

Parte III – ÓPTICA GEOMÉTRICA

Tópico 1



1 Imagine-se na janela de um apartamento situado no 10º andar de um edifício. No solo, um carpinteiro bate um prego numa tábua. Primeiro você enxerga a martelada, para depois de certo intervalo de tempo escutar o ruído correspondente. A explicação mais plausível para o fato é:

- a emissão do sinal sonoro é atrasada em relação à emissão do sinal luminoso;
- o sinal sonoro percorre uma distância maior que o luminoso;
- o sinal sonoro propaga-se mais lentamente que o luminoso;
- o sinal sonoro é bloqueado pelas moléculas de ar, que dificultam sua propagação;
- o sentido da audição é mais precário que o da visão.

Resolução:

Velocidade do som no ar: ≈ 340 m/s

Velocidade da luz no ar: $\approx 300\,000\,000$ m/s

Como $V_{\text{luz}} \gg V_{\text{som}}$, primeiro enxerga-se a martelada, para, depois de certo intervalo de tempo, escutar-se o ruído correspondente.

Resposta: c

2 A velocidade de propagação das ondas luminosas:

- é infinitamente grande;
- é máxima no ar;
- é maior na água que no vácuo;
- vale 300 000 km/s no vidro;
- vale $3,00 \cdot 10^{10}$ cm/s no vácuo.

Resolução:

No vácuo: $V = c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s = $3,00 \cdot 10^{10}$ cm/s

Valor mais exato $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s

Resposta: e

3 São fontes luminosas primárias:

- lanterna acesa, espelho plano, vela apagada;
- olho-de-gato, Lua, palito de fósforo aceso;
- lâmpada acesa, arco voltaico, vaga-lume aceso;
- planeta Marte, fio aquecido ao rubro, parede de cor clara;
- tela de uma TV em funcionamento, Sol, lâmpada apagada.

Resolução:

As fontes luminosas primárias emitem luz própria.

Resposta: c

4 Acreditavam os antigos que a capacidade de visualização devia-se a um estranho mecanismo que consistia no fato de os olhos lançarem linhas invisíveis terminadas em ganchos (“anzóis”) que capturavam os detalhes dos objetos visados e traziam as informações aos órgãos visuais, possibilitando enxergar. Tão logo foi aprimorada a noção de luz, essa teoria foi demovida mediante o seguinte argumento:

- A luz propaga-se em linha reta.
- Os raios luminosos têm um único sentido de propagação.
- Não é possível enxergar em ambientes totalmente escuros.
- Só é possível enxergar corpos que difundem a luz de outros corpos.
- Só é possível enxergar corpos que emitem luz própria.

Resolução:

O modelo proposto pelos antigos possibilitaria a visão de corpos em ambientes escuros, o que não ocorre.

Resposta: c

5 E.R. A distância do Sol à Terra vale, aproximadamente, $1,5 \cdot 10^8$ km. Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é de $3,0 \cdot 10^5$ km/s, calcule o intervalo de tempo decorrido desde a emissão de um pulso luminoso no Sol até sua recepção na Terra.

Resolução:

Tendo em conta que a luz se propaga em movimento uniforme, podemos calcular o intervalo de tempo pedido por:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

Sendo $\Delta s = 1,5 \cdot 10^8$ km e $v = 3,0 \cdot 10^5$ km/s, vem:

$$\Delta t = \frac{1,5 \cdot 10^8}{3,0 \cdot 10^5} \text{ (s)} \Rightarrow \Delta t = 5,0 \cdot 10^2 \text{ s} = 8 \text{ min } 20 \text{ s}$$

6 Considere os seguintes dados: distância do Sol à Terra: $1,5 \cdot 10^8$ km; velocidade da luz no vácuo: $3,0 \cdot 10^5$ km/s. Admita que a partir de um determinado instante o Sol deixasse de emanar energia, isto é, “apagasse”. Quanto tempo após o referido instante esse fato seria registrado na Terra?

Resolução:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

$$\Delta t = \frac{1,5 \cdot 10^8}{3,0 \cdot 10^5} \text{ (s)} \Rightarrow \Delta t = 500 \text{ s} = 8 \text{ min } 20 \text{ s}$$

Resposta: 8 min 20 s

7 Suponha que um espelho de grandes dimensões seja fixado no solo lunar, voltando-se sua superfície refletora para determinado observatório na Terra. Um sinal luminoso de grande potência é emitido do observatório em direção ao espelho, onde sofre reflexão, sendo recebido de volta ao ponto de partida 2,54 s depois de sua emissão. Ignorando os movimentos da Terra e da Lua durante o fenômeno e adotando para a velocidade da luz o valor $3,00 \cdot 10^8$ m/s, calcule a distância entre a Terra e a Lua.

Resolução:

$$v = \frac{D}{\Delta t} = \frac{2d}{\Delta t} \Rightarrow d = \frac{v \Delta t}{2}$$

$$d = \frac{3,00 \cdot 10^8 \cdot 2,54}{2} \text{ (m)}$$

$$d = 3,81 \cdot 10^8 \text{ m} = 3,81 \cdot 10^5 \text{ km}$$

Resposta: $3,81 \cdot 10^5$ km

8 Define-se um ano-luz como a distância percorrida por um sinal luminoso no vácuo durante um ano terrestre. Sabendo que, no vácuo, a luz viaja a uma velocidade de $3,0 \cdot 10^5$ km/s, calcule, em metros, o comprimento equivalente a um ano-luz.

Resolução:

Sendo $v = 3,0 \cdot 10^5$ km/s $= 3,0 \cdot 10^8$ m/s e convertendo 1 ano para segundos $\Delta t = 1 \text{ ano} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 31\,536\,000 \text{ s} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$

Temos: $\Delta s = v \Delta t$

$$\Delta s = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$\Delta s \approx 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

Resposta: $9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$

9 Considere a seguinte citação, extraída de um livro de Física: “Quando contemplamos o céu numa noite de tempo bom, recebemos das estrelas um relato do passado”. Utilizando argumentos científicos, comente o pensamento do autor.

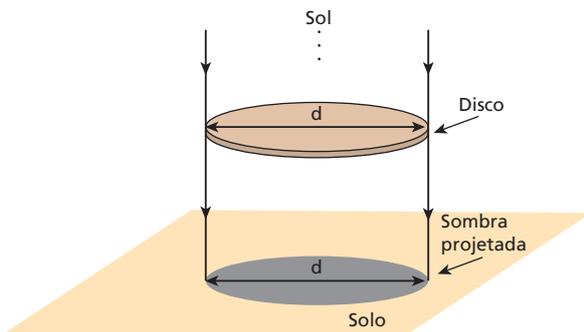
Resposta: A distância das estrelas à Terra é muito grande, de modo que a luz emitida por esses corpos celestes leva muito tempo para atingir nosso planeta.

10 Com o Sol a pino, observa-se que a sombra de um disco circular, projetada no solo plano e horizontal, tem a mesma forma e o mesmo diâmetro do disco. Pode-se, então, concluir que:

- a) os raios solares são praticamente paralelos entre si e o disco está disposto paralelamente ao solo;
- b) os raios solares são praticamente paralelos entre si e o disco está disposto perpendicularmente ao solo;
- c) os raios solares são muito divergentes e o disco está disposto paralelamente ao solo;
- d) os raios solares são muito divergentes e o disco está disposto perpendicularmente ao solo;
- e) nada se pode concluir apenas com as informações oferecidas.

