo esse princípio.

REFERENCIAL GAUSSIANO: Estudo analítico dos espelhos esféricos.



$p \Rightarrow$ Abscissa do objeto

$p' \Rightarrow$ Abscissa da imagem: $\begin{cases} p' > 0: \text{imagem real} \\ p' < 0: \text{imagem virtual} \end{cases}$

$f \Rightarrow$ Distância focal: $\begin{cases} f > 0: \text{espelho côncavo (foco real)} \\ f < 0: \text{espelho convexo (foco virtual)} \end{cases}$

$o \Rightarrow$ Tamanho do objeto

$i \Rightarrow$ Tamanho da imagem: $\begin{cases} i > 0: \text{imagem direita} \\ i < 0: \text{imagem invertida} \end{cases}$

EQUAÇÃO DOS PONTOS CONJUGADOS

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

AUMENTO LINEAR TRANSVERSAL

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

Nota:

- Toda imagem real ($p' > 0$) é invertida ($i < 0$).
- Toda imagem virtual ($p' < 0$) é direita ($i > 0$).

Exercícios

1. (Ufr) Os espelhos retrovisores do lado direito dos veículos são, em geral, convexas (como os espelhos usados dentro de ônibus urbanos, ou mesmo em agências bancárias ou supermercados).

O carro de Dona Beatriz tem um espelho retrovisor convexo cujo raio de curvatura mede 5m. Considere que esse carro está se movendo numa rua retilínea, com velocidade constante, e que, atrás dele, vem um outro carro. No instante em que Dona Beatriz olha por aquele retrovisor, o carro de trás está a 10m de distância desse espelho.

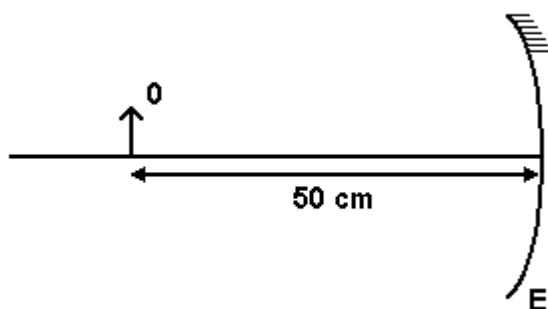
Seja D_o a distância do objeto ao espelho (que é uma grandeza positiva); D_i a distância da imagem ao espelho (considerada positiva se a imagem for real e negativa se a imagem for virtual) e r o raio de curvatura do espelho (considerado negativo, para espelhos convexas). A equação dos pontos conjugados é $(1/D_o) + (1/D_i) = (2/r)$, e o aumento linear transversal, m , é dado por $m = -(D_i/D_o)$

a) Calcule a que distância desse espelho retrovisor estará a imagem do carro que vem atrás.

b) Especifique se tal imagem será real ou virtual. Justifique.

- c) Especifique se tal imagem será direita ou invertida. Justifique.
- d) Especifique se tal imagem será maior ou menor que o objeto. Justifique.
- e) Do ponto de vista da Física, indique a razão pela qual a indústria automobilística opta por esse tipo de espelho.

2. (Ufal) Um objeto O, em forma de seta de 5,0cm de comprimento, está apoiado no eixo principal de um espelho esférico côncavo de distância focal 40cm, a 50cm do vértice como está indicado no esquema.



- a) Determine a distância da imagem ao vértice do espelho, em cm.
- b) Determine o valor do comprimento da imagem, em cm.

3. (Uff) Até fins do século XIII, poucas pessoas haviam observado com nitidez o seu rosto. Foi apenas nessa época que se desenvolveu a técnica de produzir vidro transparente, possibilitando a construção de espelhos.

Atualmente, a aplicabilidade dos espelhos é variada. Dependendo da situação, utilizam-se diferentes tipos de espelho. A escolha ocorre, normalmente, pelas características do campo visual e da imagem fornecida pelo espelho.

a) Para cada situação a seguir, escolha dentre os tipos de espelho - plano, esférico côncavo, esférico convexo - o melhor a ser utilizado. Justifique sua resposta, caracterizando, para cada situação, a imagem obtida e informando, quando necessário, a vantagem de utilização do espelho escolhido no que se refere ao campo visual a ele associado.

Situação 1 - Espelho retrovisor de uma motocicleta para melhor observação do trânsito.

Situação 2 - Espelho para uma pessoa observar, detalhadamente, seu rosto.

Situação 3 - Espelho da cabine de uma loja para o cliente observar-se com a roupa que experimenta.

b) Um dentista, para observar com detalhes os dentes dos pacientes, utiliza certo tipo de espelho. Normalmente, o espelho é colocado a uma distância de aproximadamente 3,0 mm do dente, de forma que seja obtida uma imagem direita com ampliação de 1,5. Identifique o tipo e calcule a distância focal do espelho utilizado pelo dentista.

4. (Ufrn) A bela Afrodite adora maquiar-se. Entretanto, não está satisfeita com o espelho plano que há em seu quarto, pois gostaria de se ver bem maior para poder

maquiar-se mais adequadamente. Com essa idéia, ela procurou você, que é um fabricante de espelhos, e encomendou um espelho em que pudesse ver-se com o triplo do tamanho da imagem do espelho plano.

Para as finalidades pretendidas pela jovem,

a) determine se o espelho deve ser côncavo ou convexo, bem como onde Afrodite deve se posicionar em relação ao vértice (v), ao foco (f) e ao centro (c) do espelho. Faça um diagrama representando a formação da imagem, conforme o desejo de Afrodite.

b) calcule o raio de curvatura do espelho, considerando a informação de que Afrodite costuma ficar a 50 cm do referido espelho.

Sabe-se que:

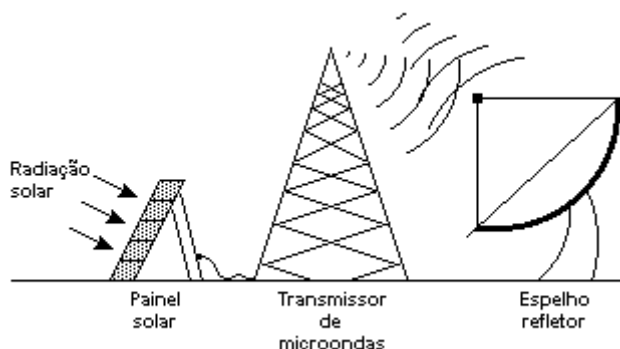
(1) a equação dos pontos conjugados para os espelhos esféricos (côncavo ou convexo) é dada por $2/r = 1/f = 1/i + 1/o$ em que i, o, f e r são, respectivamente, a distância imagem, a distância objeto, a distância focal e o raio de curvatura do espelho.

(2) o aumento linear transversal, m, é o $m = -i/o$.

5. (Mackenzie) Quando colocamos um pequeno objeto real entre o foco principal e o centro de curvatura de um espelho esférico côncavo de Gauss, sua respectiva imagem conjugada será:

- a) real, invertida e maior que o objeto.
- b) real, invertida e menor que o objeto.
- c) real, direita e maior que o objeto.
- d) virtual, invertida e maior que o objeto.
- e) virtual, direita e menor que o objeto.

6. (Puc-rio) Há algum tempo, discute-se a possibilidade de obtenção de energia a partir da Lua, através do seguinte processo (ver figura); 1) painéis solares transformam a luz solar em eletricidade; 2) um transmissor é, então, acionado, produzindo microondas que são enviadas a um refletor; 3) o refletor direciona o feixe de ondas para a Terra; 4) na Terra, uma antena recebe o feixe de ondas e distribui a energia.



Considere as informações

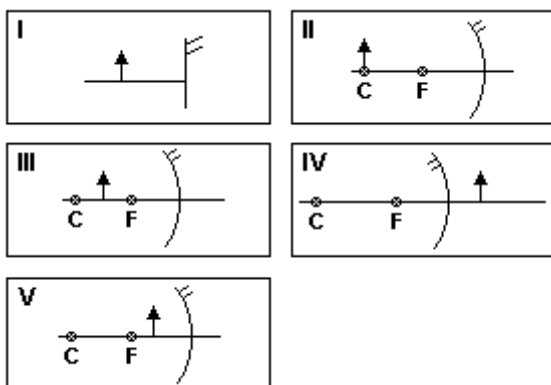
- I. A Lua é o ambiente ideal para a instalação de receptores ou refletores de radiação, pois não tem atmosfera para absorver radiação.
- II. O refletor deve funcionar como um espelho côncavo para a radiação de microondas, a fim de concentrar o feixe na direção da Terra.
- III. O painel solar e o transmissor fazem conversão de energia sob as formas de radiação e elétrica, porém em sentidos opostos.

Dentre as afirmações acima, apenas esta (ão) correta(s):

- a) II e III.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) I, II e III.
- e) II.

7. (Pucpr 2001) Um objeto real, representado pela seta, é colocado em frente a um espelho podendo ser plano ou esférico conforme as figuras.

A imagem fornecida pelo espelho será virtual:



- a) apenas no caso I.
- b) apenas no caso II.
- c) apenas nos casos I e II.
- d) nos casos I e IV e V.
- e) nos casos I, II e III.

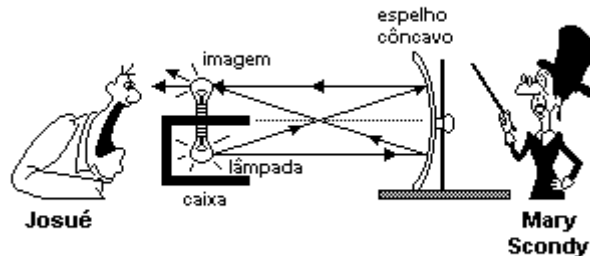
8. (Ufrn) Muitas cidades brasileiras não são cobertas pelos sinais retransmitidos pelas emissoras de televisão, pois eles têm um alcance limitado na superfície da Terra. Os satélites retransmissores vieram solucionar esse problema. Eles captam os sinais diretamente das "emissoras-mães", amplificam-nos e os retransmitem para a Terra. Uma antena parabólica metálica, instalada em qualquer residência, capta, então, os raios eletromagnéticos, praticamente paralelos, vindos diretamente do satélite distante, e manda-os, em seguida, para um receptor localizado no foco da antena.

A eficácia da antena parabólica deve-se ao seguinte fato:

- a) O efeito fotoelétrico causado pelas ondas eletromagnéticas, no metal da antena, faz com que os elétrons arrancados atinjam o foco da mesma, amplificando o sinal.
- b) Ela funciona como um espelho em relação a esses raios paralelos, refletindo-os para o foco, onde eles se concentram e aumentam a intensidade do sinal.
- c) Os sinais são amplificados porque a antena os polariza e, por reflexão, joga-os em fase, no foco da mesma.
- d) Ela absorve os sinais, que, por condução elétrica, chegam ao seu foco com uma intensidade maior.

9. (Ufrn) Mary Scondy, uma ilusionista amadora, fez a mágica conhecida como lâmpada fantasma. Instalou uma lâmpada incandescente no interior de uma caixa, aberta em um dos lados. A parte aberta da caixa estava voltada para a frente de um espelho côncavo, habilmente colocado para que a imagem da lâmpada pudesse ser formada na parte superior da caixa, conforme representado esquematicamente na figura abaixo.

A lâmpada tinha uma potência de 40W e inicialmente estava desligada. Quando Mary ligou o interruptor escondido, a lâmpada acendeu, e Josué, um dos espectadores, tomou um susto, pois viu uma lâmpada aparecer magicamente sobre a caixa.



Com base na figura e no que foi descrito, pode-se concluir que, ao ser ligada a lâmpada, ocorreu a formação de

- a) uma imagem real, e a potência irradiada era de 40W.
- b) uma imagem real, e a potência irradiada era de 80W.
- c) uma imagem virtual, e a potência irradiada era de 40W.
- d) uma imagem virtual, e a potência irradiada era de 80W.

10. (Ufrn) A Lua, com seus encantos, esteve sempre povoando a imaginação dos artistas e estimulando grandes idéias nos homens da ciência. Palco de grandes conquistas científicas, o ambiente lunar, comparado com o da Terra, possui um campo gravitacional fraco, o que torna impossível a manutenção de uma atmosfera na Lua. Sem atmosfera não há nada que filtre a radiação solar ou queime os meteoritos que freqüentemente caem e criam crateras no solo lunar.

Após esse breve comentário sobre a Lua, professora Luana apresentou um painel ilustrando uma situação vivida por dois astronautas, Brian e Robert. No painel, constava o panorama do solo lunar cheio de crateras, um céu escuro, bem diferente do normalmente azulado aqui da Terra, e um belo flagrante da imagem de Brian refletida no capacete de Robert. Luana afirma que o capacete de Robert está funcionando como um espelho esférico convexo.

Comunicação entre Robert e Brian por transmissão eletrônica



- Considerando as informações e as imagens apresentadas, podemos concluir que
- a) a imagem do capacete de Robert é real, e o tempo de queda na experiência de Brian é o mesmo para qualquer corpo.
 - b) a imagem no capacete de Robert é virtual, e o impacto do meteorito não é audível pelos astronautas.
 - c) o impacto do meteorito é audível pelos astronautas, e o tempo de queda na experiência de Brian é o mesmo para qualquer corpo.
 - d) a ausência de atmosfera na Lua torna o céu escuro e faz com que os corpos, na experiência de Brian, caiam com acelerações diferentes.

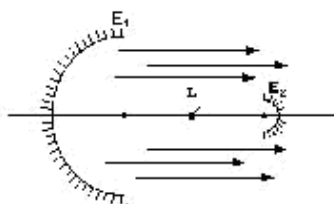
11. (Ufrj) Um objeto está a uma distância P do vértice de um espelho esférico de Gauss. A imagem formada é virtual e menor. Neste caso, pode-se afirmar que

- a) o espelho é convexo.
- b) a imagem é invertida.
- c) a imagem se forma no centro de curvatura do espelho.
- d) o foco do espelho é positivo, segundo o referencial de Gauss.
- e) a imagem é formada entre o foco e o centro de curvatura.

12. (Ufrs) A imagem de um objeto real, formada por um espelho convexo, é sempre

- a) real, invertida e maior do que o objeto.
- b) real, direita e menor do que o objeto.
- c) real, direita e maior do que o objeto.
- d) virtual, invertida e maior do que o objeto.
- e) virtual, direita e menor do que o objeto.

13. Um holofote é constituído por dois espelhos esféricos côncavos E_1 e E_2 , de modo que a quase totalidade da luz proveniente da lâmpada L seja projetada pelo espelho maior E_1 , formando um feixe de raios quase paralelos. Neste arranjo, os espelhos devem ser posicionados de forma que a lâmpada esteja aproximadamente



- a) nos focos dos espelhos E_1 e E_2 .
- b) no centro de curvatura de E_2 e no vértice de E_1 .
- c) no foco de E_2 e no centro de curvatura de E_1 .
- d) nos centros de curvatura de E_1 e E_2 .
- e) no foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 .

14. Considere um espelho côncavo parabólico voltado para uma estrela. A imagem da estrela refletida no espelho será formada

- (A) no centro de curvatura do espelho.
- (B) no vértice do espelho.
- x(C) no foco do espelho.
- (D) entre o foco e o centro de curvatura do espelho.
- (E) entre o foco e o vértice do espelho.

15. Ao se comparar com um espelho plano, a imagem de um objeto em um espelho côncavo será deslocada para

- (A) mais perto atrás do espelho e será maior que o objeto.
- (B) mais perto atrás do espelho e será menor que o objeto.
- x(C) mais longe atrás do espelho e será maior que o objeto.
- (D) mais longe atrás do espelho e será menor que o objeto.

16 - Uma bolinha de natal, um espelho retrovisor, os espelhos de alguns estabelecimentos comerciais e os espelhos de estacionamentos, são exemplos de espelhos convexos. Qual é a característica da imagem fornecida de um objeto real produzida por um espelho esférico convexo?

- a) Real e do mesmo tamanho do objeto.
- b) Virtual e maior que o objeto.
- c) Real e maior que o objeto.
- d) Virtual e do mesmo tamanho do objeto.
- *e) Virtual e menor que o objeto.

17. Um objeto encontra-se a 3,0 cm de um espelho esférico. Sabendo que $|f| = 2,0$ cm e $|r| = 4,0$ cm, é CORRETO afirmar

- a) Se o espelho for convexo, a imagem será virtual, direita e maior.
- b) Se o espelho for convexo, a imagem será virtual, invertida e menor.
- xc) Se o espelho for côncavo, a imagem será real, invertida e maior.
- d) Se o espelho for côncavo, a imagem será virtual, invertida e maior.
- e) Se o espelho for côncavo, a imagem será real, direita e maior.

18. Você pretende utilizar um espelho esférico côncavo como refletor de um farol, que conjuga, de uma fonte luminosa pontual, um feixe de raios, aproximadamente paralelos. Sabendo que o raio de curvatura desse espelho tem 20 cm, a fonte luminosa deve ser colocada no eixo principal do espelho a uma distância do vértice de

- (A) 5,0 cm.
- x(B) 10 cm.
- (C) 15 cm.
- (D) 20 cm.
- (E) 25 cm.

19. Considere que um objeto de 1 cm de altura seja colocado a 10 cm do vértice de um espelho côncavo e esférico, cujo raio de curvatura seja 30 cm. A partir dessa situação hipotética, julgue os itens a seguir.

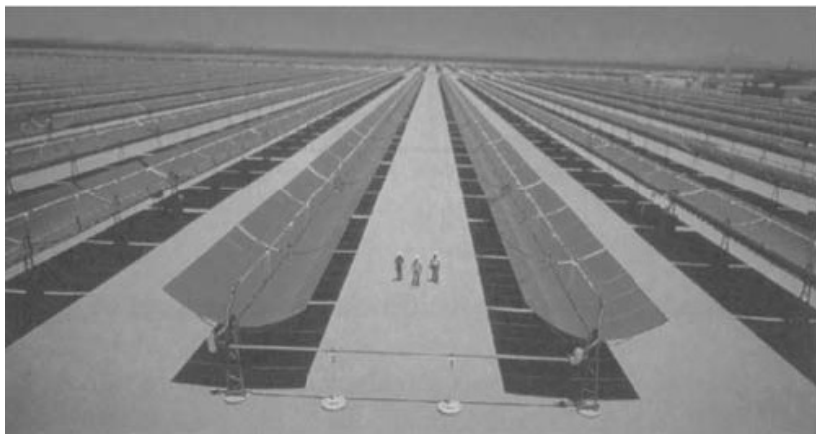
e111___ A distância focal do espelho é igual a 10 cm.

e112___ Em módulo, a distância entre a imagem e o espelho é menor que a distância entre o objeto e o espelho.

e113___ Nesse caso, a imagem formada é do tipo virtual.

c114___ Esse tipo de espelho não permite a formação de imagens reais.

20.



