

## Resumo da aula

### Princípio da independência dos raios de luz

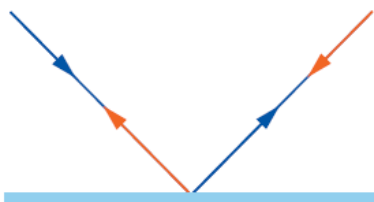
Ao se propagar em um meio, cada raio de luz propaga-se numa trajetória que independe da trajetória de qualquer outro raio de luz. Graças a esse princípio, você pode iluminar um show com vários holofotes sem que um feixe luminoso interfira na trajetória do outro.



### Princípio da reversibilidade dos raios de luz

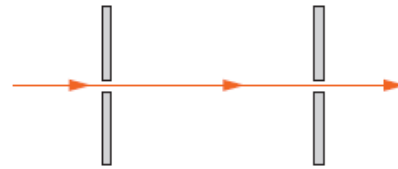
A trajetória da luz não depende do sentido de propagação dela. Se um raio de luz vai do ponto **A**, para outro ponto **B** por um determinado caminho, então um outro raio que parte do ponto **B** pode chegar ao ponto **A** pelo mesmo caminho, em sentido oposto.

É comum um motorista de táxi conversar com o passageiro que está sentado no banco de trás, observando a imagem dele fornecida pelo espelho retrovisor interno. Pelo princípio da reversibilidade da luz, se o motorista consegue ver no espelho a imagem do rosto do passageiro, este também consegue ver no mesmo espelho a imagem do rosto do motorista.



### Princípio da propagação retilínea da luz

Nos meios homogêneos e transparentes a luz propaga-se em linha reta.



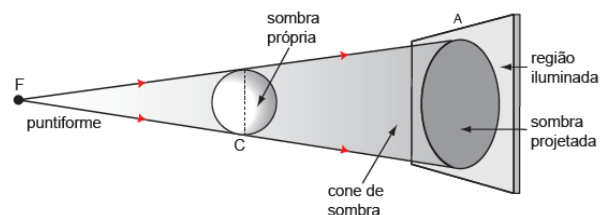
Em astronomia, eclipse (do grego *ékleipsis*), significa **desmaio** ou **abandono**, mas que, adaptada para o nosso estudo, significa desaparecimento total ou parcial do Sol ou da Lua.

A ocorrência de eclipses do Sol e de eclipses da Lua é explicada pelo princípio da propagação retilínea da luz.

Um objeto opaco absorve a luz e, portanto, produz sombra no espaço atrás de si. Vamos distinguir dois casos de sombras produzidas por dois tipos de fontes de luz diferentes.

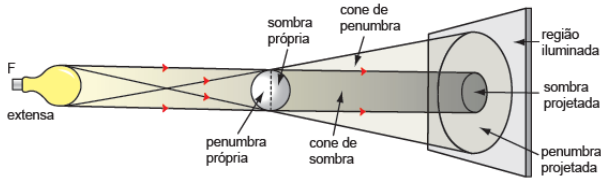
#### 1º caso: fonte puntiforme.

Considere uma fonte de luz **F** (puntiforme), um corpo opaco **C** e uma tela **A**. Quando a fonte de luz é puntiforme, o corpo **C** corta todos os raios que a atingem e produz uma sombra de escuridão uniforme na tela **A**.



#### 2º caso: fonte extensa.

Quando a fonte é extensa, a sombra varia de intensidade. A parte atingida apenas por alguns raios e denominada penumbra, na qual a fonte **F** não está inteiramente escondida de um observador.



Na tela, temos:

- sombra projetada (não há luz);
- penumbra projetada (há luz, proveniente apenas de uma parte da fonte).

No espaço, temos:

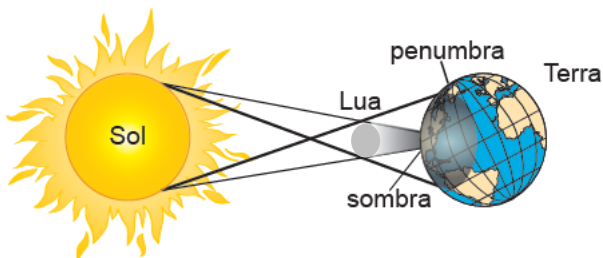
- cone de sombra (não há luz);
- cone de penumbra (há luz, proveniente de uma parte da fonte).