Resolução:

A situação proposta está esquematizada abaixo:



Resposta: a

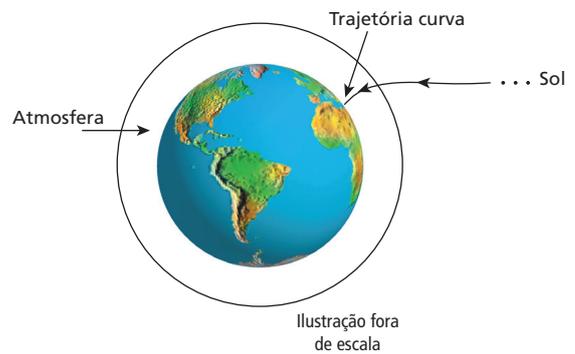
- 11** Analise as proposições seguintes:
- I. No vácuo, a luz propaga-se em linha reta.
 - II. Em quaisquer circunstâncias, a luz propaga-se em linha reta.
 - III. Nos meios transparentes e homogêneos, a luz propaga-se em linha reta.
 - IV. Ao atravessar a atmosfera terrestre, a luz propaga-se em linha reta.

O que você concluiu?

- a) Somente I é correta.
- b) Somente I e III são corretas.
- c) Somente II e III são corretas.
- d) Todas são corretas.
- e) Todas são erradas.

Resolução:

- (I) Correta.
- (II) Incorreta. A luz propaga-se em linha reta somente nos meios transparentes e homogêneos.
- (III) Correta.
- (IV) Incorreta. A atmosfera terrestre é um meio heterogêneo que obriga a luz que incide obliquamente sobre ela a descrever uma trajetória curva até atingir a superfície do planeta.

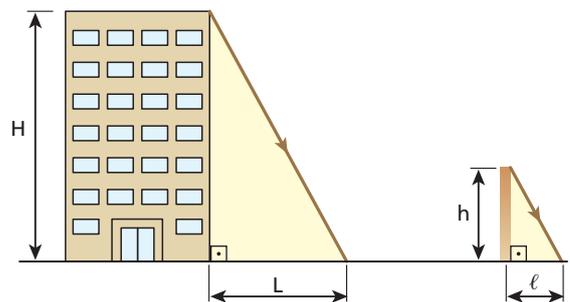


Resposta: b

12 | E.R. Desejando medir a altura **H** de um prédio, um estudante fixou verticalmente no solo uma estaca de 2,0 m de comprimento. Em certa hora do dia, ele percebeu que o prédio projetava no solo uma sombra de 60 m de comprimento, enquanto a estaca projetava uma sombra de 3,0 m de comprimento. Considerando os raios solares paralelos, que valor o estudante encontrou para **H**?

Resolução:

O processo descrito está representado na figura seguinte:



Como podemos considerar os raios solares paralelos, os triângulos retângulos correspondentes às regiões de sombra do prédio e da estaca são semelhantes. Assim, podemos escrever que:

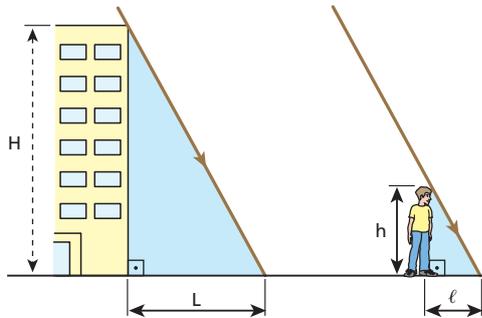
$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l}$$

Sendo $h = 2,0 \text{ m}$, $L = 60 \text{ m}$ e $l = 3,0 \text{ m}$, calculemos **H**:

$$\frac{H}{2,0 \text{ m}} = \frac{60 \text{ m}}{3,0 \text{ m}} \Rightarrow \boxed{H = 40 \text{ m}}$$

13 (UFPE) Uma pessoa de 1,8 m de altura está em pé ao lado de um edifício de altura desconhecida. Num dado instante, a sombra dessa pessoa, projetada pela luz solar, tem uma extensão de 3,0 m, enquanto a sombra do edifício tem uma extensão de 80 m. Qual a altura, em metros, do edifício?

Resolução:



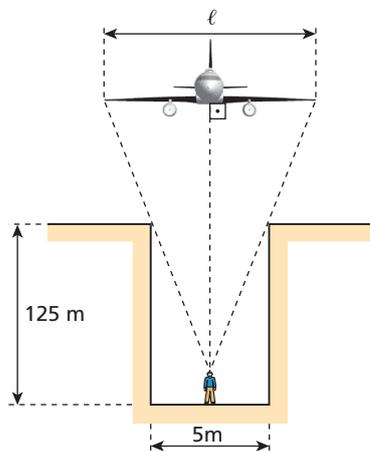
$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l}$$

Sendo $h = 1,8\text{ m}$, $L = 80\text{ m}$ e $l = 3,0\text{ m}$, calcularemos H :

$$\frac{H}{1,8\text{ m}} = \frac{80\text{ m}}{3,0\text{ m}} \Rightarrow H = 48\text{ m}$$

Resposta: 48 m

14 Do fundo de um poço, um observador de altura desprezível contempla um avião, que está 500 m acima de seus olhos. No instante em que a aeronave passa sobre a abertura do poço, o observador tem a impressão de que a envergadura (distância entre as extremidades das asas) abrange exatamente o diâmetro da abertura.



Considerando os elementos da figura ilustrativa acima, fora de escala, calcule a envergadura l do avião.

Resolução:

Semelhança de triângulos:

$$\frac{l}{d} = \frac{H}{h} \Rightarrow \frac{l}{5\text{ m}} = \frac{500\text{ m}}{125\text{ m}}$$

Donde: $l = 20\text{ m}$

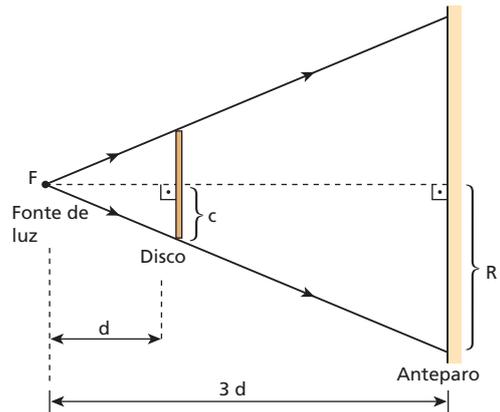
Resposta: $l = 20\text{ m}$

15 (UFG-GO) Um feixe luminoso, partindo de uma fonte puntiforme, incide sobre um disco opaco de 10 cm de diâmetro. Sabendo-se que a distância da fonte ao disco corresponde a um terço da distância deste ao anteparo e que os planos da fonte, do disco e do anteparo são paralelos, pode-se afirmar que o raio da sombra do disco, projetada sobre o anteparo, é de:

- a) 15 cm. b) 20 cm. c) 25 cm. d) 35 cm. e) 40 cm.