A figura acima mostra uma estação de coleta de energia solar em que enormes espelhos côncavos concentram a luz solar em seus focos, elevando a temperatura, neste ponto, a centenas de graus Celsius. O calor gerado é usado para produzir vapor e mover turbinas para gerar energia elétrica. A montagem de um equipamentos desses requer o conhecimento de propriedades de reflexão de espelhos esféricos. Acerca dessas propriedades, assinale a opção **incorreta**.

A Todo raio de luz que passa pelo centro de curvatura de um espelho esférico reflete-se sobre si mesmo.

B Todo raio de luz incidente no vértice de um espelho esférico reflete-se simetricamente em relação ao eixo principal.

C Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal reflete-se em uma direção que passa pelo foco principal.

xD A imagem de um objeto real formada em um espelho côncavo é sempre real.

Gabarito

1. a) 2 m

b) virtual (a única possível c/ espelho convexo).

c) direita (a única possível c/ espelho convexo).

d) menor (a única possível c/ espelho convexo).

e) para aumento de campo visual.

2. a) 200 cm b) 20 cm

3. a) Situação 1: espelho esférico convexo.

A imagem obtida é virtual, direita e menor, mas o campo visual é maior do que aquele que seria obtido com os outros tipos de espelho.

Situação 2: espelho esférico côncavo.

A imagem obtida é virtual, direita e maior.

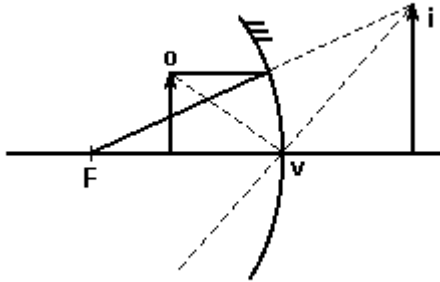
Situação 3: espelho plano

A imagem é virtual, direita e do mesmo tamanho.

b) $f = 9,0 \text{ mm}$

tipo do espelho: esférico côncavo

4. a) Côncavo; entre F e V.



b) 150 cm

5) A, 6) D, 7) D, 8) B, 9) A, 10) B, 11) A

12) E 13. tarefa

A REFRAÇÃO DA LUZ

Definição: Ao passar de um meio para o outro, a luz muda a sua velocidade de propagação e, eventualmente, a direção de propagação. A este fenômeno, damos o nome de **refração**.

ÍNDICE DE REFRAÇÃO ABSOLUTO (n)

$$n = \frac{c}{v}$$

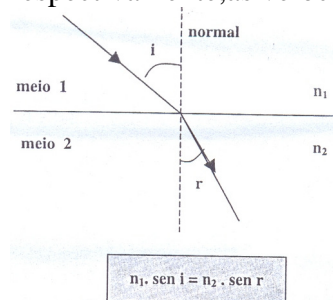
Onde $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ é a velocidade da luz **no vácuo** e v é a velocidade da luz no meio considerado. Repare que o índice de refração é uma grandeza adimensional, pois representa a razão entre grandezas iguais (no caso acima, velocidades).

Nota: Onde n é maior (meio mais **refringente**) a velocidade v da luz é menor e vice-versa.

ÍNDICE DE REFRAÇÃO RELATIVO

$$n_{12} = \frac{v_2}{v_1}$$

Onde n_{12} índice de refração do meio **1** em relação ao meio **2** e v_1 e v_2 são, respectivamente, as velocidades da luz nos meios **1** e **2**.



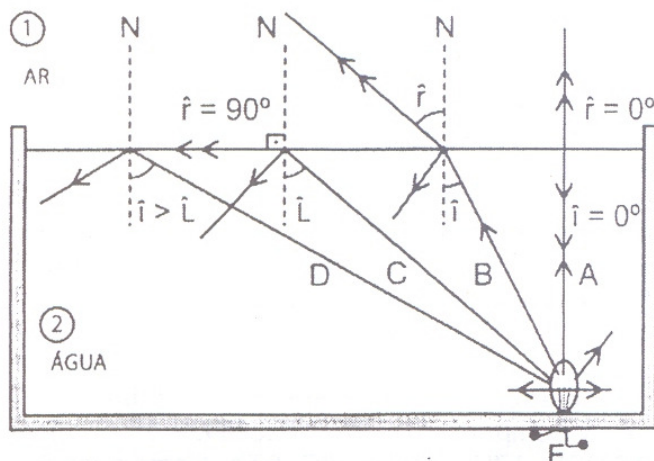
A LEI DE SNELL

Nota: Observe que:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{sen } r}{\text{sen } i}$$

- Se $n_1 > n_2$ (a luz vai do meio mais refringente, onde é mais lenta, para o meio menos refringente, onde é mais rápida), **sen r > sen i**, ou seja, a luz se **afasta** da normal.
- Se $n_1 < n_2$ (a luz vai do meio menos refringente, onde é mais rápida, para o meio mais refringente, onde é mais lenta), **sen r < sen i**, ou seja, a luz se **aproxima** da normal.

ÂNGULO LIMITE E REFLEXÃO TOTAL



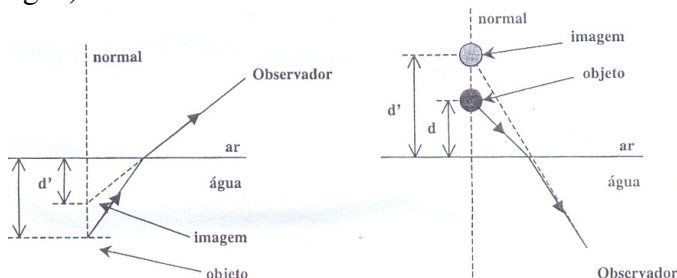
Ocorre quando a luz vai de um meio mais refringente para um meio menos refringente, tal que não haja emersão da luz no outro meio. Diz-se que o raio refratado é **rasante** (**$r = 90^\circ$, logo $\sin r = 1$**).

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

Repare que se o ângulo de incidência superar o ângulo limite **L**, não haverá transmissão da luz para o outro meio e, portanto, a luz retornará ao meio de origem (**reflexão total**). É o princípio de funcionamento das fibras ópticas, amplamente utilizadas nas telecomunicações.

DIOPTROS PLANOS

È um sistema formado por dois meios homogêneos e transparentes separados por uma superfície plana. Por exemplo, a superfície calma de um lago (separação entre o ar e a água).



Onde **d** é a distância do objeto e **d'** a distância da imagem ambos em relação à superfície de separação entre os dois meios. Pode-se mostrar para ângulos pequenos que:

$$\frac{d'}{d} = \frac{n_{\text{destino}}}{n_{\text{origem}}}$$

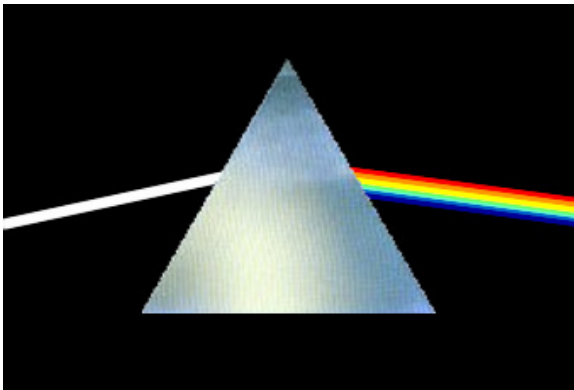
Se $n_{\text{destino}} = n_{\text{origem}}$, a luz não se refrata ao passar de um desses meio para o outro, pois entre eles há uma continuidade óptica.

DISPERSÃO DA LUZ

Índice de refração absoluto e cor

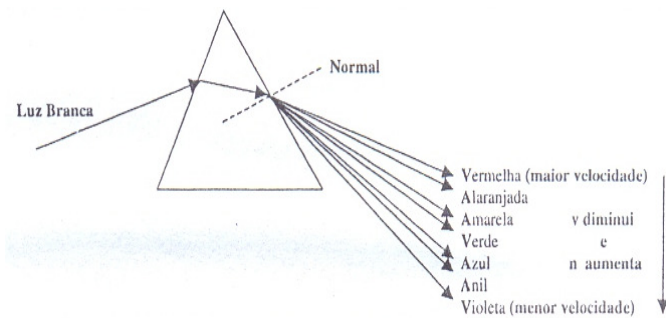
O índice de refração não é único para todas as cores que compõem o espectro da luz visível. Observa-se que a luz de menor frequência se propaga com maior velocidade quando comparada à luz de maior frequência. A luz vermelha é mais rápida que a luz violeta, quando elas se propagam em meios materiais.

Isso pode ser observado com um prisma. Quando a luz branca o atravessa, cada cor componente irá sofrer um desvio diferente, pois cada cor tem um índice de refração diferente. Esse fenômeno é conhecido como dispersão luminosa.



A seguir temos uma tabela que mostra o índice de refração do vidro para algumas cores.

N	Cor
1,513	Vermelho
1,514	Laranja
1,517	Amarelo
1,519	Verde
1,528	Azul
1,532	Violeta.



Logo, observamos que a luz vermelha sofre menor desvio e, portanto tem maior velocidade e menor índice de refração do meio para essa cor. Enquanto que, a luz violeta sofre maior desvio, pois tem menor velocidade e maior índice de refração do meio para essa cor.



Arco-íris fotografado no Brasil

Nota

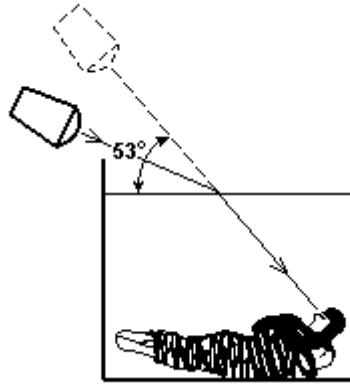
Espectroscopia: é o estudo da luz emitida pelos materiais. Os espectros da luz emitida pelo sódio, hélio ou pelo mercúrio são diferentes. É como se o espectro fosse a “impressão digital” do elemento. Desse modo, podemos saber, por exemplo, quais os elementos químicos encontrados no Sol ou em outras estrelas.

Leitura: A percepção da cor

A luz é um tipo de radiação eletromagnética que contém uma variedade de longitudes (comprimento de onda) de onda, responsáveis pela sensação de cor. O olho humano contém células sensíveis às longitudes de onda que correspondem à luz vermelha, verde e azul. A combinação dessas cores primárias de luz em diferentes proporções permite a percepção de todas as outras cores do espectro da luz visível.

Exercícios

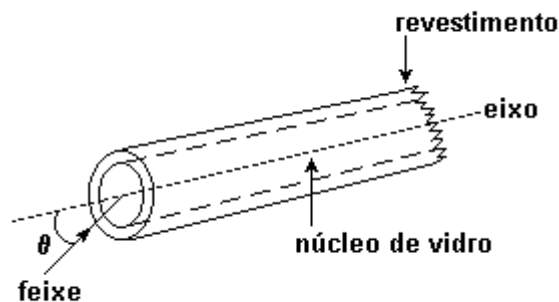
1. (Uerj) O apresentador anuncia o número do ilusionista que, totalmente amarrado e imerso em um tanque transparente, cheio de água, escapará de modo surpreendente. Durante esse número, o ilusionista vê, em um certo instante, um dos holofotes do circo, que lhe parece estar a 53° acima da horizontal.



Sabendo que o índice de refração da água é $4/3$, determine o ângulo real que o holofote faz com a horizontal.

2. (Uff) Em meados do século XX, pesquisadores começaram a sugerir a utilização de guias para conduzir a luz. Em 1970, isto foi conseguido com um fio muito fino de fibra de vidro (núcleo) revestido por outro material, escolhido de modo a permitir que a luz fosse totalmente refletida ao longo do fio. Desta forma, obteve-se o que atualmente é conhecido como fibra óptica.

Suponha que um feixe LASER penetre no núcleo de uma fibra óptica a partir do ar, fazendo um ângulo θ com seu eixo, como indicado na figura.



Dados:

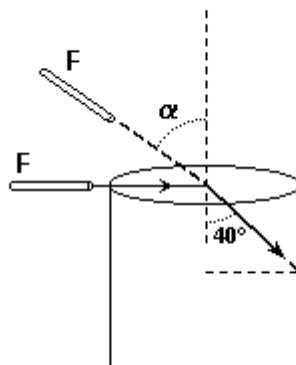
Índice de refração do revestimento = 1,52

Índice de refração do vidro = 1,60

Índice de refração do ar = 1,00

Calcule o maior valor de θ que possibilita a propagação do feixe ao longo da fibra.

3. (Ufrj) Um cilindro maciço de vidro tem acima de sua base superior uma fonte luminosa que emite um fino feixe de luz, como mostra a figura a seguir.



Um aluno deseja saber se toda luz que penetra por essa extremidade superior do tubo vai sair na outra extremidade, independentemente da posição da fonte F e, portanto, do ângulo de incidência α . Para tanto, o aluno analisa o raio luminoso rasante e verifica que o ângulo de refração correspondente a esse raio vale 40° .

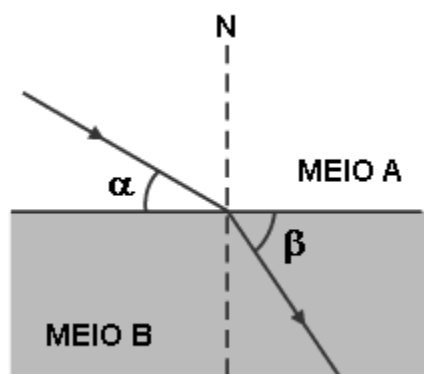
$\text{seno } 40^\circ = 0,64$ e $n(\text{ar}) = 1$

a) Obtenha o índice de refração do material do cilindro.

b) Verifique se o raio rasante, após ser refratado e incidir na face lateral do cilindro, sofrerá ou não uma nova refração.

Justifique sua resposta.

4. (Mackenzie)



Quando um raio de luz monocromática, proveniente de um meio homogêneo, transparente e isótropo, identificado por meio A, incide sobre a superfície de separação com um meio B, também homogêneo, transparente e isótropo, passa a se propagar nesse segundo meio, conforme mostra a figura. Sabendo-se que o ângulo α é menor que o ângulo β , podemos afirmar que:

- no meio A a velocidade de propagação da luz é menor que no meio B.
- no meio A a velocidade de propagação da luz é sempre igual à velocidade no meio B.
- no meio A a velocidade de propagação da luz é maior que no meio B.
- no meio A a velocidade de propagação da luz é maior que no meio B, somente se α é o ângulo limite de incidência.
- no meio A a velocidade de propagação da luz é maior que no meio B, somente se α é o ângulo limite de refração.

5. (Pucmg) Suponha que não houvesse atmosfera na Terra. Nesse caso, é CORRETO afirmar que veríamos:

- a) o Sol nascer mais cedo no horizonte.
- b) o Sol se pôr mais cedo no horizonte.
- c) o nascer e o pôr-do-sol mais tarde.
- d) o nascer e o pôr-do-sol no mesmo horário como se houvesse atmosfera.

6. (Pucpr) Um raio de luz, propagando-se no ar, incide sobre uma superfície de água. Sendo θ o ângulo de incidência, α o ângulo de reflexão e β o ângulo de refração, a relação entre estes valores é:

- a) $\theta = \alpha < \beta$
- b) $\alpha = \theta > \beta$
- c) $\beta < \alpha > \theta$
- d) $\theta > \alpha = \beta$
- e) $\theta = \alpha = \beta$

7. (Pucpr) Amanda segura um copo de vidro cheio de água. Um raio luminoso monocromático vindo do ar com velocidade de aproximadamente $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ atravessa todo o copo. Sobre este fenômeno, analise as afirmações a seguir:

- I - Ao entrar no vidro, a velocidade da onda luminosa passa a ser maior do que $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- II - ao entrar na água, a velocidade da onda luminosa passa a ser menor do que $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- III - Ao sair do copo, a velocidade da onda luminosa volta a ser de $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- IV - Durante todo o fenômeno, a frequência da onda luminosa permanece constante.

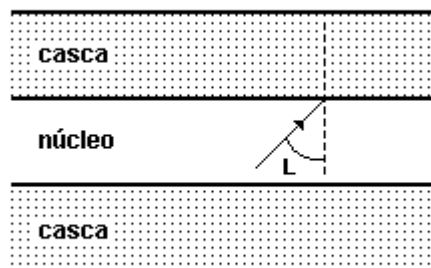
Assinale a única alternativa correta:

- a) I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) II, III e IV.

8. (Ufc) O índice de refração de um material é a razão entre:

- a) a densidade do ar e a densidade do material.
- b) a intensidade da luz no ar e a intensidade da luz no material.
- c) a frequência da luz no vácuo e a frequência da luz no material.
- d) a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no material.
- e) o comprimento de onda da luz no vácuo e o comprimento de onda da luz no material.

9. (Fatec) Uma fibra óptica é uma estrutura cilíndrica feita de vidro, constituída, basicamente, de dois materiais diferentes, que compõem o núcleo e a casca, como pode ser visto em corte na figura a seguir.



Sua propriedade de guiamento dos feixes de luz está baseada no mecanismo da reflexão interna total da luz que ocorre na interface núcleo-casca. Designando por $n(\text{núcleo})$ e $n(\text{casca})$ os índices de refração do núcleo e da casca, respectivamente, analise as afirmações a seguir, que discutem as condições para que ocorra a reflexão interna total da luz.

- I. $n(\text{núcleo}) > n(\text{casca})$.
- II. Existe um ângulo L , de incidência na interface núcleo-casca, tal que $\sin(L) = n(\text{casca})/n(\text{núcleo})$.
- III. Raios de luz com ângulos de incidência $\theta > L$ sofrerão reflexão interna total, ficando presos dentro do núcleo da fibra.

Analisando as afirmações, podemos dizer que:

- a) somente I está correta.
- b) somente I e II estão corretas.
- c) somente I e III estão corretas.
- d) todas estão corretas.
- e) nenhuma se aplica ao fenômeno da reflexão interna total da luz em uma fibra óptica.

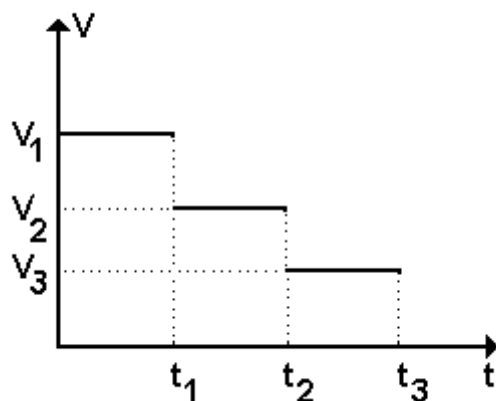
10. (Pucrs) O arco-íris resulta da

- I. polarização da luz solar ao incidir nas gotas de água da chuva.
- II. refração e reflexão total da luz solar nas gotas de água da chuva.
- III. difração da luz solar nas gotas de água da chuva.