No corpo, temos:

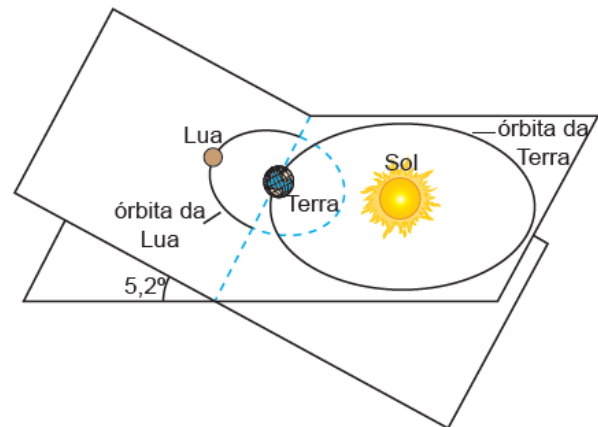
- sombra própria;
- penumbra própria.

A formação de sombra e de penumbra, envolvendo o Sol, a Lua e a Terra, levando-se em consideração um observador na superfície terrestre, e o que chamamos de **eclipses**.

Às vezes, acontece de algumas regiões da Terra ficarem dentro do cone de sombra ou do cone de penumbra da Lua (figura abaixo); temos, então, um eclipse do Sol. Para os observadores que estão na sombra, ocorre o eclipse total, e, para os observadores que estão na penumbra, ocorre um eclipse parcial.



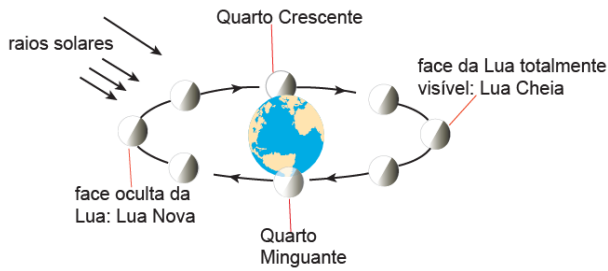
Quando a Lua está dentro do cone de sombra da Terra (figura a seguir), temos um eclipse total da Lua.



A Lua dá uma volta em torno da Terra em, aproximadamente, um mês. Portanto, se o plano da órbita da Lua em torno da Terra coincidissem com o plano da órbita da Terra em torno do Sol, a cada mês teríamos um eclipse solar e um eclipse lunar. Entretanto isso não ocorre, pois o plano da órbita da Lua está inclinado em relação ao plano da órbita da Terra.

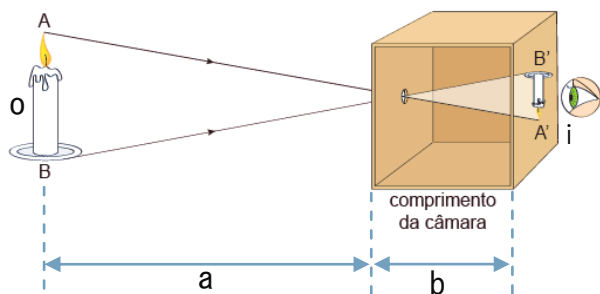
Desse modo, são poucas as vezes em que ocorre o alinhamento do Sol, da Terra e da Lua, propiciando um eclipse.

Enquanto a Lua gira em torno da Terra, a aparência vai mudando durante um ciclo que dura 29,5 dias: são as **fases da Lua**. Observando a figura acima, percebemos que, em geral, os raios da luz do Sol chegam inclinados em relação ao plano da órbita da Lua em torno da Terra, como ilustra a figura a seguir. A fase de **Lua Nova** ocorre quando a fase não-iluminada desta está voltada para a Terra. A partir daí, gradualmente vai aumentando a região da Lua vista da Terra, até atingir uma posição em que vemos uma face inteira iluminada; e a **Lua Cheia**. Em seguida, começa a diminuir a região vista, até chegar novamente a fase da **Lua Nova**. Entre a lua nova e a **Lua Cheia**, há dois momentos em que a Lua apresenta meia face iluminada: são as fases de **Quarto Crescente** e **Quarto Minguante**.