Resolução:

A situação proposta está representada abaixo:



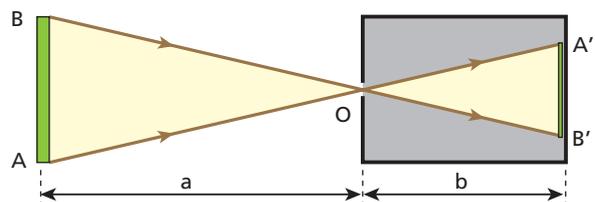
Semelhança de triângulos:

$$\frac{R}{r} = \frac{3d}{d} \Rightarrow \frac{R}{10\text{ cm}} = 3$$

Donde: $R = 15\text{ cm}$

Resposta: a

16 O esquema representa o corte de uma câmara escura de orifício, diante da qual existe um corpo luminoso AB de 40 cm de comprimento:



Considerando $a = 100\text{ cm}$ e $b = 20\text{ cm}$, calcule o comprimento da figura $A'B'$ projetada na parede do fundo da câmara.

Resolução:

Semelhança de triângulos:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{A'B'}{40\text{ cm}} = \frac{20\text{ m}}{100\text{ m}}$$

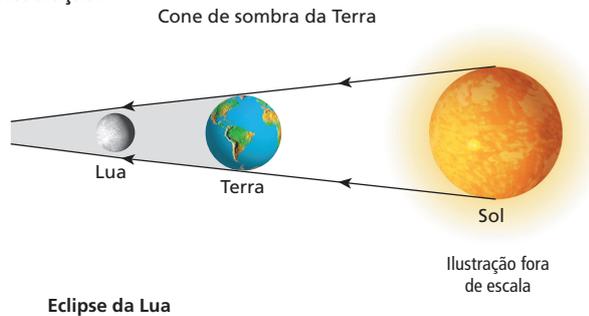
Donde: $A'B' = 8\text{ cm}$

Resposta: c

17 Num eclipse da Lua, a posição relativa dos três astros, Sol, Lua e Terra, é a seguinte:

- O Sol entre a Lua e a Terra.
- A Lua entre o Sol e a Terra.
- A Terra entre o Sol e a Lua.
- A Terra e a Lua à esquerda do Sol.
- É impossível a ocorrência de um eclipse da Lua.

Resolução:

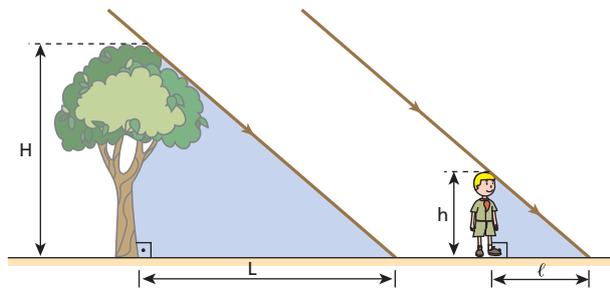


Eclipse da Lua

Resposta: 8 cm

18 Um grupo de escoteiros deseja construir um acampamento em torno de uma árvore. Por segurança, eles devem colocar as barracas a uma distância tal da base da árvore que, se cair, ela não venha a atingi-los. Aproveitando o dia ensolarado, eles mediram, ao mesmo tempo, os comprimentos das sombras da árvore e de um deles, que tem 1,5 m de altura; os valores encontrados foram 6,0 m e 1,8 m, respectivamente. Qual deve ser a menor distância das barracas à base da árvore?

Resolução:



Semelhança de triângulos:

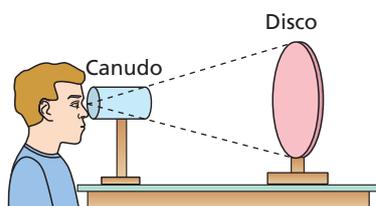
$$\frac{H}{h} = \frac{L}{l} \Rightarrow \frac{H}{1,5 \text{ m}} = \frac{6,0 \text{ m}}{1,8 \text{ m}}$$

Donde: $H = 5,0 \text{ m}$

$$d_{\text{ma}} = H = 5,0 \text{ m}$$

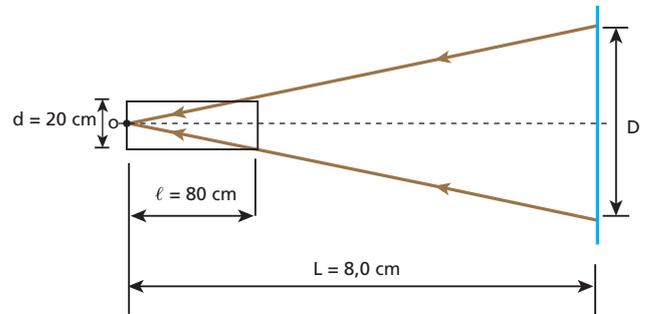
Resposta: 5,0 m

19 Considere o esquema ao lado, em que o observador olha através de um canudo cilíndrico, de eixo horizontal, de 20 cm de diâmetro e 80 cm de comprimento.



O rapaz observa que um disco, distante 8,0 m do seu olho, parece encaixar-se perfeitamente na boca do canudo. Supondo desprezível a distância do olho do rapaz ao canudo, calcule o raio do disco, admitindo que seja circular.

Resolução:

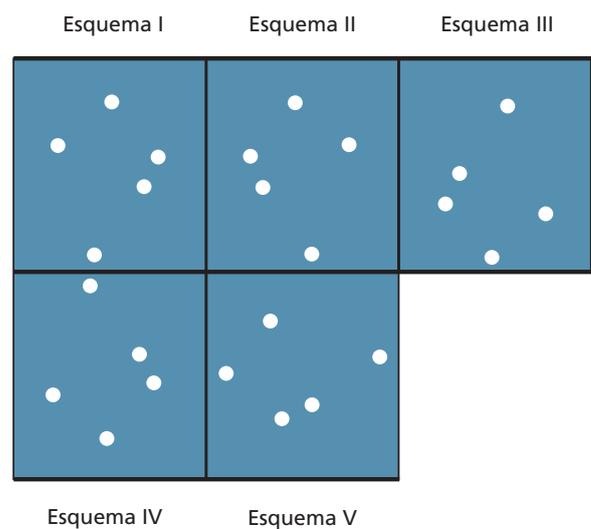


Semelhança de triângulos:

$$\frac{D}{d} = \frac{L}{l} \Rightarrow \frac{2R}{20 \text{ cm}} = \frac{8,0 \text{ m}}{80 \text{ cm}} \Rightarrow R = 1,0 \text{ m}$$

Resposta: 1,0 m

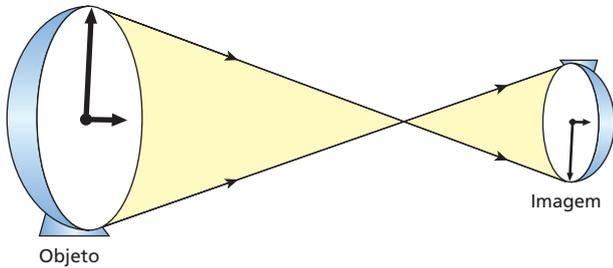
20 (FCC-SP) O orifício de uma câmara escura está voltado para o céu, numa noite estrelada. A parede oposta ao orifício é feita de papel vegetal translúcido. Um observador que está atrás da câmara, se olhasse diretamente para o céu, veria o Cruzeiro do Sul conforme o esquema I. Olhando a imagem no papel vegetal, por trás da câmara, o observador vê o Cruzeiro conforme o esquema:



- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

Resolução:

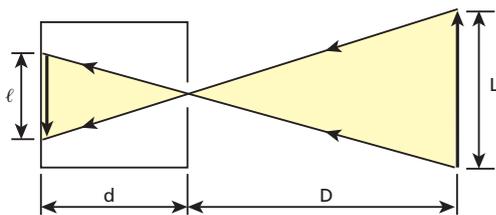
Toda a figura “imagem” projetada na parede do fundo da câmara escura de orifício apresenta-se invertida em relação ao Cruzeiro do Sul. Essa inversão é tanto longitudinal como transversal ℓ , como se pode observar no esquema abaixo.