Pela análise das afirmações, conclui-se que somente

- a) está correta a I.
- b) está correta a II.
- c) está correta a III.
- d) estão corretas a I e a II.
- e) estão corretas a II e a III.

11. (Pucsp) Um raio de luz monocromática passa do meio 1 para o meio 2 e deste para o meio 3. Sua velocidade de propagação relativa aos meios citados é v_1 , v_2 e v_3 , respectivamente.

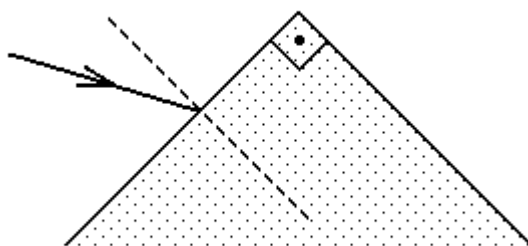


O gráfico representa a variação da velocidade de propagação da luz em função do tempo ao atravessar os meios mencionados, considerados homogêneos.

Sabendo-se que os índices de refração do diamante, do vidro e do ar obedecem à desigualdade $n(\text{diam}) > n(\text{vidro}) > n(\text{ar})$, podemos afirmar que os meios 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- a) diamante, vidro, ar.
- b) diamante, ar, vidro.
- c) ar, diamante, vidro.
- d) ar, vidro, diamante.
- e) vidro, diamante, ar.

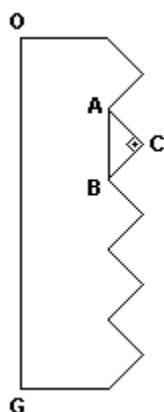
12. (Ufes) Um feixe de luz, composto de componentes de frequências $f_1 = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $f_2 = 4,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$, incide sobre um prisma transparente de 90° imerso no ar. Os índices de refração do prisma para as frequências f_1 e f_2 são, respectivamente, $n_1 = \sqrt{2}$ e $n_2 = \sqrt{3/2}$.



Considerando que o índice de refração do ar é $n=1$ e que a velocidade da luz é $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$, determine

- a) a velocidade de cada componente do feixe de luz dentro do prisma;
- b) o intervalo do ângulo de incidência para o qual apenas uma das componentes do feixe de luz emerge do prisma.

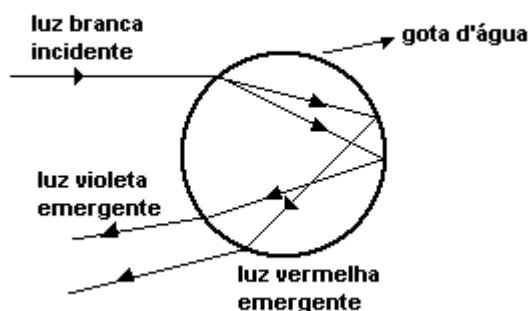
13. (Unicamp) Um tipo de sinalização utilizado em estradas e avenidas é o chamado olho-de-gato, o qual consiste na justaposição de vários prismas "retos" feitos de plástico, que refletem a luz incidente dos faróis dos automóveis.



a) Reproduza o prisma ABC indicado na figura acima, e desenhe a trajetória de um raio de luz que incide perpendicularmente sobre a face OG e sofre reflexões totais nas superfícies AC e BC.

b) Determine o mínimo valor do índice de refração do plástico, acima do qual o prisma funciona como um refletor perfeito (toda a luz que incide perpendicularmente à superfície OG é refletida). Considere o prisma no ar, onde o índice de refração vale 1,0.

14. (Ufrn) Para explicar a formação do arco-íris, os livros didáticos de Física freqüentemente apresentam uma figura como a que vem a seguir, na qual está representada uma gota d'água em suspensão no ar. Um raio de luz branca está incidindo sobre a gota, e raios das várias cores que compõem o arco-íris estão dela emergindo. (Para não sobrecarregar a figura, são representados apenas os raios emergentes das cores violeta e vermelha.)



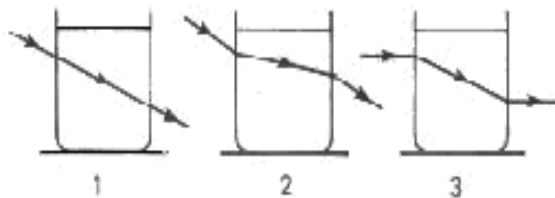
Pode-se concluir, dessa representação, que o fenômeno do arco-íris ocorre porque o índice de refração varia com a cor da luz e cada cor componente do raio de luz branca incidente sobre a gota d'água sofre, de acordo com os raios mostrados, a seguinte sequência de fenômenos:

a) uma reflexão, uma refração e uma segunda reflexão.

b) uma refração, uma reflexão e uma segunda refração.

- c) uma refração, uma segunda refração e uma reflexão.
 d) uma reflexão, uma segunda reflexão e uma refração.

15. Um menino possui um aquário de forma cúbica. À noite ele joga pó de giz na água para observar a trajetória do feixe de luz de uma lanterna. Os três esquemas abaixo representam supostas trajetórias para um estreito feixe de luz que atravessa o aquário.



Quais desses esquemas são fisicamente realizáveis?

- a) 1 e 2 d) só 2
 b) 2 e 3 c) só 3
 e) só 1

16. A curva da figura 1 mostra a dependência do índice de refração n de uma substância transparente com a frequência f da luz. Três raios de luz 1, 2 e 3, paralelos, incidem segundo um ângulo de 45° sobre a superfície plana de um bloco da substância e são refratados, conforme indicado na figura 2.

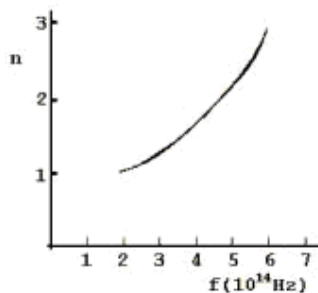


Figura 1

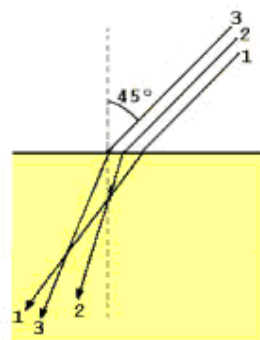
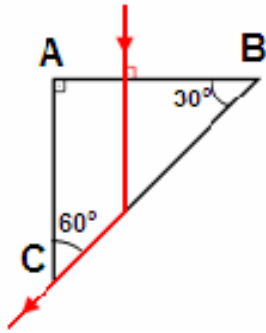


Figura 2

Denominando f_1 , f_2 e f_3 as frequências dos raios 1, 2 e 3, respectivamente, se conclui que:

- a) $f_3 < f_2 < f_1$
 b) $f_1 < f_2 < f_3$
 c) $f_2 < f_1 < f_3$
 d) $f_2 < f_3 < f_1$
 e) $f_1 < f_3 < f_2$

17. Um raio de luz monocromática, inicialmente se propagando no ar, incide perpendicularmente sobre a face **AB** de um prisma e emerge ao longo da face **BC**, conforme a figura. O índice de refração do prisma é:



- A) 1,4
- B) 1,6
- C) 1,8
- xD) 2,0
- E) 2,2

18. Julgue os itens a seguir, acerca de sistemas de comunicações ópticas e dos meios de transmissão guiados (que utiliza como meio de transmissão fibras ópticas e fios de cobre).

c__ A fibra óptica é uma estrutura dielétrica que pode ser usada quando se necessita de um meio com alta capacidade de transmissão de informação. Nesse tipo de cabo, são empregados sinais na região de infravermelho do espectro eletromagnético.

c__ No sistema ilustrado, é adequado o uso de fibras ópticas do tipo monomodo, que têm o diâmetro do núcleo menor que o da fibra multimodo.

c__ No sistema mostrado, há conversão de sinal de luz para sinal elétrico em cada nó óptico. Para que o sistema apresente determinado desempenho, é necessário que uma intensidade mínima de potência de luz incida no fotodetector existente no nó óptico.

e__ Na última milha do sistema mostrado, é adequado usar a linha de transmissão de cobre do tipo par-trançado. Esse tipo de arranjo, que apresenta valor de capacitância uniforme ao longo do seu comprimento, é empregado para diminuir as perdas de propagação de sinais em altas frequências.

e__ Considere que se deseje avaliar a deterioração do sinal causada por perdas elétricas no meio de cobre que conecta um nó óptico à residência do assinante. Nesse caso, o equipamento mais indicado para essa avaliação é o medidor de onda estacionária.

c__ O desempenho do sistema óptico é afetado, entre outros fatores, pelo ruído balístico ou ruído shot, que é introduzido quando da conversão de luz para corrente elétrica no fotodetector existente no nó óptico.

c__ Caso a tecnologia DWDM (dense wavelength division multiplexing) fosse utilizada em sistemas como o mostrado, seria possível aumentar a capacidade do sistema em número de canais de TV.

e__ A interferência eletromagnética no sinal que é transmitido por meio da fibra óptica do sistema mostrado é um dos fatores que limitam o número de canais de TV transmitidos.

19. Uma piscina é revestida de azulejos quadrados. Você está fora da piscina e caminha em direção a ela, observando os azulejos da parede lateral em frente. À medida que você vai se aproximando, a forma aparente dos azulejos dessa parede, imersos na água, vai ser de um

- (A) quadrado, sempre.
- (B) retângulo, que mantém suas dimensões inalteradas.
- (C) retângulo, que se torna cada vez mais estreito.

- x(D) retângulo, que se torna cada vez mais largo.
(E) trapézio, com a base maior sempre para baixo.

20. A radiação ultravioleta que atinge a Terra, cuja maior fonte é o Sol, além de bronzear a nossa pele, pode produzir efeitos danosos à nossa saúde e até destruir toda a vida em nosso planeta. No entanto, por enquanto, estamos protegidos pela camada de ozônio existente na estratosfera, que bloqueia quase toda a radiação ultravioleta que chega à Terra. A ação protetora do ozônio se deve à sua capacidade de

- (A) reduzir a velocidade de propagação da radiação ultravioleta.
(B) alterar a frequência da radiação ultravioleta.
(C) refletir a radiação ultravioleta.
(D) refratar a radiação ultravioleta.
x(E) absorver a radiação ultravioleta.

21. Para ensinar o conteúdo de óptica sobre as propriedades da luz e o processo da visão, um professor descreve uma situação em que um carro com os faróis baixos acesos vem vindo por uma estrada reta, às 4 horas da tarde. O professor pergunta:

— É possível ver os faróis acesos quando o carro está a 300 metros de distância?

Assinale a resposta dos alunos que pode ser considerada correta.

- x(A) Sim, porque a luz chega ao olho com intensidade suficiente.
(B) Não, porque com a luz do dia a luz do farol fica bloqueada e não vai longe.
(C) Não, porque o raio visual não consegue chegar até lá para ver.
(D) Não, porque só se pode ver a luz de perfil e não de frente.
(E) Sim, porque de frente toda luz do farol chega ao olho.

22. O arco-íris é um fenômeno causado pela refração da luz solar nas gotículas de água em suspensão no ar. Ao incidir em cada gotícula de água, a luz solar branca *sofre refração e se decompõe nas cores do espectro visível*. Em seguida, esses raios de luz

- (A) atravessam a gota e são outra vez refratados, saindo do lado oposto em ângulos que dependem da posição do observador.
(B) atravessam a gota e são refratados um número de vezes que cresce em função da cor da luz.
(C) atravessam a gota e são novamente recompostos em luz branca, que sai da gota com desvio que depende do ângulo de incidência.
(D) são refletidos no interior da gota saindo perpendicularmente à superfície no ponto oposto ao da incidência.
x(E) são refletidos no interior da gota e novamente refratados ao sair, com desvios que dependem da cor da luz.

23. Controles sem fio, como os de abertura de portas de garagem geralmente fazem uso da radiação infravermelha, enquanto que telefones sem fio e celulares utilizam radiofrequências.

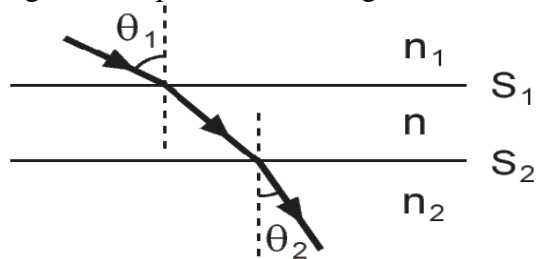
A escolha dessas diferentes faixas de radiação eletromagnética se deve a

- (A) uma consideração de ordem econômica, em função da demanda de energia das baterias.
(B) diferentes decaimentos da intensidade em função da distância, ou seja, diferentes alcances.
x(C) razões práticas dadas em função da diferente radio transparência das paredes a cada frequência.

(D) princípios de segurança no uso e na privacidade estratégica das radiações nas comunicações.

(E) opção dos fabricantes, pois pode-se operar celular com infravermelho e controle com rádio frequência.

24. A figura mostra um feixe de luz monocromática atravessando uma lâmina de faces paralelas, composta de dois dióptros com superfícies refratoras paralelas S_1 e S_2 . Os meios 1 e 2 têm índices de refração iguais a $n_1 = 1$ e $n_2 = \sqrt{3}$, respectivamente. Sabendo-se que o feixe incidente faz um ângulo $\theta_1 = 60^\circ$ com a normal, determine o ângulo θ_2 que o feixe emergente faz com a normal.



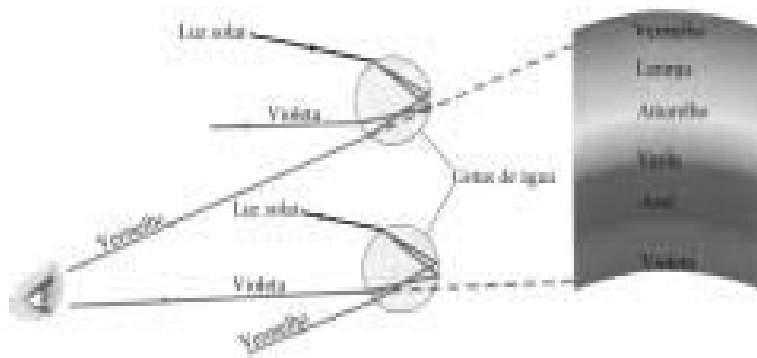
- A) 15°
- ☒ B) 30°
- C) 45°
- D) 60°
- E) 90°

25. Um raio de luz monocromática, vindo do ar ($n_{AR} = 1$), chega à superfície de um cristal transparente e se refrata. A cada ângulo de incidência i corresponde um ângulo de refração r . Nesse caso, por exemplo, quando $i = 45^\circ$, $r = 30^\circ$. No entanto, o ângulo de refração r pode valer, no máximo:

- A) 30°
- ☒ B) 45°
- C) 60°
- D) 75°
- E) 90°

26. A luz é um dos fenômenos mais intrigantes conhecidos pelo homem e tem sido tema de discussão entre os maiores pensadores na história do conhecimento científico. Hoje, ainda se convive com polêmicas como a da dualidade onda-corpúsculo. De acordo com Maxwell, a luz é um fenômeno eletromagnético, cuja velocidade de propagação é constante em um meio homogêneo. Isto é, a luz é uma onda formada por campos elétrico e magnético que se propagam pelo espaço. Newton, diferentemente, postulava que a luz é formada por partículas. Considerando as teorias vigentes com base nas quais se descreve o comportamento da luz e das partículas, julgue os itens a seguir.

e105__ O diagrama da figura a seguir representa, em relação à visão humana, a formação do arco-íris pela dispersão da luz solar. De acordo com esse diagrama, quanto menor for o comprimento de onda da luz maior será a sua dispersão angular.



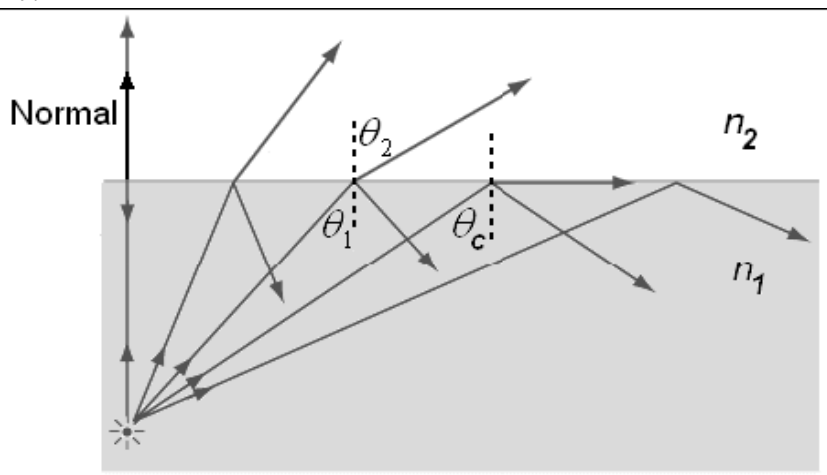
c106__ A luz visível, as microondas, as ondas de rádio AM e FM, o laser e os raios X são exemplos de radiações eletromagnéticas.

c107__ De acordo com a teoria ondulatória de Maxwell, as ondas eletromagnéticas são do tipo transversal.

c108__ De acordo com a teoria de Maxwell, o sentido de propagação de uma onda eletromagnética polarizada é dado pelo vetor de Poynting $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$, o qual é perpendicular ao plano formado pelos vetores campo elétrico $\mathbf{E}$ e campo magnético $\mathbf{H}$.

c109__ De acordo com a teoria ondulatória da matéria, proposta por Louis de Broglie, o comprimento de onda de um elétron, com massa igual a $9,11 \times 10^{-31}$ kg, é 100 vezes menor que o comprimento de onda de uma bola de boliche de 1,0 kg, quando ambos estiverem em movimento com a mesma velocidade.

27.



A figura acima mostra a refração de feixes de luz ao passar por dois meios com índices de refração diferentes, isto é, $n_1 \neq n_2$.

Com base na lei de Snell, assinale a opção correta.

A Ocorrerá reflexão total para $\theta_2 < 90^\circ$.

B Ocorrerá reflexão total sempre que $n_1 < n_2$.

x C Ocorrerá reflexão total sempre que existir um ângulo θ_c tal que $\sin \theta_c = n_2/n_1$.

D Os comprimentos de onda dos feixes incidente (λ_1) e refratado (λ_2) estão relacionados pela expressão $\lambda_1 = \lambda_2 \cdot \sin \theta_2 / \sin \theta_1$.

28. Com relação a ondas e seus meios de propagação, assinale a opção correta.

xA A velocidade da luz depende do meio de propagação.

B As ondas eletromagnéticas necessitam de um meio físico para se propagar.

C Ondas sonoras em gases são do tipo transversal.

D Ondas sonoras se propagam no vácuo.