Atenção: Eclipse lunar, ocorre na Lua **cheia**. E eclipse solar, ocorre na Lua **nova**.

A **câmara escura de orifício** é uma máquina fotográfica rudimentar, que consiste em uma caixa de paredes opacas que possui, em uma de suas paredes, um pequeno orifício.

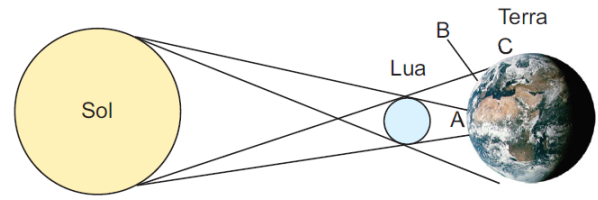


$$\frac{o}{i} = \frac{a}{b}$$

**Exercícios**

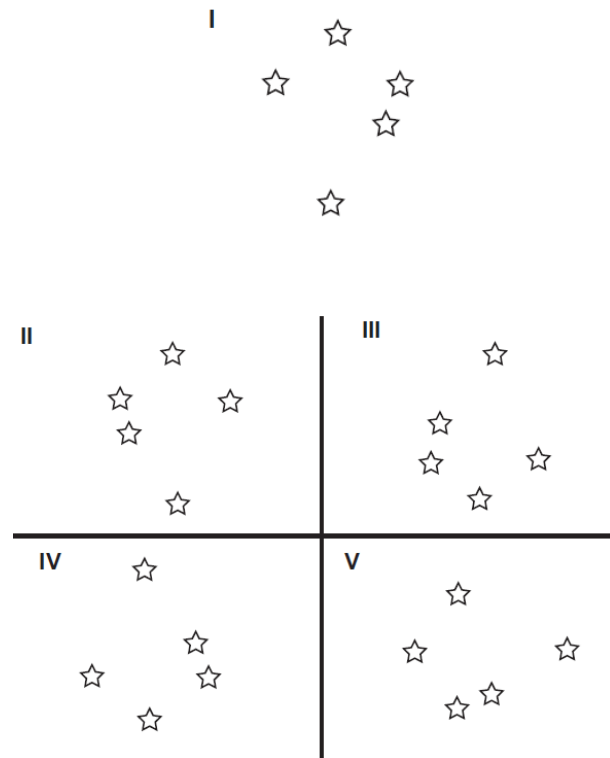
01 – Num determinado instante, o Sol, a Terra e a Lua estão nas posições indicadas na figura a seguir. São também assinaladas as posições dos observadores A, B e C.

- I) Qual dos observadores está na região da sombra?
- II) Qual dos observadores está na região da penumbra?
- III) Que tipo de eclipse ocorre para o observador A?
- IV) Que tipo de eclipse ocorre para o observador B?
- V) Que tipo de eclipse ocorre para o observador C?



02 – 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:



03 – A formação de sombras é consequência de que princípio da Óptica Geométrica?

- (A) Propagação retilínea da luz.
- (B) Reversibilidade dos raios de luz.
- (C) Independência dos raios de luz.
- (D) Propagação curvilínea da luz.

04 - Nos meios \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ a luz propaga-se em linha reta.

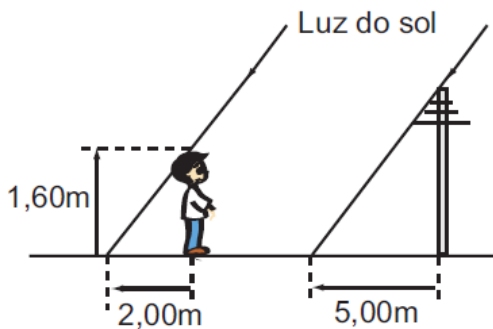
Complete corretamente as lacunas a alternativa:

- (A) homogêneos e translúcidos.
- (B) homogêneos e opacos.
- (C) homogêneos e transparentes.
- (D) heterogêneos e transparentes.
- (E) heterogêneos e opacos.