Resposta: c

21 Um objeto luminoso e linear é colocado a 20 cm do orifício de uma câmara escura, obtendo-se, em sua parede do fundo, uma figura projetada de 8,0 cm de comprimento. O objeto é então afastado, sendo colocado a 80 cm do orifício da câmara. Calcule o comprimento da nova figura projetada na parede do fundo da câmara.

Resolução:



Semelhança de triângulos:

$$\frac{\ell}{L} = \frac{d}{D}$$

1º caso: $\frac{8,0 \text{ cm}}{L} = \frac{20 \text{ cm}}{D} \Rightarrow Ld = 160 \text{ cm}^2$ (1)

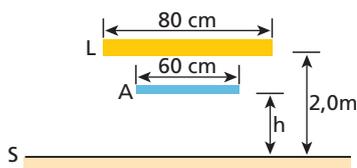
2º caso: $\frac{\ell}{L} = \frac{80 \text{ cm}}{D} \Rightarrow Ld = 80 \ell$ (2)

Comparando o 1º e o 2º caso, temos: $80 \ell = 160 \text{ cm}^2$

Da qual: $\ell = 2,0 \text{ cm}$

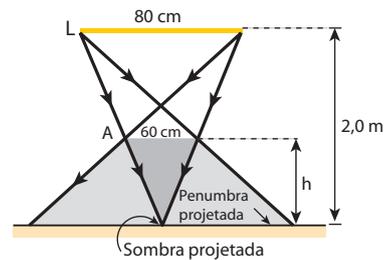
Resposta: 2,0 cm

22 (UEL-PR) A figura a seguir representa uma fonte extensa de luz L e um anteparo opaco A dispostos paralelamente ao solo (S):



O valor mínimo de h , em metros, para que sobre o solo não haja formação de sombra, é:
 a) 2,0. b) 1,5. c) 0,80. d) 0,60. e) 0,30.

Resolução:



Semelhança de triângulos

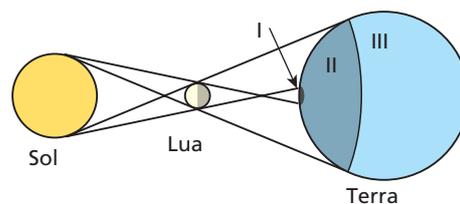
$$\frac{h}{2,0} = \frac{60}{80}$$

Da qual: $h = 1,5 \text{ m}$

Nessa situação, teremos penumbra projetada no solo e apenas um ponto de sombra.

Resposta: b

23 (Cesgranrio-RJ)



A figura acima está fora de escala; reproduz, porém, corretamente, os aspectos qualitativos da geometria do sistema Terra, Lua, Sol durante um eclipse anular do Sol. Qual das opções abaixo melhor representa a situação aparente do Sol e da Lua para observadores situados respectivamente nas zonas I, II e III da Terra?

	Observ. zona I	Observ. zona II	Observ. zona III
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			

Código:
 Círculo maior: Sol
 Círculo menor: Lua
 Parte cinza = sombra

Resolução:

Um observador situado na Zona I (sombra da Lua projetada na Terra) vê o “disco lunar” centrado sobre o “disco solar”. Na Zona II (penumbra projetada), o observador vê um eclipse parcial, caso em que o “disco lunar” cobre parcialmente o “disco solar”. Já na Zona III, não há eclipse e o “disco solar” é visualizado integralmente pelo observador.

Resposta: a

24 Leia atentamente o texto abaixo:

“O último eclipse total do Sol neste século (XX) para o hemisfério sul aconteceu na manhã de 3 de novembro de 1994. Faltavam 15 minutos para as 10 h, na cidade de Foz do Iguaçu, no Paraná. Em qualquer dia normal, o sol da primavera já estaria brilhando bem acima do horizonte, mas esse não foi um dia normal (...) Durante o eclipse, a gigantesca sombra, com 200 km de diâmetro, progrediu a 3000 km por hora do Oceano Pacífico para a América do Sul. Entrou no Brasil por Foz do Iguaçu e saiu para o Oceano Atlântico, sobre a divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.”

(Revista Superinteressante, ano 8, n. 10.)

Com base em seus conhecimentos e nas informações contidas no texto, responda:

- a) Em que fase da Lua (lua cheia, lua minguante, lua nova ou lua crescente) ocorre o eclipse total do Sol?
- b) Qual a duração máxima do eclipse citado para uma pessoa que observou o fenômeno de um local em Foz do Iguaçu?

Resolução:

- a) O eclipse do Sol ocorre na fase da lua nova.
- b) Sendo 1 h = 60 min $v = \frac{3000}{60} = 50 \text{ km/min}$
temos: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{200}{50}$ $\Delta t = 4 \text{ min}$

Respostas: a) lua nova; b) 4 min

25 Um quadro coberto com uma placa de vidro plano transparente não é tão bem visto quanto outro não coberto principalmente porque:

- a) o vidro reflete grande parte da luz ambiente incidente sobre ele;
- b) o vidro não refrata a luz proveniente do quadro;
- c) o vidro difunde a luz proveniente do quadro;
- d) o vidro absorve a luz proveniente do quadro;
- e) o vidro reflete totalmente a luz ambiente incidente sobre ele.

Resposta: a

26 À noite, numa sala iluminada, é possível ver os objetos da sala por reflexão numa vidraça de vidro transparente melhor do que durante o dia. Isso ocorre porque, à noite:

- a) aumenta a parcela de luz refletida pela vidraça;
- b) não há luz refletida pela vidraça;
- c) diminui a parcela de luz refratada, proveniente do exterior;
- d) aumenta a parcela de luz absorvida pela vidraça;
- e) diminui a quantidade de luz difundida pela vidraça.

Resposta: c

27 Um jarro pintado de cor clara pode ser visto de qualquer posição do interior de uma sala devidamente iluminada. Isso ocorre porque:

- a) o jarro refrata grande parte da luz que recebe;
- b) o jarro difunde para os seus arredores grande parte da luz que recebe;
- c) o jarro absorve a luz que recebe;
- d) o jarro é um bom emissor de luz;
- e) o jarro reflete toda a luz que recebe.

Resposta: b

28 E.R. Um estudante está usando uma camiseta que, vista à luz do Sol, se apresenta amarela, tendo impressa no peito a palavra ÓPTICA em letras vermelhas. Como se apresentará a camiseta se o estudante entrar em um recinto iluminado por luz monocromática vermelha? Suponha que os pigmentos amarelos do tecido e vermelhos da palavra impressa sejam puros.