29. Durante centenas de anos, filósofos e cientistas questionaram se acerca da natureza da luz. Isaac Newton (1642-1727) acreditava que a luz consistia de um feixe de partículas, enquanto o físico holandês Christian Huygens (1629-1695) afirmava que a luz era um tipo de movimento ondulatório. A posteridade viria demonstrar que, apesar de nenhuma das duas teorias ser integralmente acertada, Huygens andava mais perto da verdade que Newton.

A figura abaixo mostra o que hoje conhecemos por espectro eletromagnético, em que se pode ver que a luz visível corresponde a uma faixa muito estreita desse espectro. (colar figura)

Para fortalecer a teoria ondulatória de Huygens, vários experimentos foram realizados usando a luz e cujos resultados não poderiam ser explicados usando a teoria corpuscular de Newton.

Entre eles, podem-se citar a difração, a refração e a polarização da luz. A refração foi bastante estudada por Snell, o qual estabeleceu que a luz ao atravessar meios com índices de refração diferentes (n_1 e n_2) tinha o seu sentido de propagação desviado em relação ao inicial. Esse fenômeno pode ser descrito pela equação ($n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$), denominada lei de Snell, em que θ_1 e θ_2 são os ângulos de incidência e de refração em relação à normal que separa os dois meios, respectivamente.

Com base nas teorias e informações citadas no texto acima, julgue o item a seguir.

c68__ Quando um raio luminoso passa de um meio menos refringente para outro, mais refringente, o raio se refrata, aproximando-se mais da normal.

e69__ De acordo com a lei de Snell, um feixe de luz polarizado pode sofrer reflexão total ao passar de um meio menos refringente para um meio mais refringente.

60. No que diz respeito à absorção da radiação eletromagnética pela água, pode-se afirmar que:

- (A) não existe diferença se a água está no estado sólido, líquido ou gasoso;
- (B) a água no estado líquido tem alta absorção para todas as faixas do espectro; (**correta**)
- (C) a água no estado gasoso tem alta absorção para todas as faixas do espectro;
- (D) a água no estado líquido possui absorção decrescente para os maiores comprimentos de onda;
- (E) a água nos estados líquido e sólido tem comportamento análogo.

Gabarito

1) 37, 2) 30

2. a) $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.

3) a) $1 \cdot \sin 90 = n_2 \cdot \sin 40$.

$$1 \cdot 1 = n_2 \cdot 0,64 \quad n_2 = 1,56$$

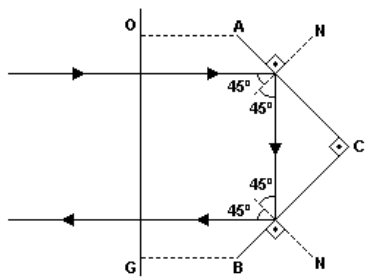
b) Como o ângulo que incide na face lateral é de 50° logo não ocorre refração já que o ângulo limite é 40° , portanto somente teremos reflexão total. Ao refletir o raio tornará a incidir com ângulo de 50° , na outra face refletindo-se e assim sucessivamente até sair pela outra extremidade.

4. [C] 5. [B] 6. [B] 7. [E] 8. [D] 9. D 10. B 11. D

12. a) $(6 \cdot 10^7) \times 10^8 \text{ m/s}$ e $16 \times 10^8 \text{ m/s}$

b) $45^\circ < i < 60^\circ$

13. a) Observe a figura a seguir:



b) $\sqrt{2}$

14.B 15. tarefa 16. tarefa

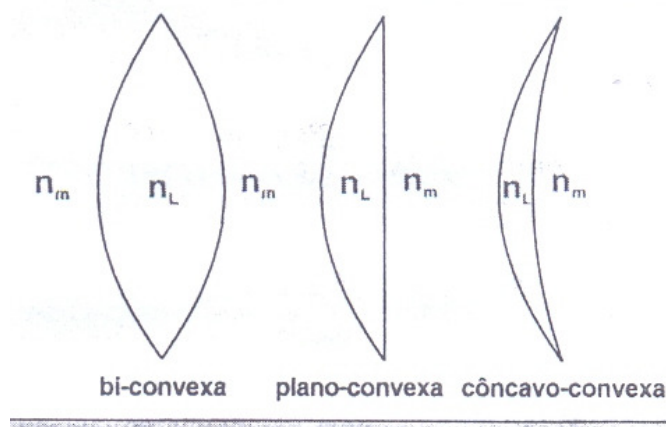
LENTEs

INTRODUÇÃO:

As lentes são dispositivos ópticos constituídos por um meio transparente e homogêneo, limitado por duplas faces, numa das quais sempre curva, normalmente esférica. As lentes são utilizadas como óculos para correção de defeitos da visão, em microscópios, máquinas filmadoras, telescópios, refratores, projetores, etc.

LENTEs ESFÉRICAS

A) BORDAS FINAS:

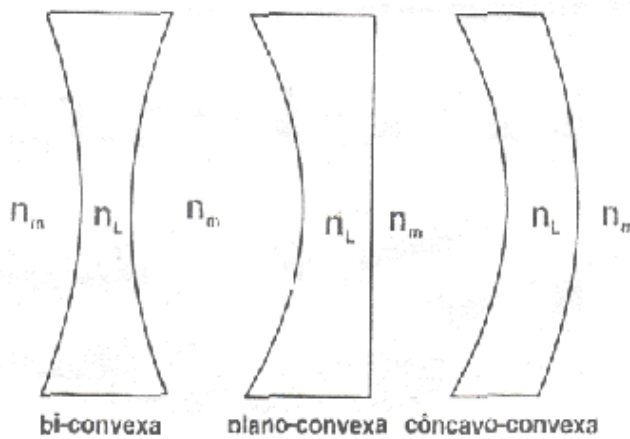


$$\begin{cases} n_L > n_m: \text{lentes convergentes} \\ n_L < n_m: \text{lentes divergentes} \end{cases}$$

B) BORDAS GROSSAS:

Nota: n_L : índice de refração do material que constitui a lente.

n_M : índice de refração do meio no qual a



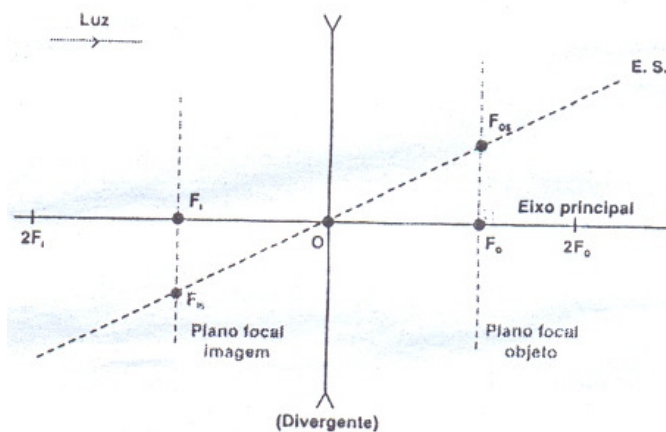
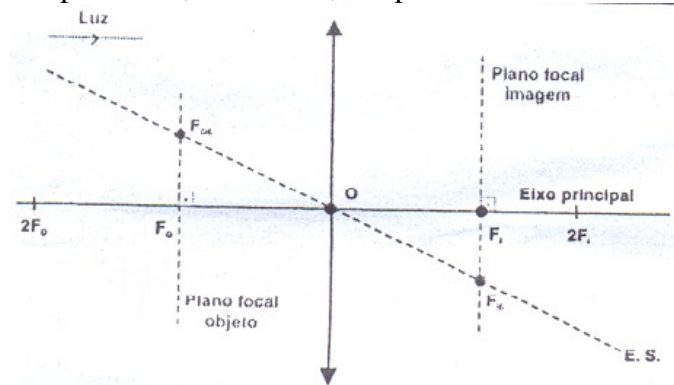
$\begin{cases} n_L > n_m: \text{lentes divergentes} \\ n_L < n_m: \text{lentes convergentes} \end{cases}$

lente

está imersa.

LENES DELGADAS

Desprezamos, neste caso, a espessura das lentes.



- O: centro óptico.
- E,S,: eixo secundário.
- F_o : foco objeto principal.
- F_{os} : foco objeto secundário.
- F_i : foco imagem principal.

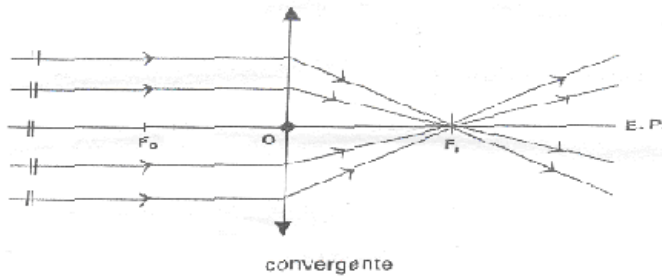
→ F_{1S} : foco imagem secundário.

→ $2F_o$, $2F_i$: ponto antiprincipal objeto e ponto antiprincipal imagem, respectivamente.

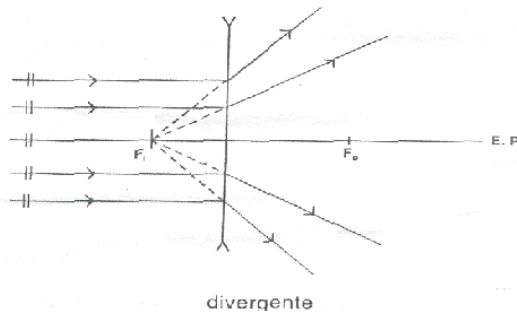
Nota: Observe e estude atentamente as posições de F_i e F_o nas lentes convergentes e divergentes, em relação à luz incidente (onde se encontra o objeto).

FOCOS

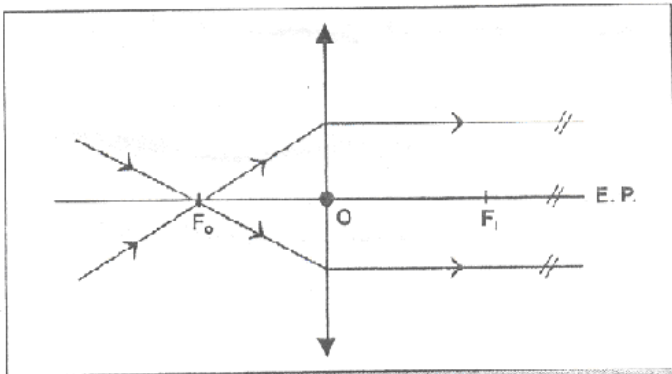
A) PRINCIPAIS:

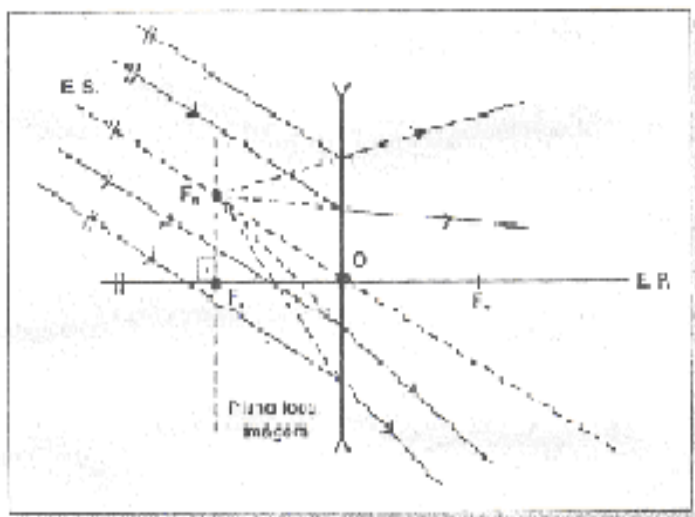


A) SECUNDÁRIOS:



{ convergente: F_i → Foco imagem real (lado oposto ao do objeto)
{ divergente: F_i → Foco imagem virtual (mesmo lado do objeto)

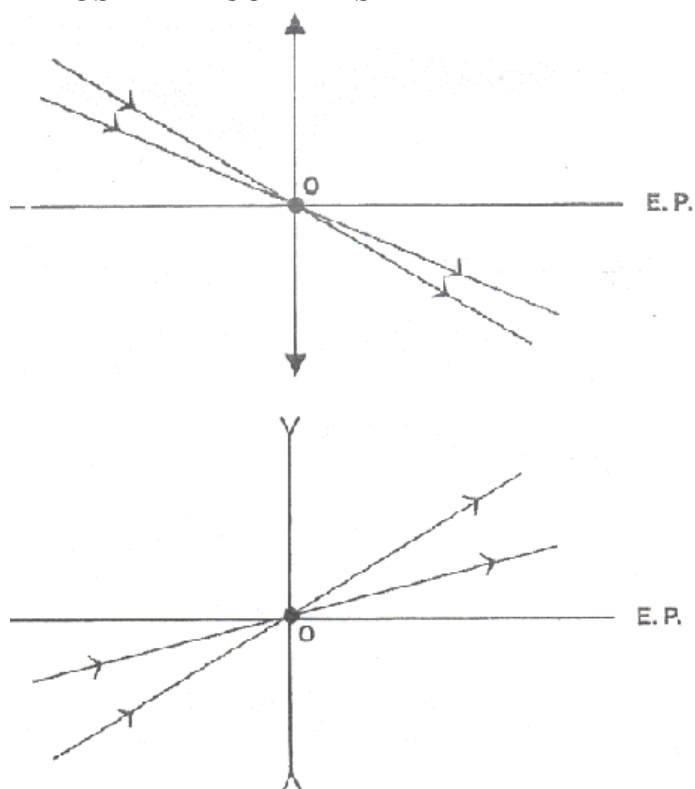


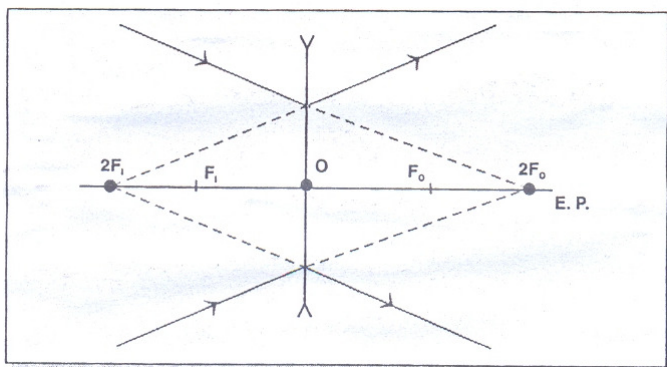
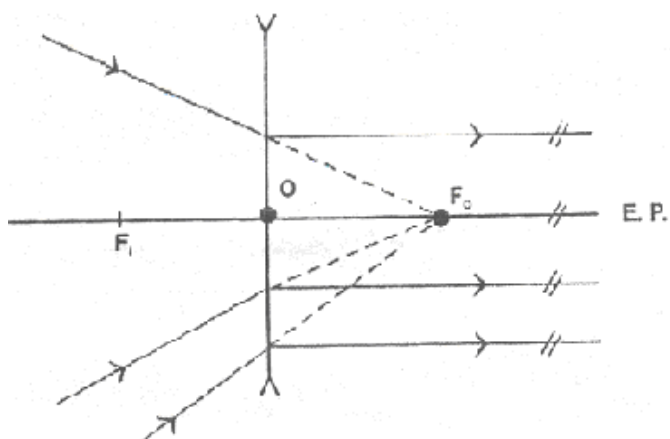
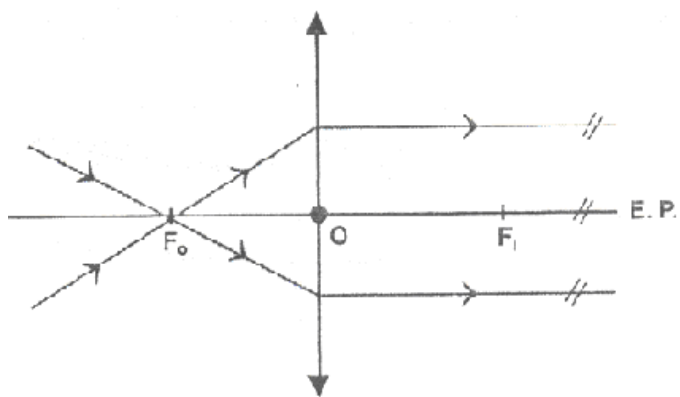


Resumo: Raios paralelos ao eixo principal, sofrem refração passando pelo foco principal.

Raios paralelos a qualquer eixo secundário, sofrem refração, passando pelo foco secundário correspondente definido na intersecção do E. S. com o plano focal imagem.

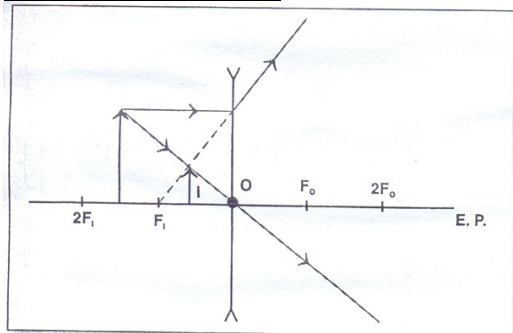
RAIOS PARTICULARES





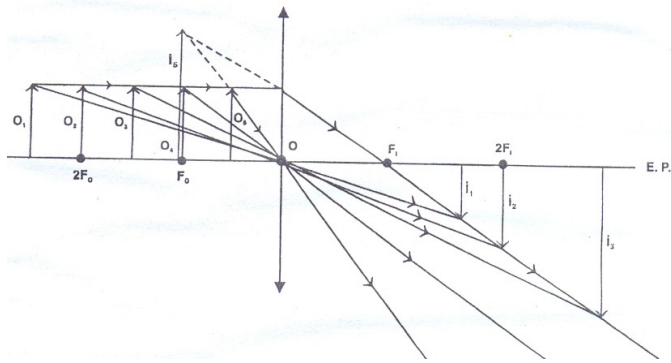
FORMAÇÃO DE IMAGENS

A) DIVERGENTES:



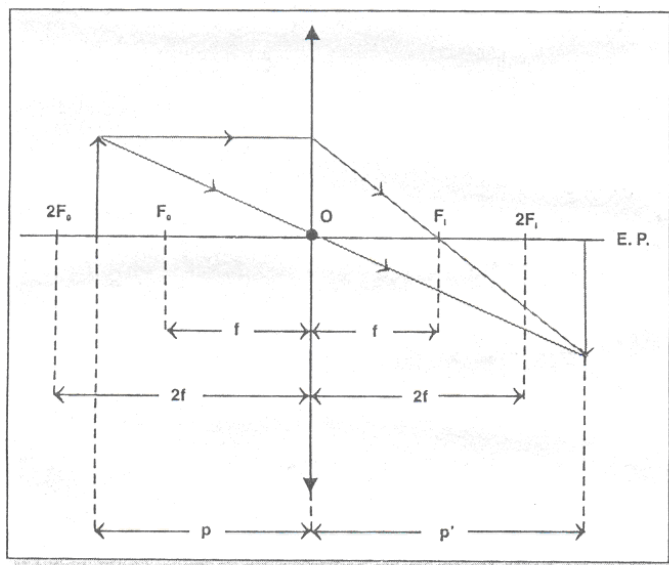
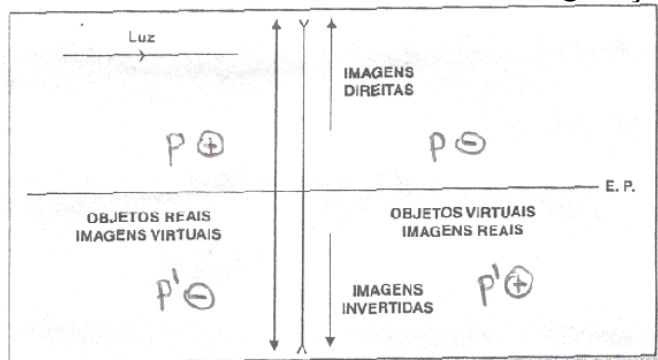
- Menor
- Virtual
- Direita

B) CONVERGENTE:



Imagens	Objeto (posições)
i_1	→ o_1 : <u>Real</u> , menor e <u>invertida</u> . Exemplo: Vista humana.
i_2	→ o_2 : <u>Real</u> , mesmo tamanho e <u>invertida</u> . Exemplo: copiadores tipo “xérox”.
i_3	→ o_3 : <u>Real</u> , maior e <u>invertida</u> . Exemplo: projetor de slides ou filmes.
i_4	→ o_4 : Imprópria. Exemplo: holofotes.
i_5	→ o_5 : <u>Virtual</u> , maior e <u>direita</u> . Exemplo: correção da hipermetropia.