05 - Complete as frases:

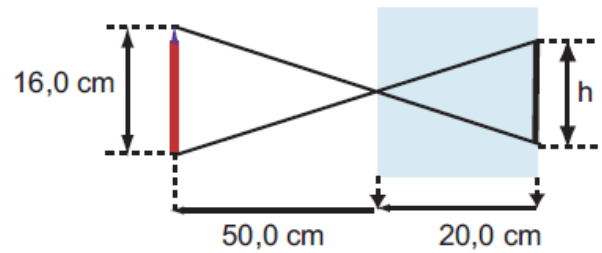
- a) Fontes de luz que não produzem penumbra são fontes \_\_\_\_\_.
- b) Fontes de luz que produzem penumbra são fontes \_\_\_\_\_.

06 - Num dia ensolarado, um menino e um poste projetam sombras de tamanhos 2,00 m e 5,00 m, respectivamente. Qual a altura do poste sabendo que a altura do menino é 1,60 m?

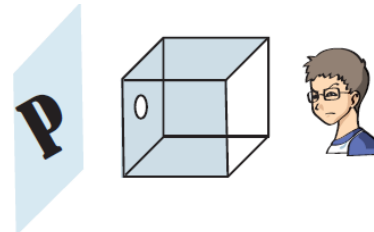


- (A) 3,0 m
- (B) 3,5 m
- (C) 4,0 m
- (D) 4,5 m
- (E) 5,0 m

07 - Um lápis de comprimento 16,0 cm é colocado em frente a uma câmara escura de orifício, como mostra a figura. Calcule a altura **h** da imagem formada no fundo da câmara.



08 - Na figura a seguir, temos uma câmara escura de orifício em que a face oposta ao orifício é de vidro fosco. Em frente a câmara, há um objeto luminoso na forma de uma letra **P**. A imagem vista pelo observador da figura está representada na alternativa:



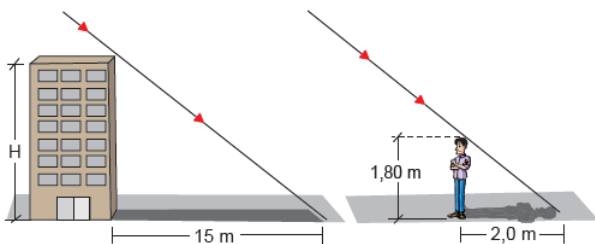


(D)

09 - (UECE) Um homem de 2,0 metros de altura coloca-se a 0,5 m de uma câmara escura de orifício de comprimento 30 cm. O tamanho da imagem formada no interior da câmara é:

- (A) 0,8 m.
- (B) 1,0 m.
- (C) 1,2 m.
- (D) 1,4 m.

10 - Um prédio projeta no solo uma sombra de 15 m de extensão no mesmo instante em que uma pessoa de 1,80 m projeta uma sombra de 2,0 m. Determine a altura do prédio.



11 - Considere os seguintes fatos experimentais:

- I) Nos palcos, durante os *shows*, holofotes emitem raios de luz que se cruzam e iluminam os artistas.
- II) Um motorista olhando para o espelho retrovisor vê um passageiro sentado no banco de trás. O passageiro, ao olhar para o espelho, vê o motorista.
- III) Quando a Lua penetra na sombra da Terra, determinada pelo Sol, ocorre eclipse lunar.

Esses fatos podem ser explicados utilizando-se:

( ) o princípio da Propagação Retilínea da Luz.

- ( ) o princípio da Independência dos Raios de Luz.
- ( ) a Reversibilidade dos Raios de Luz.

A alternativa que preenche corretamente os parênteses é:

- (A) I, II e III
- (B) III, II e I
- (C) II, I e III
- (D) III, I e II
- (E) II, III e I

12 - (UNITAU-SP) Um observador A, olhando num espelho, vê um outro observador, B. Se B olhar no mesmo espelho, ele verá o observador A.

Este fato é explicado pelo:

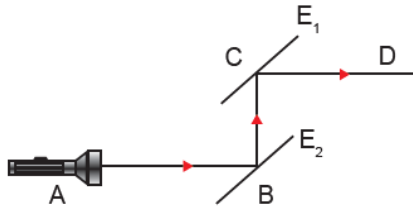
- (A) princípio da propagação retilínea da luz.
- (B) princípio da independência dos raios luminosos.
- (C) princípio da reversibilidade dos raios luminosos.
- (D) princípio da reflexão.
- (E) princípio da refração.