Resolução:

A região que se apresentava amarela sob a luz solar se apresentará escura, pois a luz vermelha incidente sobre ela será totalmente absorvida.

A região que se apresentava vermelha sob a luz solar (palavra ÓPTICA) se apresentará vermelha, pois a luz vermelha incidente sobre ela será predominantemente difundida.

29 A bandeira do Brasil esquematizada na figura é confeccionada em tecidos puramente pigmentados:



Estando estendida sobre uma mesa no interior de um recinto absolutamente escuro, a bandeira é iluminada por luz monocromática. Determine de que cores serão vistas as regiões designadas por 1, 2, 3 e 4 no caso de:

- a) a luz monocromática ser verde;
- b) a luz monocromática ser vermelha.

Respostas: a) 1 – verde; 2 – preta; 3 – preta; 4 – verde; b) 1 – preta; 2 – preta; 3 – preta; 4 – vermelha

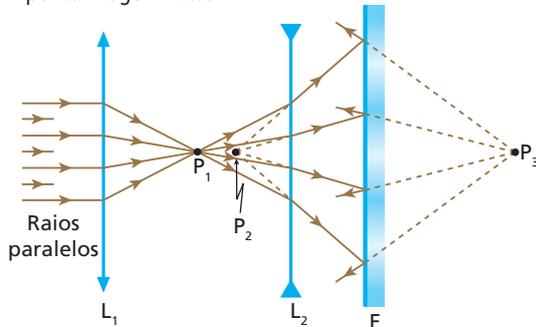
30 Um estudante que contemple um arco-íris através de um filtro óptico (lâmina de acrílico) amarelo:

- a) verá o arco-íris completo, com todas as suas cores;
- b) não verá nada do arco-íris;
- c) verá apenas a faixa amarela do arco-íris;
- d) verá todas as faixas do arco-íris, exceto a amarela;
- e) verá apenas as faixas alaranjada, amarela e verde do arco-íris.

Resposta: c

Responda aos testes de 31 a 36 com base nas informações seguintes.

Considere estas convenções e a associação de sistemas ópticos:
 POR = ponto objeto real PII = ponto imagem impróprio
 POV = ponto objeto virtual L_1 = lente convergente
 POI = ponto objeto impróprio L_2 = lente divergente
 PIR = ponto imagem real E = espelho plano
 PIV = ponto imagem virtual



31 A luz incidente recebida por L_1 provém de um:
 a) POR; b) POV; c) POI; d) PIR; e) PII.

Resposta: c

32 Em relação a L_1 , o ponto P_1 é:
 a) POR; b) POV; c) PIR; d) PIV; e) PII.

Resposta: c

33 Em relação a L_2 , o ponto P_1 é:
 a) POR; b) POV; c) PIR; d) PIV; e) PII.

Resposta: a

34 Em relação a L_2 , o ponto P_2 é:
 a) POR; b) POV; c) PIR; d) PIV; e) PII.

Resposta: d

35 Em relação a E, o ponto P_2 comporta-se como:
 a) POR; b) POV; c) PIR; d) PIV; e) PII.

Resposta: a

36 Em relação a E, o ponto P_3 é:
 a) POR; b) POV; c) PIR; d) PIV; e) PII.

Resposta: d

37 A janela de um quarto escuro dá para a rua, intensamente iluminada pelo Sol. Abrindo uma estreita fresta na janela, um observador que está dentro do quarto percebe a entrada de um feixe de luz, que, além de poder ser visto de diversos locais do quarto, ilumina uma área do seu piso. A respeito dessa situação, analise as proposições seguintes:

- I. Ao passar da rua para o interior do quarto, a luz sofre refração.
- II. Ao incidir no piso do quarto, a luz sofre reflexão regular.
- III. O feixe de luz pode ser visto de diversos locais do quarto devido à difusão da luz por partículas suspensas no ar.

O que você concluiu?

- a) Todas são corretas.
- b) Todas são erradas.
- c) Apenas I e II são corretas.
- d) Apenas I e III são corretas.
- e) Apenas III é correta.

Resposta: e

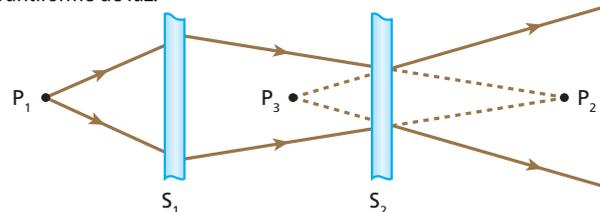
38 (Puccamp-SP) Num quarto absolutamente escuro, existem:
 1. uma fonte de luz intensa, cujo feixe tem seção constante de 5 mm de diâmetro;
 2. um espelho plano;
 3. um anteparo branco não-polido;
 4. uma bola de futebol usada.

Ao se acender a fonte, a maneira de obter uma visão da superfície da bola (superfície essa de maior área) é dirigir o feixe de luz colimado:

- a) para o anteparo e iluminar a bola com a luz difundida.
- b) para o espelho em incidência rasante e iluminar a bola com a luz refletida.
- c) para o espelho sob ângulo de 60° e iluminar a bola com a luz refletida.
- d) para o espelho sob ângulo de incidência de 30° e iluminar a bola com a luz refletida.
- e) diretamente para a bola.

Resposta: a

39 Na figura seguinte, S_1 e S_2 são sistemas ópticos e P_1 é uma fonte puntiforme de luz:



Com base nessa situação, responda:

- a) O que representa P_1 em relação a S_1 ?
- b) O que representa P_2 em relação a S_1 ? E em relação a S_2 ?
- c) O que representa P_3 em relação a S_2 ?

Respostas: a) Ponto objeto real; b) Ponto imagem real e ponto objeto virtual; c) Ponto imagem virtual

40 (UFF-RJ) O telescópio refletor *Hubble* foi colocado em órbita terrestre, de modo que, livre das distorções provocadas pela atmosfera, tem obtido imagens espetaculares do universo. O *Hubble* é constituído por dois espelhos esféricos.

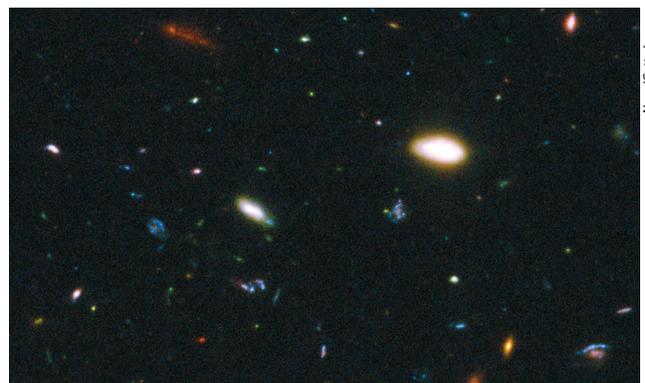
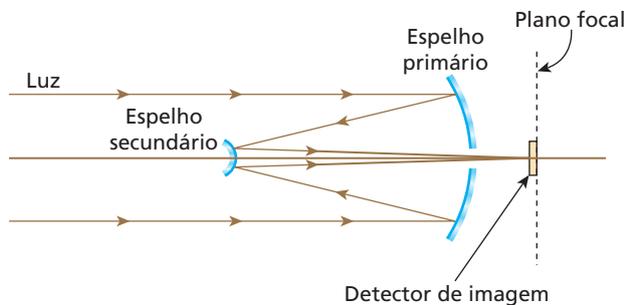


Imagem obtida pelo telescópio Hubble.