O REFERENCIAL GAUSSIANO E A EQUAÇÃO DE GAUSS



$$\begin{cases} f: \text{Distância focal} \\ p: \text{Abcissa do objeto} \\ p': \text{Abcissa da imagem} \end{cases}$$

$$\begin{cases} f > 0: \text{Foco imagem real (lente convergente)} \\ f < 0: \text{Foco imagem virtual (lente divergente)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p > 0: \text{Objeto real} \\ p < 0: \text{Objeto virtual} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p' > 0: \text{Imagem real} \\ p' < 0: \text{Imagem virtual} \end{cases}$$

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

ou

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

obs.: A regra de sinais acima deve ser rigorosamente obedecida ao aplicarmos as equações acima.

AUMENTO LINEAR TRANSVERSAL

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

$$\begin{cases} i: \text{Tamanho da imagem.} \\ o: \text{Tamanho do objeto.} \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} A = 1 \rightarrow i = o \\ A > 1 \rightarrow i > o \\ A < 1 \rightarrow i < o \end{array} \right.$$

$$\begin{cases} i > 0: \text{Imagem direita (A > 0).} \\ i < 0: \text{Imagem invertida (A < 0).} \end{cases}$$

Obs.: Note a importância do sinal negativo na expressão anterior:

$$p' > 0 \rightarrow \text{Real} \Rightarrow i < 0 \rightarrow \text{invertida}$$

↑ como sempre! ↑

$$p' < 0 \rightarrow \text{Virtual} \Rightarrow i > 0 \rightarrow \text{direita}$$

↑ como sempre! ↑

EQUAÇÃO DOS FABRICANTES DE LENTES

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n_m} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

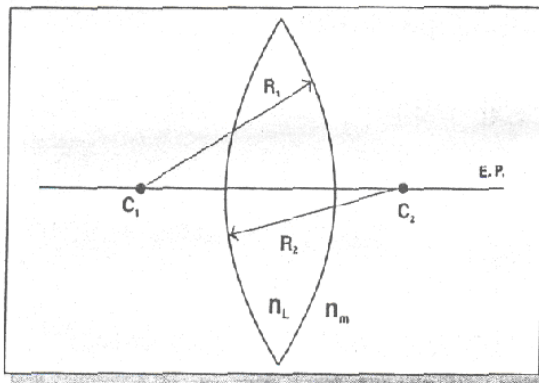
R_1 e R_2 são os raios de curvatura das faces da lente.

• CONVENÇÃO:

De acordo com o referencial gaussiano:

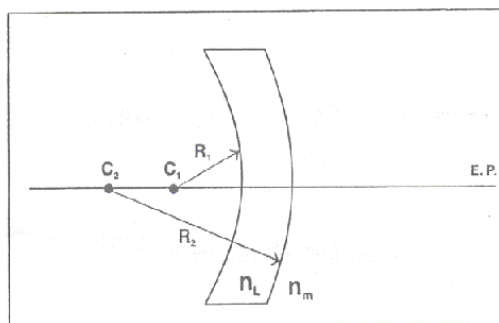
$$\begin{cases} R > 0: \text{Face convexa.} \\ R < 0: \text{Face côncava.} \end{cases}$$

Exemplos:



$$\begin{cases} \text{Bi-convexa: Bordas finas.} \\ \text{Faces convexas: } R_1 > 0 \text{ e } R_2 > 0. \\ n_L > n_m: f > 0 \text{ (convergente).} \\ n_L < n_m: f < 0 \text{ (divergente).} \end{cases}$$

Verifique na equação acima.



$$\begin{cases} \text{Convexo-côncava: Bordas Grossas.} \\ \text{Face convexa: } R_1 > 0. \\ \text{Face côncava: } R_2 < 0. \end{cases} \left. \begin{array}{l} |R_2| > |R_1| \\ \text{(maior)} \end{array} \right\} \begin{cases} n_L > n_m: f < 0 \text{ (divergente).} \\ n_L < n_m: f > 0 \text{ (divergente).} \end{cases}$$

Como exercício, verifique para os outros tipos de lentes.

Nota: Face Plana: $R \rightarrow \infty$; logo: $1/R \rightarrow 0$.

VERGÊNCIA (V)

$$V = \frac{1}{f}$$

$$[V] = \frac{1}{m} = m^{-1} = \text{Dioptria (di)}$$

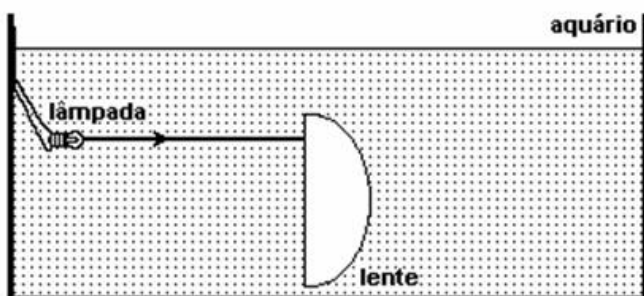
$$\begin{cases} f > 0: V > 0 \text{ (convergente)} \\ f < 0: V < 0 \text{ (divergente)} \end{cases}$$

$$V = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad \text{ou}$$

$$V = \left(\frac{n_L}{n_m} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Exercícios

1. (Ufmg) Em uma aula de Ciências, André mergulha uma lente oca e transparente, preenchida com ar, em um aquário cheio de água. Essa lente tem uma face plana e a outra curva, como representado nesta figura:

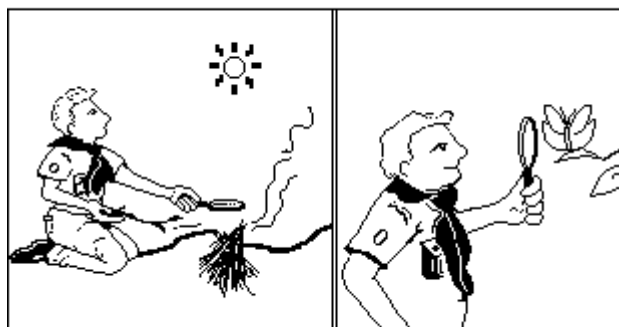


Um raio de luz emitido por uma lâmpada localizada no interior do aquário incide perpendicularmente sobre a face plana da lente. Considerando essas informações,

a) TRACE, na figura, a continuação da trajetória do raio de luz indicado até depois de ele atravessar a lente. JUSTIFIQUE sua resposta.

b) INDIQUE, na figura, a posição aproximada do foco à esquerda da lente. JUSTIFIQUE sua resposta.

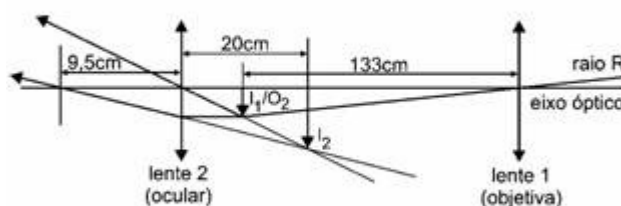
2. (Ufrj) Um escoteiro usa uma lupa para acender uma fogueira, concentrando os raios solares num único ponto a 20cm da lupa. Utilizando a mesma lupa, o escoteiro observa os detalhes da asa de uma borboleta ampliada quatro vezes.



a) Qual é a distância focal da lente? Justifique sua resposta.

a) Calcule a que distância da asa da borboleta o escoteiro está posicionando a lupa.

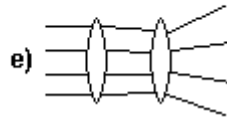
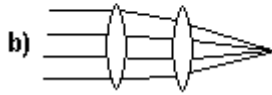
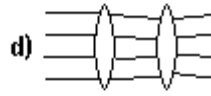
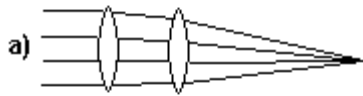
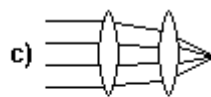
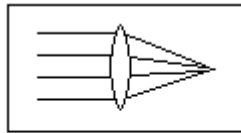
3. (Unicamp) Um dos telescópios usados por Galileu por volta do ano de 1610 era composto de duas lentes convergentes, uma objetiva (lente 1) e uma ocular (lente 2) de distâncias focais iguais a 133 cm e 9,5 cm, respectivamente. Na observação de objetos celestes, a imagem (I_1) formada pela objetiva situa-se praticamente no seu plano focal. Na figura (fora de escala), o raio R é proveniente da borda do disco lunar e o eixo óptico passa pelo centro da Lua.



a) A Lua tem 1.750 km de raio e fica a aproximadamente 384.000 km da Terra. Qual é o raio da imagem da Lua (I_1) formada pela objetiva do telescópio de Galileu?

b) Uma segunda imagem (I_2) é formada pela ocular a partir daquela formada pela objetiva (a imagem da objetiva (I_1) torna-se objeto (O_2) para a ocular). Essa segunda imagem é virtual e situa-se a 20 cm da lente ocular. A que distância a ocular deve ficar da objetiva do telescópio para que isso ocorra?

4. (Puc-rio) A figura abaixo mostra uma lente positiva também chamada convexa ou convergente, pois faz convergir raios paralelos de luz em um ponto chamado foco. Qual das alternativas abaixo melhor representa o que ocorre quando raios paralelos de luz incidem em duas lentes convexas iguais à anteriormente apresentada?



5. (Pucmg) Um objeto, colocado entre o centro e o foco de uma lente convergente, produzirá uma imagem:

- a) virtual, reduzida e direita
- b) real, ampliada e invertida
- c) real, reduzida e invertida
- d) virtual, ampliada e direita

6. (Pucsp) As figuras a seguir são fotografias de feixes de luz paralelos que incidem e atravessam duas lentes esféricas imersas no ar. Considere que as lentes são feitas de um material cujo índice de refração absoluto é maior do que o índice de refração do ar.

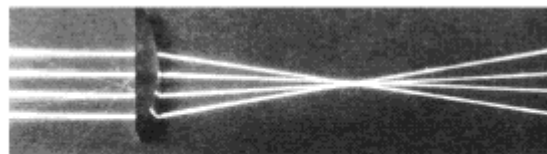


Figura A

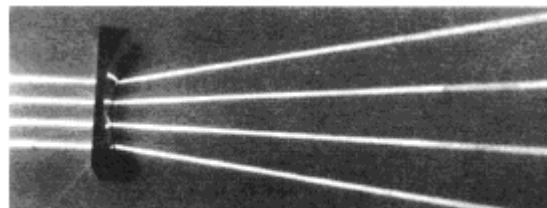


Figura B

Sobre essa situação fazem-se as seguintes afirmações:

- I - A lente da figura A comporta-se como lente convergente e a lente da figura B comporta-se como lente divergente.
- II - O comportamento óptico da lente da figura A não mudaria se ela fosse imersa em um líquido de índice de refração absoluto maior que o índice de refração absoluto do material que constitui a lente.
- III - Lentes com propriedades ópticas iguais às da lente da figura B podem ser utilizadas por pessoas portadoras de miopia.
- IV - Para queimar uma folha de papel, concentrando a luz solar com apenas uma lente, uma pessoa poderia utilizar a lente B.

Das afirmações, estão corretas apenas

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) I e III.
- d) II e IV.

e) I, III e IV

7. (Ueg)



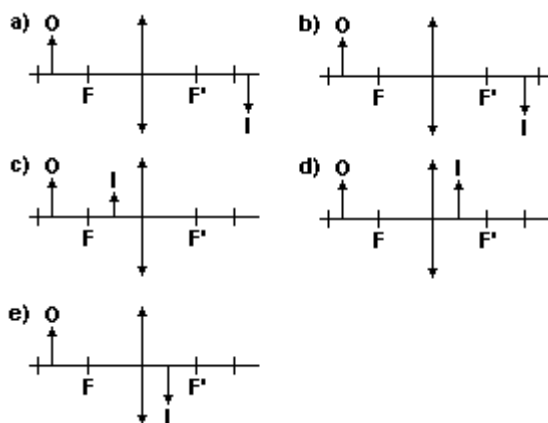
CARVALHO, R. P. de. *Física do dia-a-dia*. Belo Horizonte: Gutenberg, Autêntica Editoras, 2003. p.68.

Na tira apresentada, a personagem é uma lente convergente. Quando os raios do sol, que constituem um feixe de raios paralelos, incidem na lente, os raios convergem para um ponto. Para esse ponto convergem também os raios infravermelhos da radiação solar e, por isso, é alcançada uma temperatura bastante elevada. Ou seja, nesse caso, a lente é "botafogo".

Com base nas leis que regem a óptica geométrica, é INCORRETO afirmar:

- a) Um espelho côncavo fornece imagens reais, independente da posição do objeto.
- b) A imagem de um objeto, fornecida por uma lente divergente, é virtual, direita e menor que o objeto.
- c) A distância focal dos espelhos só depende do raio de curvatura.
- d) A luz emitida de um ponto luminoso (pequeno objeto) e refletida por um espelho plano chega aos olhos de um observador como se estivesse vindo de um ponto de encontro dos prolongamentos dos raios luminosos refletidos. Nesse ponto, o observador verá, então, uma imagem virtual do objeto.
- e) A hipermetropia deve-se ao encurtamento do globo ocular em relação ao comprimento normal. Portanto, deve-se associar ao olho uma lente convergente.

8. (Uel) Um objeto (O) encontra-se em frente a uma lente. Que alternativa representa corretamente a formação da imagem (I)?



9. (Uerj) Em uma alusão ao episódio em que Arquimedes teria usado uma lente para queimar as velas de navios utilizando a luz solar, o cartunista Mauricio de Sousa fez a seguinte tirinha:

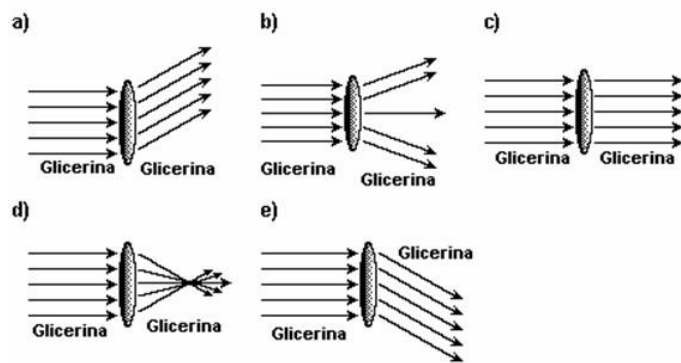


(RAMALHO Jr., F. et alii. Os Fundamentos da Física. São Paulo: Moderna, 1979.)

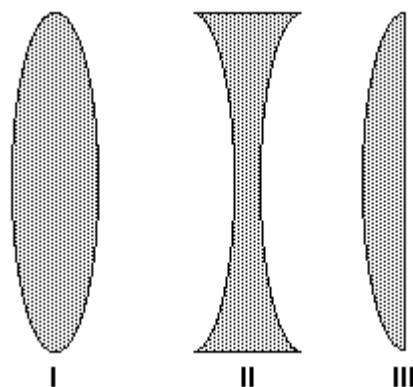
Sabendo que essa lente está imersa no ar, pode-se afirmar que ela é do tipo:

- a) plana
- b) côncava
- c) biconvexa
- d) côncavo-convexa

10. (Ufjf) A glicerina é uma substância transparente, cujo índice de refração é praticamente igual ao do vidro comum. Uma lente, biconvexa, de vidro é totalmente imersa num recipiente com glicerina. Qual das figuras a seguir melhor representa a transmissão de um feixe de luz através da lente?



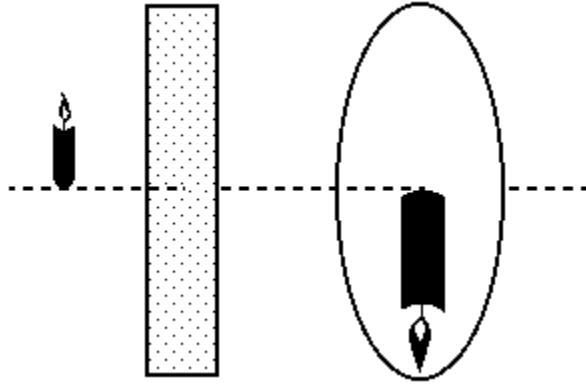
11. (Ufmg) Nesta figura, está representado o perfil de três lentes de vidro:



Rafael quer usar essas lentes para queimar uma folha de papel com a luz do Sol. Para isso, ele pode usar apenas

- a) a lente I.
- b) a lente II.
- c) as lentes I e III.
- d) as lentes II e III.

12. (Ufpel) O esquema abaixo mostra a imagem projetada sobre uma tela, utilizando um único instrumento óptico "escondido" pelo retângulo sombreado. O tamanho da imagem obtida é igual a duas vezes o tamanho do objeto que se encontra a 15cm do instrumento óptico.



Nessas condições, podemos afirmar que o retângulo esconde

- a) um espelho côncavo, e a distância da tela ao espelho é de 30cm.
- b) uma lente convergente, e a distância da tela à lente é de 45cm.
- c) uma lente divergente, e a distância da tela à lente é de 30cm.
- d) uma lente convergente, e a distância da tela à lente é de 30cm.
- e) um espelho côncavo, e a distância da tela ao espelho é de 45cm.

13. (Ufrj) É sabido que lentes descartáveis ou lentes usadas nos óculos tradicionais servem para corrigir dificuldades na formação de imagens no globo ocular e que desviam a trajetória inicial do feixe de luz incidente na direção da retina. Sendo assim, o fenômeno físico que está envolvido quando a luz atravessa as lentes é a

- a) reflexão especular.
- b) difração luminosa.
- c) dispersão.
- d) difusão.
- e) refração luminosa.

14. (Ufrs) Considere uma lente com índice de refração igual a 1,5 imersa completamente em um meio cujo índice de refração pode ser considerado igual a 1. Um feixe luminoso de raios paralelos incide sobre a lente e converge para um ponto P situado sobre o eixo principal da lente.

Sendo a lente mantida em sua posição e substituído o meio no qual ela se encontra imersa, são feitas as seguintes afirmações a respeito do experimento.

I - Em um meio com índice de refração igual ao da lente, o feixe luminoso converge para o mesmo ponto P.

II - Em um meio com índice de refração menor do que o da lente, porém maior do que 1, o feixe luminoso converge para um ponto P' mais afastado da lente do que o ponto P.

III - Em um meio com índice de refração maior do que o da lente, o feixe luminoso diverge ao atravessar a lente.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

15. Tem-se um objeto luminoso situado num dos focos principais de uma lente convergente. O objeto afasta-se da lente, movimentando-se sobre seu eixo principal. Podemos afirmar que a imagem do objeto, à medida que ele se movimenta,
- a) cresce continuamente.
 - b) passa de virtual para real.
 - c) afasta-se cada vez mais da lente.
 - d) aproxima-se do outro foco principal da lente.
 - e) passa de real para virtual.

16. Uma pessoa segura uma lente delgada junto a um livro, mantendo seus olhos aproximadamente a 40 cm da página, obtendo a imagem indicada na figura.

Soneto da Fidelidade
Vinícius de Moraes

De tudo, ao meu amor serei atento
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto
Que mesmo em face do maior encanto
Dele se encanta mais meu pensamento.
Quero viver com ele em cada vão momento
E em seu louvor hei de espalhar meu canto
E rir meu riso e derramar meu pranto
Ao seu pesar ou seu contentamento.
E assim, quando mais tarde me procure
Quem sabe a morte, angústia de quem vive
Quem sabe a solidão, fim de quem ama
Eu possa (me) dizer do amor (que tive):
Que não seja imortal, posto que é chama
Mas que seja infinito enquanto dure.

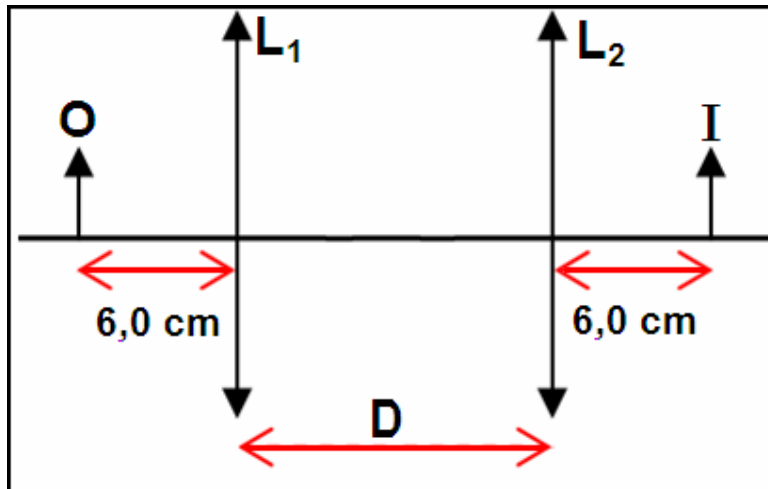
Em seguida, sem mover a cabeça ou o livro, vai aproximando a lente de seus olhos. A imagem, formada pela lente, passará a ser

- a) sempre direita, cada vez menor.
- b) sempre direita, cada vez maior.
- c) direita cada vez menor, passando a invertida e cada vez menor.
- d) direita cada vez maior, passando a invertida e cada vez menor.
- e) direita cada vez menor, passando a invertida e cada vez maior.

17 - Um objeto está sendo examinado com o uso de uma lente de distância focal 40 mm. O observador procura por detalhes que venham a fornecer informações para uma determinada investigação. Qual a alternativa que apresenta a maneira correta de utilização desta lente?

- xa) A lente deve estar a uma distância menor do que 40 mm do objeto.
- b) A lente deve estar a uma distância de 40 mm da superfície do objeto.
- c) A lente deve estar a uma distância entre 40 e 80 mm do objeto.
- d) A lente deve estar a uma distância maior do que 80 mm do objeto.
- e) Para responder esta questão é necessário saber a distância do observador até a lente.

18. A figura mostra a associação de duas lentes convergentes **L1** e **L2**, de eixo comum e mesma distância focal $f = 3,0 \text{ cm}$. Quando o objeto **O** é colocado a $6,0 \text{ cm}$ de **L1**, a imagem final **I**, conjugada pelo sistema, é formada a $6,0 \text{ cm}$ da lente **L2**. Qual a distância **D** entre as lentes?



- A) 6,0 cm
- B) 9,0 cm
- x C) 12 cm
- D) 15 cm
- E) 18 cm

19. A lupa é um instrumento óptico que consiste em uma lente biconvexa, de pequena distância focal, que, por sua capacidade de ampliar imagens, também é chamada de microscópio simples. Com relação a esse instrumento óptico, julgue os itens a seguir.

I A lente que constitui uma lupa é divergente.

II A ampliação produzida por uma lupa depende sempre da distância mínima de resolução do observador.

III Quando uma lente biconvexa é usada como lupa, a um objeto real corresponderá sempre uma imagem virtual ampliada.

IV A imagem produzida por uma lente biconvexa não pode ser projetada em um anteparo.

Estão certos apenas os itens

- A I e II.
- B I e III.
- x C II e III.
- D III e IV.

20. A aberração esférica refere-se à:

- A) distorção causada pela localização de um objeto fora do eixo óptico.
- B) distorção tipicamente causada pelas lentes multifocais.
- x C) diferença de focalização da imagem pelos raios periféricos em relação aos centrais.
- D) alteração gradual do tamanho da imagem, quando se olha periféricamente ao eixo óptico.

21. Dois prismas unidos pelo ápice constituem uma lente que:

- xa) Forma uma imagem virtual;

- b) Forma uma imagem real e outra virtual;
- c) Forma uma imagem real;
- d) Forma duas imagens virtuais;
- e) Forma duas imagens reais.

22. Em que fase da gestação se inicia a formação da lente (cristalino)?

- A) 3^a semana
- B) 4^o mes
- C) 9^o dia
- D) 7^o mes
- x E) 5^a semana

23. Uma lente é usada para formar a imagem de um objeto em uma tela. Escolha a opção que descreve corretamente o que acontece com a imagem do objeto, quando a metade direita da lente é tapada.

- x(A) A imagem fica menos luminosa.
- (B) A metade direita da imagem desaparece.
- (C) A imagem inteira desaparece.
- (D) A imagem fica fora de foco.
- (E) A metade esquerda da imagem desaparece.

24. A formação de uma imagem ampliada em um microscópio óptico, composto de uma objetiva e de uma ocular, exige que

- (A) ambas as lentes sejam divergentes.
- x(B) ambas as lentes sejam convergentes.
- (C) a lente ocular seja convergente e a objetiva, divergente.
- (D) a lente ocular seja divergente e a objetiva, convergente.

25. Um aluno, utilizando uma lente, consegue projetar a imagem da tela da televisão na parede da sala. A altura da tela é de 22 cm, a altura da imagem projetada na parede é de 1,1 cm e a distância da lente à parede é de 10 cm. Pode-se afirmar que ele utilizou uma lente

- x(A) convergente, de distância focal, em módulo, de 9,5 cm.
- (B) convergente, de distância focal, em módulo, de 5,5 cm.
- (C) convergente, de distância focal, em módulo, de 15 cm.
- (D) divergente, de distância focal, em módulo, de 5,5 cm.
- (E) divergente, de distância focal, em módulo, de 9,5 cm.

26. Entre os sistemas de produção de imagens, pode-se agrupar aqueles que projetam todos os pontos da imagem ao mesmo tempo e aqueles que os projetam em uma sequência linear, linha por linha, até completar a imagem numa velocidade tão alta que não se percebe. Equipamentos do primeiro grupo (simultânea) e do segundo grupo (sequência linear), são, respectivamente,

- (A) monitor de computador e retroprojetor.
- x(B) retroprojetor e aparelho de televisão.
- (C) projetor de cinema e retroprojetor.
- (D) monitor de computador e projetor de *slide*.
- (E) *data-show* e monitor de computador.

27. Lentes e espelhos são objetos que se prestam às mais diversas aplicações. Com base nas leis de óptica aplicadas a lentes, julgue o item seguinte.

c110__ Considere-se uma lente delgada, esférica e com duas superfícies convexas (biconvexa), cujos raios tenham a mesma magnitude de 1,20 cm e cujo índice de refração do material seja igual a 1,5. Nesse caso, supondo-se que a lente esteja colocada no ar, com índice de refração unitário, a distância focal dessa lente será igual a 1,2 cm.

28. Uma lente convergente do tipo delgada, esférica e biconvexa, situada a uma distância igual a duas vezes a sua distância focal de um objeto, formará uma imagem desse objeto que é

A virtual e direita.

x B real e invertida.

C virtual e invertida.

D real e direita.

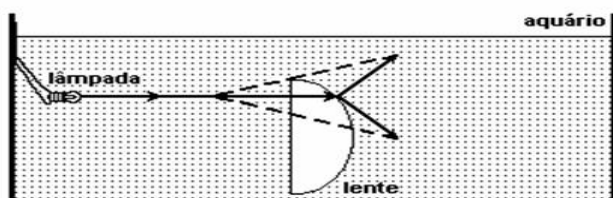
Gabarito

1. a) Após a primeira refração na interface líquido-lente o raio refratado não desvia, mantendo-se horizontal até atingir a interface lente-líquido. Nesta última interface o raio refratado altera sua direção para um vetor inclinado para cima. Isto ocorre pois uma lente de bordos finos e menos refringente que o meio circundante é um sistema divergente.

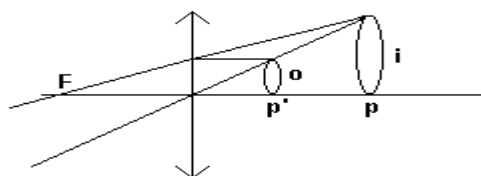
b) O foco está na intersecção do eixo óptico da lente com o prolongamento do raio emergente da lente.

Observe a figura a seguir:

a) / b)



2. a) Considerando que os raios paralelos provenientes do Sol convergem para o foco da lente, podemos afirmar que a distância focal da lente é 20cm ou 0,20m.



b) 0,15 m ou 15 cm

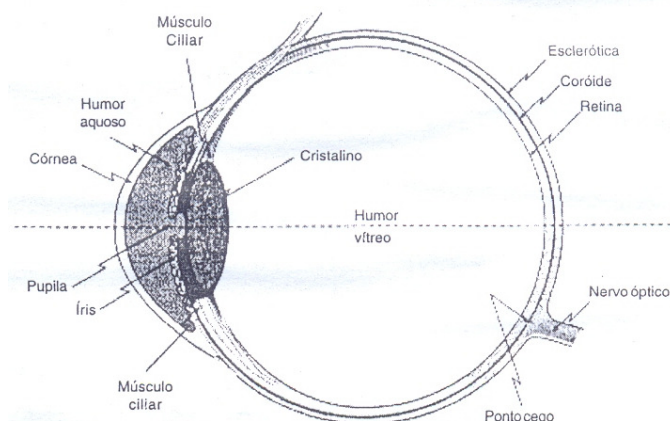
3. a) 0,61cm b) 139,4cm

4). C 5). D 6). C 7). A 8). A 9). C 10). C

11). C 12). D 13). E 14). D 15. tarefa 16. tarefa

OLHO HUMANO E INSTRUMENTOS ÓPTICOS

O olho humano: Quando uma pessoa de visão normal olha para um dado objeto, o cristalino (lente delgada convergente) forma desse objeto uma imagem real, invertida e menor, localizada precisamente sobre a retina, que é levada ao cérebro pelo nervo óptico, causando-nos, assim, a sensação de visão.



Obs.: Olho vivo (Fonte: A Gazeta 02/05/10)

- **Pupila:** é o nome dado ao orifício da íris (conhecida como “menina dos olhos”), responsável por filtrar a luz recebida.
- O **cristalino:** é uma lente natural situada atrás da íris.
- Na parte de trás, fica a **córnea**, um tecido transparente que recobre a porção colorida dos olhos (denominado **íris**).
- O tecido branco que envolve todo o globo ocular é chamado **esclera** (esclerótica).
- Banhando todas essas estruturas, há um líquido denominado **humor aquoso**.
- A porção posterior do olho é constituída basicamente pela **retina**, um tecido que abriga as células responsáveis pela visão e pelo **nervo óptico**, que conduz as informações visuais para serem interpretadas no cérebro.
- **Humor vítreo:** essa área é preenchida por um outro líquido, chamado **humor vítreo**, responsável, junto do **humor aquoso**, pelo formato arredondado do olho.
- **As sobrancelhas e os cílios:** têm a função de impedir o contato do olho com suor e com partículas que possam irritá-lo.
- **Por que os olhos ficam vermelhos na foto?** O olho humano é como uma câmera escura com um orifício, a pupila. Como, normalmente, a luminosidade é maior fora do que dentro do olho, nós enxergamos a pupila preta. Entretanto o fundo do olho, a retina, é intensamente irrigado por vasos sanguíneos, o que lhe dá uma cor vermelha-alaranjado. Por isso quando uma luz intensa, como o flash da máquina fotográfica,, entra no olho, a cor vermelha é preferencialmente refletida. Isso deixa a pupila avermelhada nas fotografias.
- **Descolamento da retina:** um soco ou uma bolada podem causar descolamento da retina, camada que reveste a parte interna do olho e forma as imagens.

Adaptação da visual:

Adequação do globo ocular à luminosidade ambiente, através da variação de diâmetro da pupila.

Acomodação visual:

Para que a imagem seja nítida, esta deve ser projetada (portanto, real) sobre a retina.

Porém, a distância do cristalino (lente convergente) à retina é constante (p' constante). Logo, para objetos situados a distâncias diferentes (p diferente), o sistema ocular “olho” deve apresentar distâncias focais diferentes.

Esta variação na distância focal é realizada pelos músculos ciliares.

Objetos distantes:

Máxima distância focal e nenhum esforço de acomodação (músculos ciliares relaxados).

Ponto remoto (PR):

É o ponto objeto, para o qual a distância focal é máxima.

Num olho normal (emétrope) o ponto remoto encontra-se no infinito.

Objetos próximos:

Mínima distância focal e máximo esforço de acomodação (músculos ciliares contraídos).

Ponto próximo (PP):

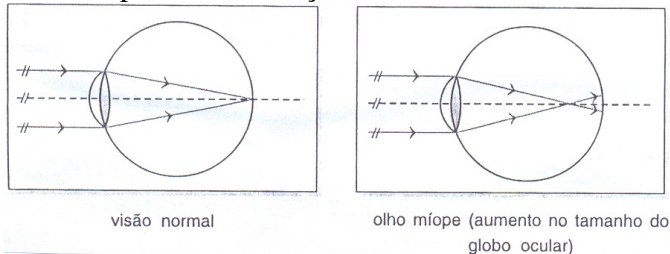
É o ponto objeto, para o qual a distância focal é mínima.

Num olho emétrope, o ponto próximo encontra-se, em média, a 25 cm do olho.

DEFEITOS VISUAIS E SUA CORREÇÃO

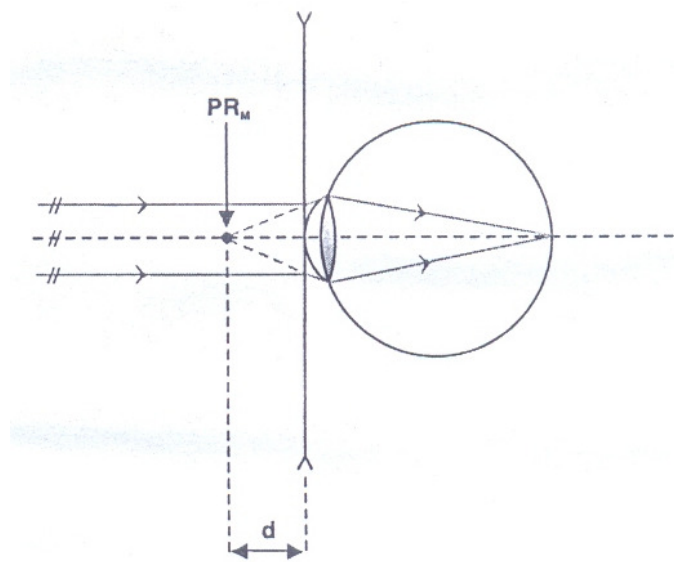
Miopia:

Causada por uma alteração na curvatura da córnea.



O míope tem dificuldades de conjugar imagens de objetos distantes.

• **Correção:** Uso de lentes divergentes. (O olho míope “converge demais”, deve-se, portanto, diminuir essa “convergência”).



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad p \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{p} \rightarrow 0$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p'} \rightarrow \boxed{V = |d|}$$

Onde,

$PR_M \rightarrow$ ponto remoto do míope (onde o mesmo enxerga com nitidez).

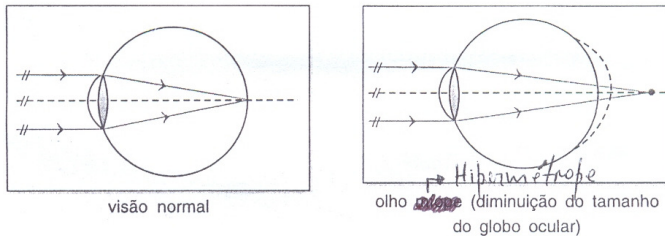
$d \rightarrow$ distância do PR_M ao olho.

Obs.: Astigmatismo: visão embaçada.