O espelho primário é côncavo e coleta os raios luminosos oriundos de objetos muito distantes, refletindo-os em direção a um espelho secundário, convexo, bem menor que o primeiro. O espelho secundário, então, reflete a luz na direção do espelho principal, de modo que esta, passando por um orifício em seu centro, é focalizada em uma pequena região onde se encontram os detectores de imagem.



Com relação a esse sistema óptico, pode-se afirmar que a imagem que seria formada pelo espelho primário é:

- a) virtual e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem de ser virtual.
- b) real e funciona como objeto real para o espelho secundário, já que a imagem final tem de ser virtual.
- c) virtual e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem de ser real.
- d) real e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem de ser real.
- e) real e funciona como objeto real para o espelho secundário, já que a imagem final tem de ser real.

Resolução:

A imagem produzida pelo espelho primário é real e funciona como objeto virtual em relação ao espelho secundário. Este, por sua vez, produz uma imagem real projetada no “detector de imagens”.

Resposta: d

41 Considere as proposições seguintes:

- I. Uma imagem real pode ser projetada em um anteparo.
- II. Uma imagem virtual pode ser projetada em um anteparo.
- III. Qualquer ponto que se comporta como imagem real pode ser projetado em um anteparo.
- IV. Para que uma imagem real seja visada por um observador, ela deve estar, necessariamente, projetada em um anteparo.

É (são) correta(s):

- a) todas;
- b) somente I;
- c) somente II;
- d) somente I e III;
- e) somente I, III e IV.

Resposta: b

42 Considere as proposições:

- I. Um meio perfeitamente homogêneo e transparente é invisível para um observador no seu interior.
- II. Um observador cujo globo ocular não intercepta um estreito pincel de luz que se propaga no vácuo não vê o pincel.
- III. A água do mar, considerada em grandes quantidades, é um meio homogêneo e transparente.

O que você conclui?

- a) Todas são corretas.
- b) Todas são erradas.
- c) Somente I é correta.
- d) Somente I e II são corretas.
- e) Somente III é correta.

Resposta: d

43 Os raios solares incidem sobre uma pessoa de 1,60 m de altura. Sua sombra projetada sobre um piso horizontal tem 2,40 m de comprimento. Um poste vertical situado próximo à pessoa também tem sua sombra projetada sobre o piso. Algumas horas mais tarde, a sombra da pessoa apresenta 2,00 m de comprimento, enquanto a sombra do poste tem 2,50 m a menos de comprimento que a anterior. Qual a altura do poste?

Resolução:

1º caso: $\frac{H}{S} = \frac{1,60}{2,40} \Rightarrow S = 1,5 H$ (I)

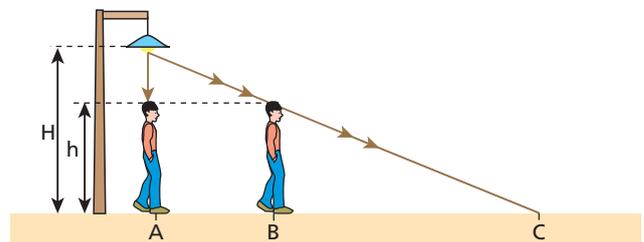
2º caso: $\frac{H}{S - 2,50} = \frac{1,60}{2,00}$ (II)

(I) em (II):

$\frac{H}{1,5 H - 2,5} = \frac{1,60}{2,00} \Rightarrow 2,00 H = 2,40 H - 4,00 \Rightarrow H = 10,0 \text{ m}$

Resposta: 10,0 m

44 Na situação esquematizada a seguir, um homem de altura h , em movimento para a direita, passa pelo ponto **A**, da vertical baixada de uma lâmpada fixa num poste a uma altura H em relação ao solo, e dirige-se para o ponto **B**.



Sabendo que, enquanto o homem se desloca de **A** até **B** com velocidade média de intensidade V , a sombra de sua cabeça projetada sobre o solo horizontal se desloca de **A** até **C** com velocidade média de intensidade V' , calcule V' em função de h , H e V .

Resolução:

$\frac{\overline{AC}}{\overline{AB}} = \frac{H}{H - h} \Rightarrow$ Sendo: $\overline{AC} = v' \Delta t$ e $\overline{AB} = v \Delta t$

Temos: $\frac{v' \Delta t}{v \Delta t} = \frac{H}{H - h} \Rightarrow v' = \frac{H}{H - h} v$

Resposta: $v' = \frac{H}{H - h} v$

45 (Fatec-SP) Uma placa retangular de madeira tem dimensões 40 cm \times 25 cm. Através de um fio que passa pelo seu baricentro, ela é presa ao teto de uma sala, permanecendo horizontalmente a 2,0 m do assoalho e a 1,0 m do teto. Bem junto ao fio, no teto, há uma lâmpada cujo filamento tem dimensões desprezíveis. A área da sombra projetada pela placa no assoalho vale, em metros quadrados:

- a) 0,90.
- b) 0,40.
- c) 0,30.
- d) 0,20.
- e) 0,10.

Resolução:

Semelhança de triângulos

$$\frac{L}{3,0} = \frac{\lambda}{1,0} \Rightarrow L = 3,0\lambda$$

As dimensões lineares da sombra projetada no assoalho são o triplo das dimensões lineares da placa. Logo:

$$A' = 3 \cdot 40 \text{ cm} \times 3 \cdot 25 \text{ cm}$$

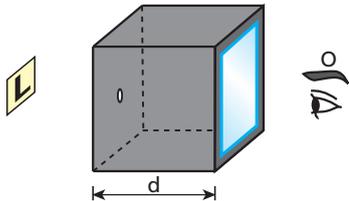
$$A' = 120 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$$

$$A' = 9000 \text{ cm}^2$$

ou $A' = 0,90 \text{ m}^2$

Resposta: a

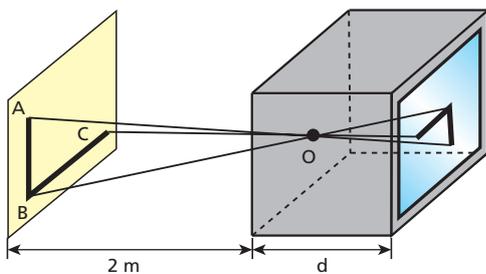
46 (Fuvest-SP) Um aparelho fotográfico rudimentar é constituído de uma câmara escura com um orifício em uma face e um anteparo de vidro fosco na face oposta. Um objeto luminoso em forma de **L** encontra-se a 2,0 m do orifício e sua imagem no anteparo é 5 vezes menor que seu tamanho natural:



- Que imagem é vista pelo observador **O** indicado na figura? Esquematize.
- Determine a largura **d** da câmara.

Resolução:

a)



A imagem projetada é invertida, tanto longitudinal como transversal.