• **Correção:** Uso de lentes divergentes, cuja vergência (ou “grau”) seja dada por:

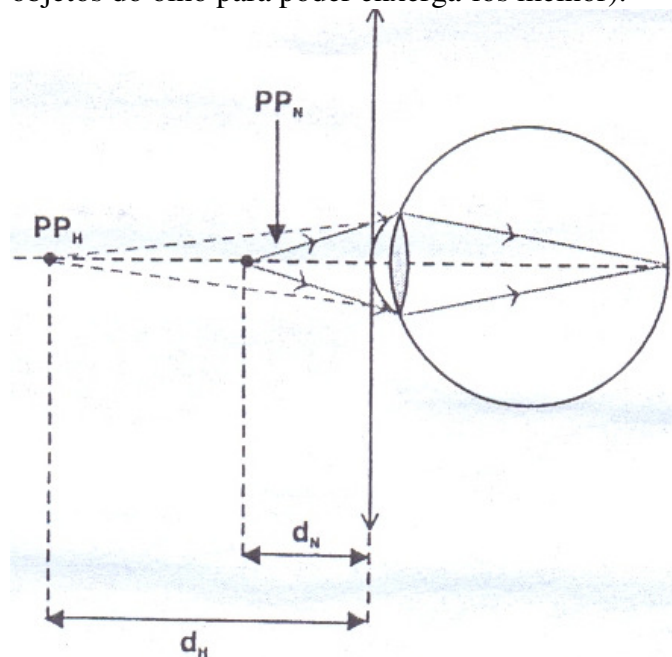
$$V = |d|$$

HIPERMETROPIA:



• **correção:** Uso de lentes convergentes. (Olho hipermetrope “converge de menos”, deve-se, portanto, aumentar essa “convergência”).

O olho hipermetrope tem dificuldades de conjugar imagens de objetos próximos, pois seu P, P_N , está além de 25 cm (lembre-se que, algumas pessoas precisam afastar os objetos do olho para poder enxergá-los melhor).



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad \left. \begin{array}{l} p = d_N \\ p' = d_H \text{ (virtual)} \end{array} \right\}$$

$$V = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H}$$

Em média: $d_N = 25 \text{ cm} \rightarrow$

$$V = \frac{1}{25} - \frac{1}{d_H}$$

Onde,

$PP_N \rightarrow$ Ponto próximo normal. (Cerca de 25 cm).

$PP_H \rightarrow$ Ponto próximo do hipermetrope.

Leitura1: Visão perfeita

Os especialistas alertam para um problema ainda negligenciado, mas que tem grande impacto na qualidade de vida das pessoas. É a Síndrome de Visão de Computador. Ela atinge pessoas que passam horas em frente ao computador e provoca irritação, fadiga, coceira e cansaço nos olhos. Para reduzir esses danos mantenha o monitor a uma distância de até 60 cm dos olhos, melhore a iluminação do ambiente onde estiver o computador e faça pausas, enquanto estiver usando o micro, a cada uma hora.

Leitura 2: As novas técnicas para ver melhor

■ Ceratocone: caracterizado pelo afinamento e perda de rigidez da parte central da córnea. Provoca distorção e embaçamento das imagens.

• Tratamento: método que associa a luz ultravioleta com um tipo de vitamina B₂. O procedimento aumenta a resistência da córnea.

■ Degeneração macular relacionada à idade: provocada por crescimento anormal de vasos sanguíneos na região da mácula, responsável pela visão central.

• Tratamento: aplicação de substância radioativa na lesão macular.

■ Rejeição ao transplante de córnea: Há indivíduos que não reagem bem ao procedimento.

• Tratamento: uma prótese com lentes especiais substitui a córnea, permitindo a passagem do estímulo luminoso até a retina.

■ Glaucoma: causado pelo aumento da pressão intra-ocular que leva à lesão do nervo óptico.

• Tratamento: cientistas estão testando uma nova cirurgia a laser, muito mais precisa do que a atual.

■ Catarata: caracterizada pela opacificação do cristalino, a lente dos olhos.

• Tratamento: lentes mais flexíveis ficam mais bem acomodadas, permitindo maior conforto ao paciente.

Leitura complementar

Astigmatismo: negação de nitidez, a imagem aparece borrada. Essa anomalia ocorre por falta de simetria esférica na córnea. Essa assimetria implica que a córnea não tem o mesmo raio em todas as direções. Para fazer a correção deve-se usar uma lente assimétrica.

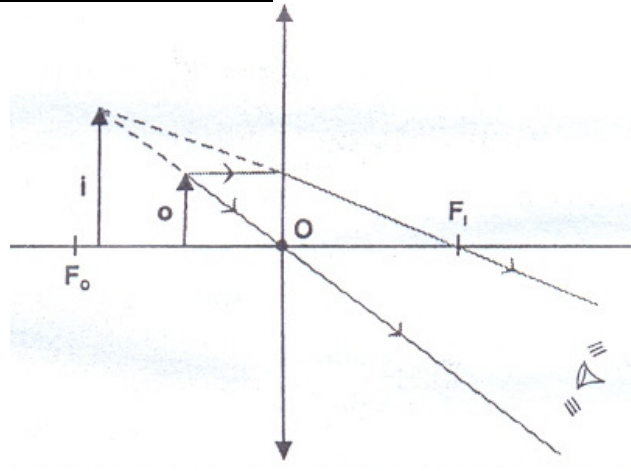
Estrabismo: no caso da visão estrábica (falta de visão binocular), os eixos ópticos não se alinham para a visão no infinito e, em decorrência, a pessoa focaliza duas regiões distintas. O resultado, ao contrário de um efeito tridimensional, é uma visão dupla, e o cérebro não consegue fazer a composição. Mas o fantástico poder de adaptação da mente humana ameniza o problema descartando uma das imagens.

Daltonismo: a retina humana dispõe de dois tipos de célula fotossensível: os cones e os bastonetes. Os cones são os responsáveis pela nossa visão colorida, fazendo a composição das cores primárias (vermelho, verde e azul). Já os bastonetes são mais sensíveis à luz, embora não as cores. Por serem mais abundantes na região periférica da retina, os bastonetes se prestam mais à percepção de vultos e figuras pouco iluminadas, fora de nosso foco principal de visão.

A ausência de determinados tipos de cones, na retina, determinada por características genéticas, acarreta a falta de percepção de algumas cores, ou, às vezes, de todas. A cor que o daltônico não consegue captar é interpretada pelo cérebro como apenas mais um tom de cinza.

INSTRUMENTOS ÓPTICOS

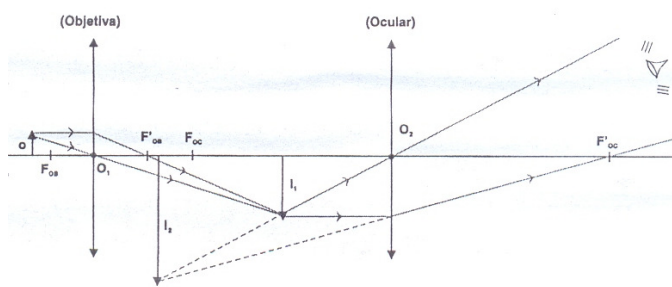
LUPA OU MICROSCÓPIO SIMPLES:



→ Objeto: Entre F_o e O .

→ Imagem: Virtual, direita e ampliada.

MICROSCÓPIO COMPOSTO:



F_{OB} → Distância focal da objetiva.

F_{OC} → Distância focal ocular.

Repare que a ocular funciona como uma lupa, ampliando, pela segunda vez, a imagem conjugada pela objetiva.

AUMENTO DO MICROSCÓPIO COMPOSTO

$$A_{OB} = \frac{i_1}{o} ; A_{OC} = \frac{i_2}{i_1}$$

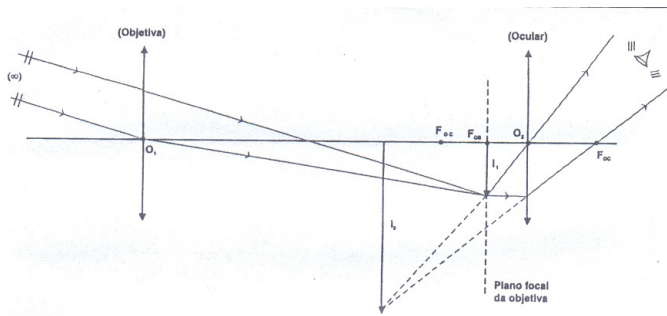
$$A_{MICR} = \frac{i_2}{o} = \frac{i_2}{i_1} \cdot \frac{i_1}{o} = A_{OC} \cdot A_{OB} \rightarrow \boxed{A_{MICR} = A_{OC} \cdot A_{OB}}$$

LUNETAS:

Repare que, como os objetos são objetos são impróprios, a objetiva conjuga uma imagem real no seu plano focal.

Para que a ocular funcione como uma lupa, o plano focal da objetiva deve ser situada, entre o foco e o centro óptico da ocular.

$$A = f_{ob}/f_{oc}$$



LEITURA: Persistência da Visão

Segundo os cientistas o olho humano retém a imagem que se forma na retina por alguns décimos de segundos a mais (aproximadamente 1/24 de segundo), mesmo após o clarão que a provocou haver desaparecido.

Essa peculiaridade do sistema óptico humano, capaz de reter a imagem por esse pequeno lapso de tempo, é conhecida como persistência da visão ou persistência retiniana.

Para filmar um corpo em movimento, são feitas várias fotos (fotogramas) em intervalos bem curtos. Hoje, a velocidade de filmagem e projeção é padronizado em 24 fotogramas por segundo.

Como a imagem na retina persiste no intervalo de tempo compreendido entre duas imagens sucessivas, fotograma seguinte é projetado no exato instante em fotograma anterior está desaparecendo de nossa “memória visual”, o que produz a sensação de movimento contínuo.

Professor Antonio Avelar Xavier

ENTREVISTA: Mitos e verdade sobre miopia

A cirurgia a laser, alternativa há 16 anos para corrigir a miopia, está cada vez mais avançada e conta com equipamento capaz de ler na hora os problemas de vista do paciente e acerta-los de forma personalizada. Mas o oftalmologista Sebastião Leonardo da Silveira alerta que a intervenção só pode ser feita quando o grau está estabilizado, sob o risco de o problema voltar.

Tribuna: Quais as correções possíveis com a cirurgia a laser?

Sebastião Leonardo da Silveira: A cirurgia a laser, que substitui aquela feita com bisturi há 16 anos, corrige casos de miopia, astigmatismo e hipermetropia. Ela foi evoluindo e há aparelhos cada vez mais modernos.

Tribuna: Como é o equipamento de ponta?

Temos um aparelho que personaliza a cirurgia. Ele consegue ler incorreções do olho e corrigir de maneira personalizada, o que traz um resultado melhor do que se fosse padronizado para todos os pacientes. O equipamento consegue ler e perceber irregularidades, corrigindo problemas na hora.

Tribuna: A cirurgia serve para todos os casos de miopia?

Não, há limites. É preciso a avaliação do médico para ver indicação de cirurgia ou não. O mais importante é essa análise prévia, já que a cirurgia é simples. São mais de 20 motivos para não fazer a intervenção.

Tribuna: Você pode citar alguns?

Depois dos 20 anos pode fazer, desde que o grau esteja estável. Não há limite máximo de idade, só mínimo. Não pode fazer essa cirurgia quem tem doenças na retina, glaucoma avançado, doença na córnea. Quem tem opacidade ou afinamento não é bom que faça, há algumas coisas que atrapalham um bom resultado.

Tribuna: A cirurgia tende a ser duradoura?

Sim, se o grau estiver estável. A cirurgia corrige o que tem, mas não interfere na tendência de evolução do problema.

A partir dos 40 anos, pode surgir a presbiopia, que é a dificuldade visual para perto. Esse já é outro problema que pode levar ao uso dos óculos mesmo após a cirurgia.

Tribuna: E a presbiopia pode ser corrigida?

Sim, com implante de uma lente multifocal, igual à lente de contato, mas com aplicação intra-ocular.

Tribuna: Como avaliar a técnica mais adequada para cada caso?

Miopia acima de 10 graus não se pode acertar com laser. Tem de colocar dentro do olho uma lente, um procedimento feito somente para olhos que não sofreram operação de catarata. Há a lente multifocal que corrige dificuldade de visão para longe e para perto. A Lasik (cirurgia a laser) é para quem tem até 10 graus de miopia. Já a lente intra-ocular fática corrige casos de altas miopias.

Cabe ao médico ver alternativa ou não indicar nenhuma, se houver restrições.

Também depende da vontade do paciente, que é um ponto primordial. A pessoa pode viver bem com óculos. Só que, caso seja grau muito forte, pode ficar pesado. Recentemente, fiz cirurgia num senhor que tinha 17 graus. Nesse caso, a indicação é importante, porque os óculos era tipo fundo de garrafa.

Tribuna: Em geral, esses problemas são hereditários?

São na maioria, assim como catarata. A evolução está ligada à herança genética e à idade.

Tribuna: Não há como evitá-los?

Não. Elas surgem de heranças genéticas e conforme a idade, o que se pode corrigir com cirurgia adequada ou optar por óculos.

Exercícios

1. (Unesp) Uma pessoa, com certa deficiência visual, utiliza óculos com lentes convergentes. Colocando-se um objeto de 0,6 cm de altura a 25,0 cm da lente, é obtida uma imagem a 100 cm da lente. Considerando que a imagem e o objeto estão localizados do mesmo lado da lente, calcule

- a) a convergência da lente, em dioptrias.
- b) a altura da imagem do objeto, formada pela lente.

2. (Unifesp) Um estudante observa que, com uma das duas lentes iguais de seus óculos, consegue projetar sobre o tampo da sua carteira a imagem de uma lâmpada fluorescente localizada acima da lente, no teto da sala. Sabe-se que a distância da lâmpada à lente é de 1,8 m e desta ao tampo da carteira é de 0,36 m.

- a) Qual a distância focal dessa lente?
- b) Qual o provável defeito de visão desse estudante? Justifique.

3. (Uerj) Considere uma pessoa míope que só consiga focalizar objetos situados a, no máximo, 1,0 m de distância de seus olhos.

Determine:

- a) o tipo e a dioptria da lente necessária para corrigir esta miopia;
- b) a velocidade de propagação da luz no interior do olho, na região que contém a substância denominada humor vítreo.

Dados: velocidade da luz no vácuo = 300000km/s e índice de refração do humor vítreo = $1,34$

4. (Unifesp) As figuras mostram o Nicodemus, símbolo da Associação Atlética dos estudantes da Unifesp, ligeiramente modificado: foram acrescentados olhos, na 1ª figura e óculos transparentes, na 2ª.



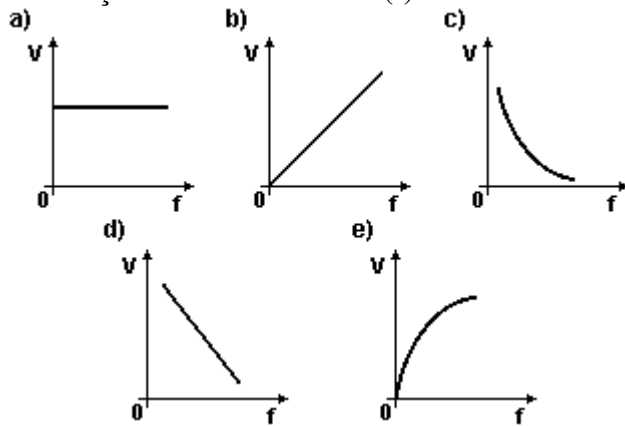
Figura 1

Figura 2

a) Supondo que ele esteja usando os óculos devido a um defeito de visão, compare as duas figuras e responda. Qual pode ser este provável defeito? As lentes dos óculos são convergentes ou divergentes?

b) Considerando que a imagem do olho do Nicodemus com os óculos seja 25% maior que o tamanho real do olho e que a distância do olho à lente dos óculos seja de 2cm, determine a vergência das lentes usadas pelo Nicodemus, em dioptrias.

5. (Cesgranrio) Assinale o gráfico que representa corretamente o valor da vergência (V) em função da distância focal (f).



6. (Fuvest) Uma pessoa idosa que tem hipermetropia e presbiopia foi a um oculista que lhe receitou dois pares de óculos, um para que enxergasse bem os objetos distantes e outro para que pudesse ler um livro a uma distância confortável de sua vista.

- Hipermetropia: a imagem de um objeto distante se forma atrás da retina.
- Presbiopia: o cristalino perde, por envelhecimento, a capacidade de acomodação e objetos próximos não são vistos com nitidez.
- Dioptria: a convergência de uma lente, medida em dioptrias, é o inverso da distância focal (em metros) da lente.

Considerando que receitas fornecidas por oculistas utilizam o sinal mais (+) para lentes convergentes e menos (-) para divergentes, a receita do oculista para um dos olhos dessa pessoa idosa poderia ser,

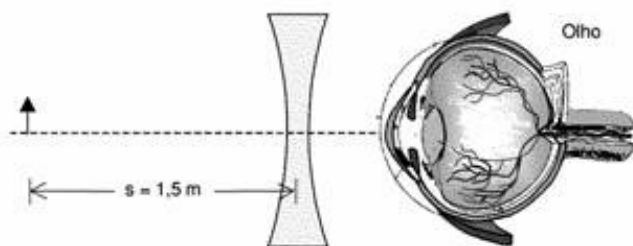
a) para longe: - 1,5 dioptrias; para perto: + 4,5 dioptrias

- b) para longe: - 1,5 dioptrias; para perto: - 4,5 dioptrias
- c) para longe: + 4,5 dioptrias; para perto: + 1,5 dioptrias
- d) para longe: + 1,5 dioptrias; para perto: - 4,5 dioptrias
- e) para longe: + 1,5 dioptrias; para perto: + 4,5 dioptrias

7. (Pucmg) ASSINALE A OPÇÃO CORRETA.

- a) Na miopia, a imagem é formada na frente da retina. Para se corrigir esse defeito, usam-se lentes divergentes.
- b) Na miopia, a imagem é formada na frente da retina. Para se corrigir esse defeito, usam-se lentes convergentes.
- c) Na hipermetropia, a imagem é formada atrás da retina. Para se corrigir esse defeito, usam-se lentes divergentes.
- d) Na hipermetropia, a imagem é formada atrás da retina. Para se corrigir esse defeito, usam-se lentes planas.

8. (Ufpe) Uma pessoa com alto grau de miopia só pode ver objetos definidos claramente se a distância até o objeto, medida a partir do olho, estiver entre 15 cm e 40 cm. Para enxergar um objeto situado a 1,5 m de distância, esta pessoa pode usar óculos com uma lente de distância focal $f = - 30$ cm. A qual distância, em cm, à esquerda da lente, se formará a imagem do objeto?



9. (Pucrs) Considere as afirmações a seguir, que se referem ao globo ocular humano.

- I. O olho emétrepe, ou normal, deve ser capaz de focalizar na retina objetos localizados no infinito, ou seja, a grandes distâncias, sem acomodação do cristalino.
- II. O olho emétrepe deve ser capaz de focalizar na retina, sem qualquer esforço de acomodação, objetos que se encontram na distância mínima de visão distinta, que é de 25cm.
- III. Na miopia, os raios de luz paralelos que incidem no globo ocular são focalizados antes da retina, e a sua correção é feita com lentes divergentes.
- IV. Na hipermetropia, os raios de luz paralelos que incidem no globo ocular são focalizados depois da retina, e sua correção é feita com lentes convergentes.