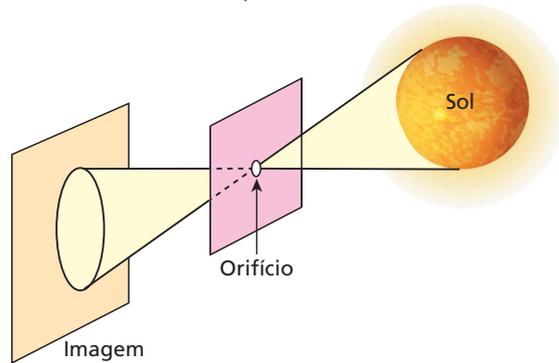
b) Semelhança de triângulos

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}} = \frac{2}{d} \Rightarrow 5 = \frac{2}{d} \Rightarrow d = \frac{2}{5} \text{ m} \Rightarrow \boxed{d = 0,4 \text{ m}}$$

Respostas: a) ; b) 0,4 m

47 (FEI-SP) Um dos métodos para medir o diâmetro do Sol consiste em determinar o diâmetro de sua imagem nítida, produzida sobre um anteparo, por um orifício pequeno feito em um cartão paralelo a este anteparo, conforme ilustra a figura fora de escala a seguir. Em um experimento realizado por esse método, foram obtidos os seguintes dados:

- Diâmetro da imagem = 9 mm
- Distância do orifício até a imagem = 1,0 m
- Distância do Sol à Terra = $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$



Qual é aproximadamente o diâmetro do Sol medido por esse método?

- $1,5 \cdot 10^8 \text{ m}$
- $1,35 \cdot 10^9 \text{ m}$
- $2,7 \cdot 10^8 \text{ m}$
- $1,35 \cdot 10^8 \text{ m}$
- $1,5 \cdot 10^9 \text{ m}$

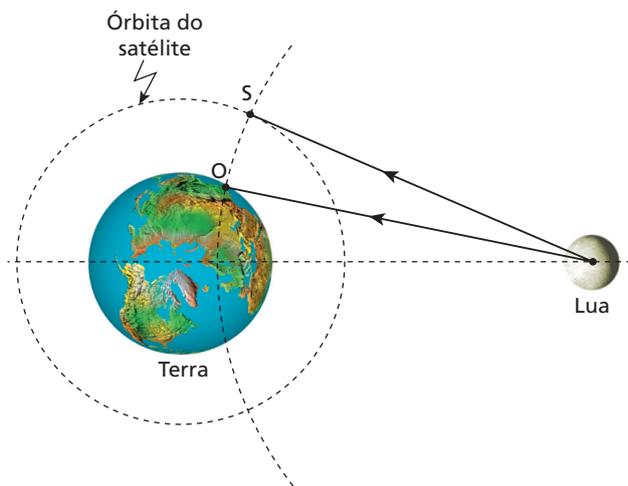
Resolução:

$$\frac{D}{9} = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{1,0} \Rightarrow D = 1,35 \cdot 10^{12} \text{ mm}$$

ou $D = 1,35 \cdot 10^9 \text{ m}$

Resposta: b

48 Com seu telescópio, um astrônomo visa a Lua para observar a decolagem de um módulo lunar. Ao mesmo tempo, seu assistente observa o fenômeno pela televisão, que faz uma transmissão via satélite. No instante da decolagem, o satélite **S** e o observatório **O** (onde estão o astrônomo e seu assistente) acham-se sobre uma mesma circunferência, que tem centro na Lua, conforme mostra o esquema a seguir (fora de escala e em cores-fantasia). A distância **OS** vale $6,0 \cdot 10^4 \text{ km}$.



O astrônomo e seu assistente cronometram o instante em que aparecem as chamas do foguete do módulo lunar. Adotando-se para as ondas eletromagnéticas a velocidade $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ (no vácuo e na atmosfera terrestre), pode-se afirmar que o assistente vê o fenômeno:

- no mesmo instante que o astrônomo;
- 0,20 s antes do astrônomo;
- 0,20 s após o astrônomo;
- 2,0 s antes do astrônomo;
- 2,0 s após o astrônomo.

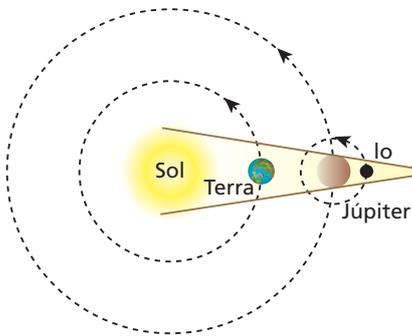
Resolução:

O assistente recebe a informação atrasada em relação ao astrônomo, já que o sinal de TV percorre, além da trajetória efetivada pela luz direta captada pelo astrônomo, o arco de circunferência SO.

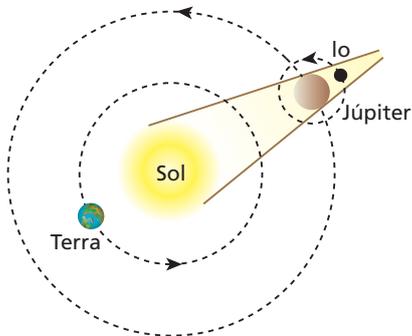
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{6,0 \cdot 10^7 \text{ m}}{3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \Rightarrow \Delta t = 0,2 \text{ s}$$

Resposta: c

49 Em 1676, o astrônomo dinamarquês Ole Christensen Røemer (1644-1710), estudando eclipses do satélite Io de Júpiter, obteve um valor bastante razoável para a velocidade da luz. Røemer observou o instante do início de dois eclipses do satélite – imersão de Io no cone de sombra de Júpiter: o primeiro, com a Terra em conjunção com Júpiter, e o segundo, com a Terra em oposição a Júpiter, conforme ilustram os esquemas fora de escala abaixo.



Representação esquemática da Terra e de Júpiter em conjunção.



Representação esquemática da Terra e de Júpiter em oposição.

Ele notou que, no segundo caso, a informação luminosa demorava um intervalo de tempo a mais para atingir a Terra que no primeiro caso. Então questionou: como poderia um fenômeno astronômico regular e previsível ter seu início retardado em função do local do espaço de onde era observado? A explicação dada pelo astrônomo foi a seguinte: com a Terra em oposição a Júpiter, a luz indicativa do início do eclipse teria de percorrer um distância maior – um segmento de reta adicional – para atingir a Terra, o que justificaria o atraso verificado. Essa distância seria o diâmetro da órbita terrestre. Realizando-se a medição da velocidade da luz pelo método Røemer com recursos atuais, determina-se um atraso de 16 min 34 s entre o início dos dois eclipses de Io. Sabendo-se que o raio médio da órbita terrestre em torno do Sol é igual a 149 milhões de quilômetros, responda:

- Os eclipses, de um modo geral, confirmam que princípio da Óptica Geométrica?
- Que valor se obtém modernamente para a velocidade da luz pelo método de Røemer?