Analisando as afirmativas, conclui-se que somente estão corretas

- a) I e II
- b) II e III
- c) III e IV
- d) I, II e III
- e) I, III e IV

10. (Ufc) As deficiências de visão são compensadas com o uso de lentes. As figuras a seguir mostram as seções retas de cinco lentes.



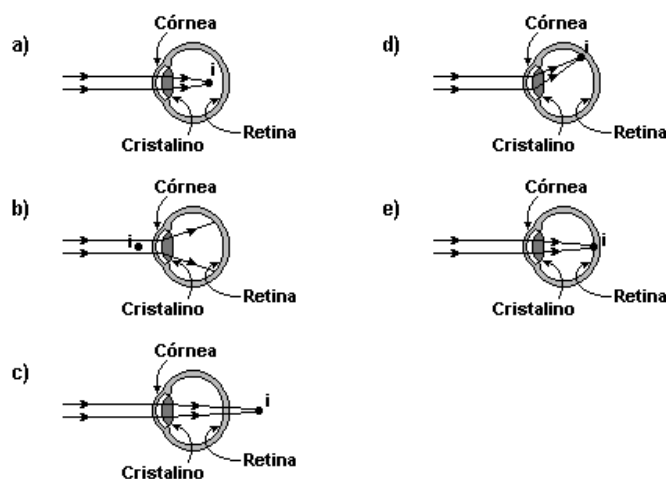
Considerando as representações acima, é correto afirmar que:

- a) as lentes I, III e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes II e IV para míopes.
- b) as lentes I, II e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes III e IV para míopes.
- c) as lentes I, II e III podem ser úteis para hipermetropes e as lentes IV e V para míopes.
- d) as lentes II e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes I, III e IV para míopes.
- e) as lentes I e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes II, III e IV para míopes.

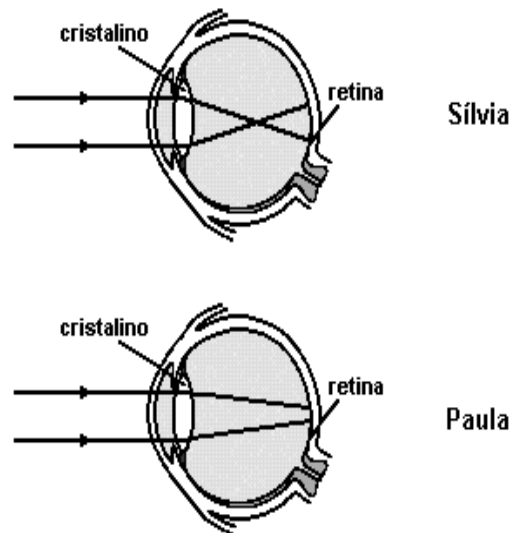
11. (Uff) Algumas escolas estão exigindo avaliação oftalmológica como item de matrícula, objetivando evitar problemas com o aprendizado, tendo em vista que, em muitos casos, o mau aproveitamento escolar do aluno decorre de dificuldades visuais. A miopia é um defeito visual que pode ser causado por uma deformação do globo ocular ou por uma excessiva vergência do cristalino, e pode ser corrigida utilizando-se uma lente divergente.

www.laserocular.com.br

Assinale o esquema que melhor representa a formação da imagem (i), de um objeto distante, em um olho míope.



12. (Ufmg) Após examinar os olhos de Sílvia e de Paula, o oftalmologista apresenta suas conclusões a respeito da formação de imagens nos olhos de cada uma delas, na forma de diagramas esquemáticos, como mostrado nestas figuras:



Com base nas informações contidas nessas figuras, é CORRETO afirmar que

- a) apenas Sílvia precisa corrigir a visão e, para isso, deve usar lentes divergentes.
- b) ambas precisam corrigir a visão e, para isso, Sílvia deve usar lentes convergentes e Paula, lentes divergentes.
- c) apenas Paula precisa corrigir a visão e, para isso, deve usar lentes convergentes.
- d) ambas precisam corrigir a visão e, para isso, Sílvia deve usar lentes divergentes e Paula, lentes convergentes.

13. Uma pessoa idosa que tem hipermetropia e presbiopia foi a um oculista que lhe receitou dois pares de óculos, um para que enxergasse bem os objetos distantes e outro para que pudesse ler um livro a uma distância confortável de sua vista.

- Hipermetropia: a imagem de um objeto distante se forma atrás da retina.
- Presbiopia: o cristalino perde, por envelhecimento, a capacidade de acomodação e objetos próximos não são vistos com nitidez.
- Dioptria: a convergência de uma lente, medida em dioptrias, é o inverso da distância focal (em metros) da lente.

Considerando que receitas fornecidas por oculistas utilizam o sinal mais (+) para lentes convergentes e menos (-) para divergentes, a receita do oculista para um dos olhos dessa pessoa idosa poderia ser,

- a) para longe: -1,5 dioptrias; para perto: +4,5 dioptrias
- b) para longe: -1,5 dioptrias; para perto: -4,5 dioptrias
- c) para longe: +4,5 dioptrias; para perto: +1,5 dioptrias
- d) para longe: +1,5 dioptrias; para perto: -4,5 dioptrias
- e) para longe: +1,5 dioptrias; para perto: +4,5 dioptrias

14 - Houve a ocorrência de um incêndio, em um quarto de um imóvel residencial. O proprietário, tentando justificar o motivo pelo qual o incêndio foi iniciado, alegou que a provável causa foi a incidência de raios solares que atingiram alguma das lentes dos seus óculos, que estavam apoiado em alguns livros, em cima da cama. Afirmou que os raios solares teriam convergido em algum ponto do lençol e isto teria propiciado o início do incêndio. O proprietário disse ainda que tinha um grau elevado de miopia.

Sabe-se que as lentes usadas por pessoas míopes, possuem distância focal negativa e que as lentes usadas pelas pessoas com hipermetropia e presbiopia, possuem distância

focal positiva. Com relação ao depoimento prestado pelo proprietário do imóvel, é correto afirmar:

- a) Somente com a combinação dos óculos do depoente com um espelho plano é que seria possível ocorrer tal incêndio.
- b) O depoimento é consistente e deve ser levado em consideração, como sendo uma provável causa do incêndio.
- c) Esta ocorrência nunca poderia ter acontecido, independentemente do tipo de óculos do proprietário.
- d) Somente no caso em que o grau da miopia do proprietário não fosse elevada é que seria possível a ocorrência de tal incêndio.
- xe) O incêndio somente seria possível se o depoente tivesse hipermetropia ou presbiopia.

15. O sentido da visão ocorre quando:

- a) A imagem é formada na retina e enviada ao lobo frontal;
- b) A imagem é formada nos cones e bastonetes e enviada ao lobo temporal;
- c) A imagem é formada na retina, percorre as vias ópticas até o corpo geniculado;
- xd) A imagem é formada na retina, percorre as vias ópticas até o lobo occipital;
- e) A imagem é formada nos cones e bastonetes e enviada para as áreas 17, 18 e 19 de Bowman.

16. As principais causas de astigmatismo são:

- a) Ceratocone, lentecone e descolamento da retina;
- b) Ceratocone, catarata incipiente, ectopia do cristalino e descolamento da retina;
- c) Cicatrizes corneanas, lentecone, catarata incipiente e descolamento de retina ;
- xd) Ceratocone, lentecone, ectopia do cristalino, catarata incipiente e cicatrizes corneanas;
- e) Descolamento da retina, ceratocone, lentecone e catarata incipiente.

17. As funções da lágrima são:

- a) Óptica e mecânica;
- b) Óptica e de nutrição;
- c) Nutrição, mecânica, lubrificação e óptica;
- xd) Nutrição, antibacteriana, óptica, mecânica e de lubrificação;
- e) Lubrificação, óptica e de nutrição.

18- Qual estrutura anatômica do globo ocular é responsável pela acomodação visual para longe e perto:

- a) Córnea.
- b) Íris.
- c) Cristalino. (correta)
- d) Vítreo.

19- O que é catarata

- a) Lesão conjuntival, com tecido fibroso, que cresce em direção à córnea.
- b) Alterações cristalínianas que levam a uma baixa visual progressiva. (correta)
- c) Alteração da cor da íris.
- d) Sintoma muito comum na conjuntivite.

20 - Sobre o glaucoma podemos afirmar:

- a) É a pressão baixa nos olhos.
- b) Não causa baixa visual.
- c) É a lesão das fibras nervosas retinianas após tempos de pressão alta nos olhos. (correta)
- d) É mais comum em pacientes hipertensos.

21 - Assinale a alternativa correta:

- a) No astigmatismo a imagem é formada antes da córnea.
- b) Na hipermetropia a imagem é formada antes da retina.
- c) Miopia e astigmatismo não acometem o mesmo olho. (correta)
- d) Na miopia a imagem é formada antes da retina.

22. O comprimento de onda da luz visível ao olho humano fica entre

- a) 2×10^{-6} e 4×10^{-6} m.
- xb) 4×10^{-6} e 7×10^{-6} m.
- c) 2×10^{-9} e 4×10^{-9} m.
- d) 4×10^{-9} e 7×10^{-9} m.
- e) 6×10^{-19} e 9×10^{-16} m.

23. A presbiopia é um distúrbio relacionado à

- xa) disfunção da acomodação.
- b) elevação da pressão intraocular.
- c) opacidade do cristalino.
- d) perda da motricidade parcial da musculatura extra-ocular.
- e) perda de sensibilidade da retina.

24. Quando recebem o tratamento adequado, a maior parte das crianças portadoras de glaucoma

- xa) atinge pressão intra-ocular normal.
- b) necessita manutenção com tratamento medicamentoso.
- c) obtém visão normal.
- d) progride para a cegueira total.
- e) regride gradualmente até um grau intermediário.

25. O ponto próximo de um olho míope de -3,0 dioptrias com amplitude de acomodação de 5,0 dioptrias está a:

- A) 15,0 cm.
- B) 7,5 cm.
- C) 5,0 cm.
- xD) 12,5 cm.

26. As duas principais causas de cegueira em todo o mundo são:

- A) catarata e tracoma.
- B) glaucoma e DMRI.
- xC) catarata e glaucoma.
- D) tracoma e DMRI.

27) O diâmetro corneano médio é de:

- (A) 11 mm na vertical e 13 mm na horizontal;

- (B) 12 mm na vertical e 10 mm na horizontal;
(C) 12,5 mm na vertical e 13,5 na horizontal;
x(D) 11,5 mm na vertical e 12 mm na horizontal.

28 - Uma lente plana constituída por dois prismas unidos pelo vértice é usada essencialmente para correção de:

- (A) hipermetropia;
x(B) miopia;
(C) astigmatismo simples;
(D) astigmatismo composto;
(E) hiperforia.

29 - A variação normal do tamanho das pupilas é:

- (A) 2 a 3 mm;
x(B) 3 a 5 mm;
(C) 5 a 6 mm;
(D) 6 a 7 mm;
(E) 7 a 8 mm.

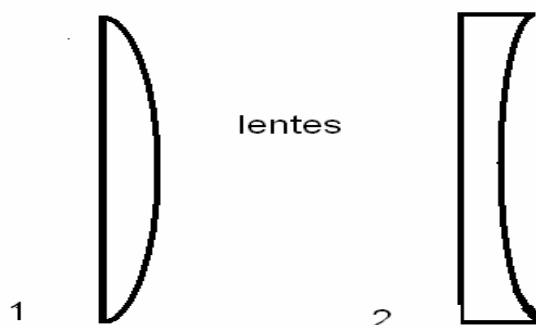
30.Em relação ao cristalino, é correto afirmar:

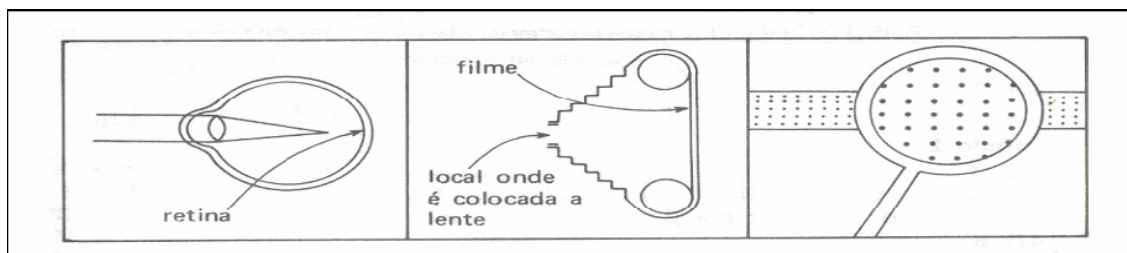
- A) a amplitude de acomodação aumenta com a idade
xB) a absorção ao ultravioleta longo e curto aumenta com a idade
(C) a elasticidade da cápsula anterior aumenta com a idade
(D) a transparência aumenta com a idade
(E) o raio de curvatura da cápsula anterior aumenta com a idade

31. Quais ametropias fazem com que um paciente com 50 anos de idade, enxergue melhor para perto, sem o uso de sua correção óptica apropriada para longe?

- a) hipermetropia e presbiopia.
xb) miopia e presbiopia.
c) hipermetropia e astigmatismo.
d) astigmatismo e presbiopia.

32. A seguir são apresentados dois tipos de lentes, ambas mais refringentes que o meio, e três casos em que estas lentes são usadas.





.Olho míope. A imagem é formada antes da retina. O tipo de lente usada deve ser tal que focalize a imagem na retina

.Máquina fotográfica

.Lente de aumento

Assinale a opção que apresenta a relação correta do tipo de lente e seu uso.

(A) Miopia: lente 2; máquina fotográfica: lente 1; lupa: lente 2.

(B) Miopia: lente 1; máquina fotográfica: lente 1; lupa: lente 1.

(C) Miopia: lente 1; máquina fotográfica: lente 2 lupa: lente 1.

(D) Miopia: lente 1; máquina fotográfica: lente 1; lupa: lente 2.

x(E) Miopia: lente 2; máquina fotográfica: lente 1; lupa: lente 1.

33. Alguns dos defeitos mais comuns da visão humana podem ser corrigidos com o uso de lentes. Com relação a esse assunto, assinale a opção correta.

xA Miopia e a hipermetropia são defeitos no sistema de refração do olho.

B As lentes usadas para a correção da miopia são convergentes.

C A formação da imagem em um ponto intermediário entre a córnea e a retina causa um defeito denominado hipermetropia.

D A menor distância entre os dois lados de uma lente convergente é denominada distância focal.

34. O funcionamento do olho humano é muito semelhante ao funcionamento de uma máquina fotográfica sofisticada. Alguns componentes da máquina fotográfica desempenham funções muito semelhantes a algumas partes do olho humano. Assinale a opção correta relacionada ao olho humano.

A A íris do olho corresponde ao diafragma de uma máquina fotográfica e controla automaticamente a distância do objeto em relação à retina.

xB Quando a córnea apresenta uma curvatura irregular ou o cristalino uma forma irregular, a imagem produzida será distorcida e (ou) borrada.

C Um indivíduo hipermétrope tem dificuldade de focalizar objetos muito afastados, pois a focalização ocorre atrás da retina.

D Um globo ocular curto ou uma córnea com curvatura muito pequena caracteriza um olho míope.

35. A refração foi bastante estudada por Snell, que estabeleceu que a velocidade da luz diminui quando esta passa de um meio menos refringente para outro mais refringente. O princípio de funcionamento de vários instrumentos ópticos, como microscópicos, lentes e, inclusive, o olho humano, deve-se à refração da luz ao passar por meios refringentes diferentes. Os defeitos mais comuns da visão humana, tais como a miopia e a hipermetropia, são devidos a defeitos no sistema de refração do cristalino, que faz parte do olho. Esses defeitos podem ser corrigidos com lentes convergentes ou divergentes. Sabendo-se que a visão normal é conseguida quando o foco dos raios de luz ocorre na retina, então é correto concluir que, para uma pessoa portadora de miopia corrigir seu problema de visão, ela deve utilizar lentes

- A cilíndricas.
- B convergentes.
- x C divergentes.
- D plano-convexas.

36. Suponha que, ao tomar emprestados os óculos de grau de um conhecido, você vê as imagens invertidas quando o afasta a certa distância de seu rosto. Esse efeito ocorre porque esses óculos têm um tipo de lente que corrige um específico problema de visão que são, respectivamente,

- (A) lente bifocal e astigmatismo.
- (B) lente divergente e presbiopia.
- (C) lente esférica e glaucoma.
- x (D) lente convergente e hipermetropia.
- (E) lente divergente e miopia.

37. Qual das afirmações está *incorreta*?

- A) No olho míope, a imagem de um objeto distante é formada antes da retina.
- B) No olho hipermetrope, a imagem de um objeto distante é formada depois da retina.
- x C) As lentes corretoras da miopia e da hipermetropia são lentes convergentes.
- D) A lente corretora de um olho míope deve ser divergente.
- E) A lente corretora de um olho hipermetrope deve ser convergente.

38. Um oculista pretende, ele mesmo, remover um cisco que caiu em seu próprio olho. Para que fique mais fácil a remoção, ele se olha em um espelho esférico, de distância focal igual a 16 cm e obtém uma imagem ampliada do olho. Sendo a sua distância mínima de visão distinta igual a 24 cm, a distância entre seu olho e o espelho deve ser, no mínimo, de:

- A) 7,8 cm
- x B) 8,0 cm
- C) 9,6 cm
- D) 10 cm
- E) 12 cm

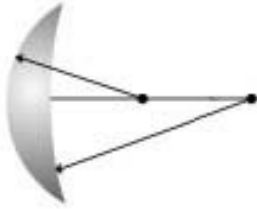
39. O princípio de funcionamento de vários instrumentos ópticos deve-se à refração da luz ao passar por meios refringentes diferentes, em particular, os microscópicos, as lentes e, inclusive, o olho humano. Os defeitos mais comuns da visão humana, tais como a miopia e a hipermetropia, devem-se ao sistema de refração do cristalino, que faz parte do olho. Esses defeitos podem ser corrigidos com lentes convergentes ou divergentes, como mostra a figura abaixo. A convergência de uma lente é definida pelo inverso da distância focal da lente.



Representação esquemática da miopia e sua correção

Considerando as informações do texto anterior, julgue os itens seguintes.

e70_ A figura abaixo mostra uma lente mais refringente que o meio externo, do tipo esférica côncavo-convexa e com bordas finas. Neste caso, a lente tem comportamento divergente.



e71__ A miopia pode ser corrigida com o uso de lente delgada convergente ou positiva.

Gabarito

1. a) 3,0di b) 2,4cm

2. a) 30cm

b) Hipermetropia ou presbiopia. A única certeza que temos é que a lente usada é convergente, por projetar uma imagem real.

3. a) divergente e -1 di

b) 223881 km/s

4.a) hipermetropia ou presbiopia; convergente;

b) 10 di

5. C 6.E 7. A 8.) 25cm 9. E 10. A 11.A 12D 13. tarefa