Resolução:

- Princípio da Propagação Retilínea da Luz.
- $\Delta s = 2R \Rightarrow \Delta s = 2 \cdot 149 \cdot 10^6 \text{ km} = 2,98 \cdot 10^8 \text{ km}$
 $\Delta t = 16 \text{ min } 34 \text{ s} = 994 \text{ s}$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2,98 \cdot 10^8 \text{ km}}{994 \text{ s}}$$

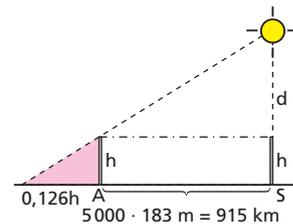
Donde: $v \approx 2,99 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

Respostas: a) Princípio da Propagação Retilínea da Luz; b) $2,99 \cdot 10^5 \text{ km/s}$

50 A primeira medição da distância entre a Terra e o Sol foi realizada pelo filósofo grego Anaxágoras, cerca de quatro séculos antes de Cristo. Ele não conhecia o paralelismo dos raios solares que atingem nosso planeta, porém sabia que estacas verticais cravadas no solo não projetavam sombra em Siena, mas projetavam sombra em Alexandria, ao meio-dia do solstício de verão – 21 de junho, no hemisfério Norte. Anaxágoras considerava a Terra plana e sabia que a distância de Siena a Alexandria era de 5 000 *stadia* (1 *stadium* = 183 metros, Egito). Sendo *h* a altura da estaca, a medida de sua sombra em Alexandria era de 0,126 *h*. Determine, em quilômetros, a distância entre a Terra e o Sol (na realidade, de Siena ao Sol) obtida por Anaxágoras. Analise o resultado, comparando-o com a medida atual.

Resolução:

Semelhança de triângulos e sendo *h* desprezível em comparação a *d*, temos:



$$\frac{d+h}{h} = \frac{915+0,126h}{0,126h}$$

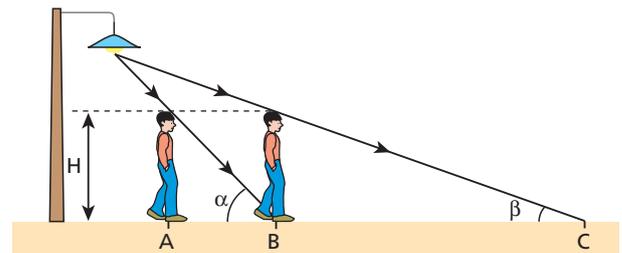
$$0,126d + 0,126h = 915 + 0,126h$$

Sendo *h* desprezível em comparação com *d*, concluímos que:

$$d \approx 7261,9 \text{ km}$$

Resposta: O valor atual admitido para a distância da Terra ao Sol é de 150 000 000 km, aproximadamente.

51 A figura a seguir representa um homem de altura *H* que vai do ponto *A* ao ponto *B* em movimento retilíneo. Durante o mesmo intervalo de tempo, a sombra de sua cabeça, projetada no solo horizontal, vai do ponto *B* ao ponto *C*:



Conhecendo os ângulos α e β ($\alpha = 60^\circ$ e $\beta = 30^\circ$), determine a relação entre as velocidades escalares médias da sombra (v_s) e do homem (v_h).

Resolução:

Sendo $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, temos: **para a sombra:** $v_s = \frac{\overline{BC}}{\Delta t}$ (I)

para o homem: $v_h = \frac{\overline{AB}}{\Delta t}$ (II)

Dividindo (I) por (II), membro a membro, vem:

$$\frac{v_s}{v_h} = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \frac{\Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \frac{v_s}{v_h} = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \quad (III)$$

Temos que: $\text{tg } \alpha = \frac{H}{\overline{AB}}$ e $\text{tg } \beta = \frac{H}{\overline{BC}}$

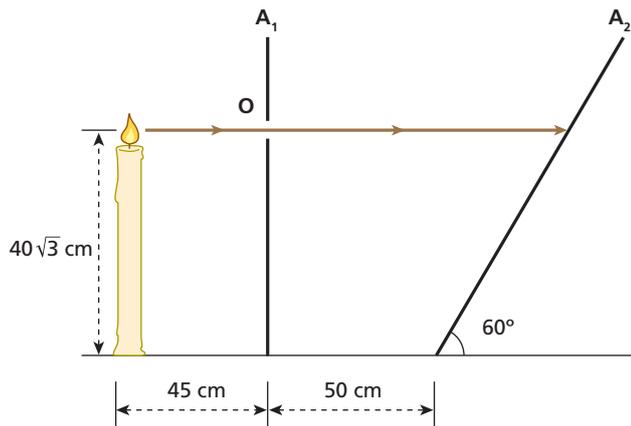
Assim: $\frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} = \frac{H}{\overline{AB}} \frac{\overline{BC}}{H} \Rightarrow \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}}$ (IV)

De (III) em (IV), vem:

$$\frac{v_s}{v_h} = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} = \frac{\text{tg } 60^\circ}{\text{tg } 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{\frac{1}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \boxed{\frac{v_s}{v_h} = 3}$$

Resposta: $\frac{v_s}{v_h} = 3$

52 Uma vela acesa, de comprimento inicial $40\sqrt{3}$ cm, está a 45 cm de um anteparo opaco A_1 dotado de um pequeno orifício O , situado no mesmo nível da posição inicial da chama pontual da vela. O experimento é realizado no interior de um laboratório escurecido de modo que um estreito feixe luminoso proveniente da vela atravessa O indo incidir em um outro anteparo A_2 , inclinado de 60° em relação à horizontal e apoiado a 50 cm de A_1 , conforme ilustra a figura.

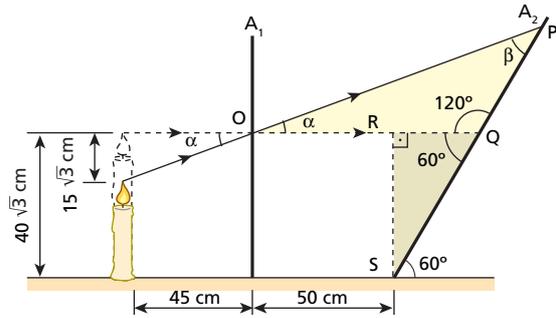


Tendo-se verificado que, decorridas 2,0 h da situação inicial, o comprimento da vela reduziu-se de $15\sqrt{3}$ cm, pode-se afirmar que a velocidade escalar média com que o feixe luminoso projetado em A_2 percorreu esse anteparo foi, em cm/min, igual a:

- a) 0,25;
- b) 0,50;
- c) 0,75;
- d) 1,00;
- e) 1,50.

Resolução:

No esquema abaixo, representamos a vela, decorridas 2 horas da situação inicial:



(I) Cálculo do ângulo α :

$$\text{tg } \alpha = \frac{15\sqrt{3}}{45} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \boxed{\alpha = 30^\circ}$$

(II) Cálculo do ângulo β :

$$\beta + \alpha + 120^\circ = 180^\circ \Rightarrow \boxed{\beta = 30^\circ}$$

Portanto, o triângulo OPQ é isósceles.

(III) Cálculo do deslocamento \overline{QP} do feixe luminoso projetado A_2 : Triângulo QRS

$$\text{tg } 60^\circ = \frac{\overline{RS}}{\overline{QR}} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{40\sqrt{3}}{\overline{OQ} - 50} \Rightarrow \overline{OQ} - 50 = 40 \Rightarrow \boxed{\overline{OQ} = 90 \text{ cm}}$$

Mas $\overline{QP} = \overline{OQ}$; logo $\boxed{\overline{QP} = 90 \text{ cm}}$

(IV) Cálculo da velocidade escalar média:

$$v = \frac{\overline{QP}}{\Delta t} = \frac{90 \text{ cm}}{120 \text{ min}} \Rightarrow \boxed{v = 0,75 \text{ cm/min}}$$

Resposta: c