13 - Num dia ensolarado, um estudante conseguiu determinar a altura (H) de uma torre medindo o comprimento da sombra (S), projetada por ela no chão, e o comprimento de sua própria sombra(s), projetada no chão no mesmo instante. Se os valores por ele encontrados

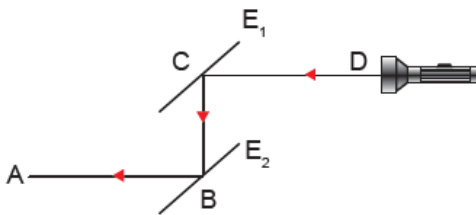
foram  $S = 5,0$  m e  $s = 0,80$  m e sabendo que sua altura é  $h = 1,8$  m, determine o valor que o estudante encontrou para a altura da torre.

- (A) 7,50 m
- (B) 8,75 m
- (C) 9,50 m
- (D) 10,25 m
- (E) 11,25 m

14 – Um raio de luz AB emitido por uma fonte sofre reflexão em dois espelhos planos  $E_1$  e  $E_2$  e segue a trajetória ABCD.



Trocando a fonte de posição, o raio de luz sofre reflexão seguindo, agora, a trajetória DCBA.



O princípio da óptica geométrica descrito no experimento acima é

- (A) o princípio da propagação retilínea da luz.
- (B) o princípio da reversibilidade dos raios de luz.
- (C) o princípio da independência dos raios de luz.
- (D) o princípio da propagação homogênea dos raios de luz.

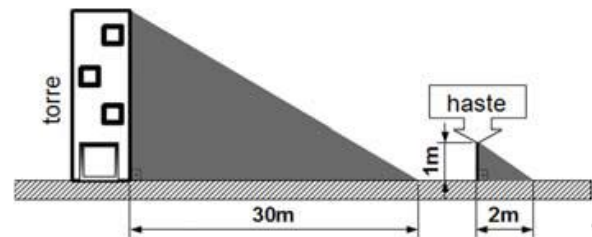
15 – (Olimpíada Paulista de Física) Durante a aula, o professor tecia considerações sobre a reflexão, a absorção, a reemissão e a transmissão da luz que incidisse numa superfície. Patrícia, que ouvia atentamente a explanação, fez a seguinte pergunta ao professor: “O que ocorreria se o fenômeno de reflexão deixasse de existir?” O professor, aproveitando o ensejo, estendeu a pergunta para a classe e as respostas foram anotadas na lousa:

- I) Os espelhos não mais funcionariam.
- II) Não poderíamos ver mais as flores nem a vegetação.
- III) A Lua nunca mais poderia ser vista.
- IV) Só os corpos luminosos poderiam ser vistos.

Com relação às respostas, podemos dizer que:

- (A) apenas a I é correta.
- (B) todas são corretas.
- (C) todas são incorretas.
- (D) apenas a II e a III são corretas.
- (E) apenas a IV é errada.

16 – (EEAR) Um aluno da Escola de Especialistas de Aeronáutica que participaria de uma instrução de rapel ficou impressionado com a altura da torre para treinamento. Para tentar estimar a altura da torre, fincou uma haste perpendicular ao solo, deixando-a com 1 m de altura. Observou que a sombra da haste tinha 2 m e a sombra da torre tinha 30 m. Desta forma, estimou que a altura da torre, em metros, seria de:

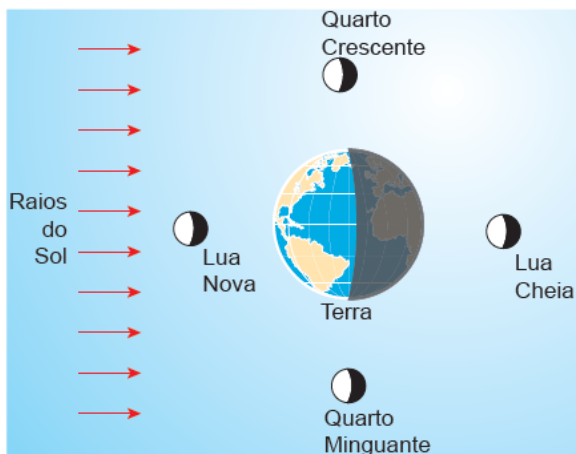


- (A) 10
- (B) 15
- (C) 20
- (D) 25

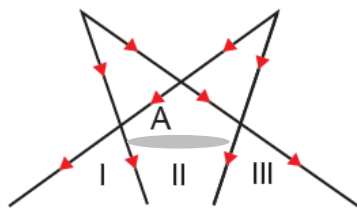
17 – (FUVEST-SP) Admita que o Sol subitamente “morresse”, ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. Passadas 24 horas, um eventual sobrevivente, olhando para o céu sem nuvens, veria:

- (A) a Lua e as estrelas.
- (B) somente a Lua.
- (C) somente as estrelas.
- (D) uma completa escuridão.
- (E) somente os planetas do Sistema Solar.

18 – O esquema procura mostrar as diferentes fases da Lua, observadas da Terra, que se alternam conforme a posição da Lua em órbita. Note que o que se modifica é a parcela da face iluminada da Lua observada por uma pessoa na Terra. Diga em que fase deve estar a Lua para que possam ocorrer um eclipse solar e um eclipse lunar.



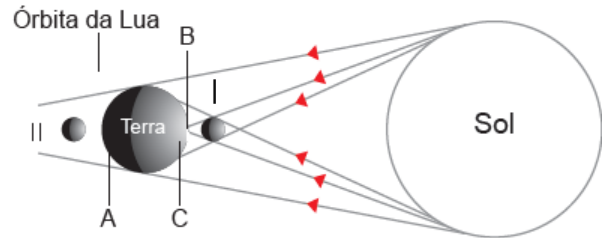
19 – (UFAL) Na figura a seguir, F é uma fonte de luz extensa e A um anteparo opaco. Pode-se afirmar que I, II e III são, respectivamente, regiões de:



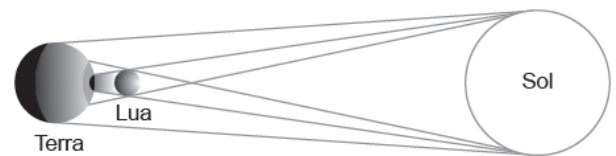
- (A) sombra, sombra e penumbra.
- (B) penumbra, sombra e sombra.
- (C) sombra, penumbra e sombra.
- (D) penumbra, sombra e penumbra.
- (E) penumbra, penumbra e sombra.

20 – No esquema, a Lua é representada em duas posições de sua órbita em torno da Terra, correspondentes a instantes diferentes (I e II). Admitindo que a Lua esteja, em relação à Terra, do mesmo lado que o observador, caracterize

que tipo de eclipse ocorre para um observador nas regiões A, B e C.



21 – (UEL-PR) Durante um eclipse solar, um observador,



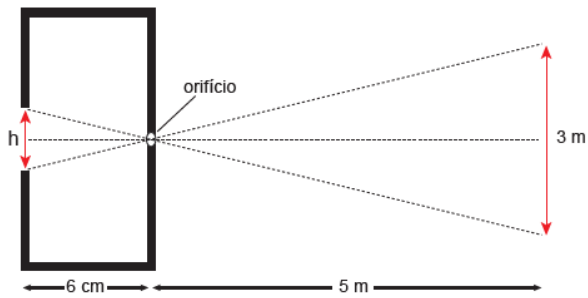
- (A) no cone de sombra, vê um eclipse parcial.
- (B) na região da penumbra, vê um eclipse total.
- (C) na região plenamente iluminada, vê a Lua eclipsada.
- (D) na região da sombra própria da Terra, vê somente a Lua.
- (E) na região plenamente iluminada, não vê o eclipse solar.

22 – (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 imagens dos objetos localizados no exterior da caixa, como mostra a figura.

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

Calcule a altura  $h$  da imagem



23 - (EEAR) Associe corretamente os princípios da óptica geométrica, com suas respectivas definições, constantes abaixo.

- I. Princípio da propagação retilínea da luz.
- II. Princípio da independência dos raios de luz.
- III. Princípio da reversibilidade dos raios de luz.

- ( ) Num meio homogêneo a luz se propaga em linha reta.
- ( ) A trajetória ou caminho de um raio não depende do sentido da propagação.
- ( ) Os raios de luz se propagam independentemente dos demais.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta para o preenchimento das lacunas acima.

- (A) I, II e III.
- (B) II, I e III.
- (C) III, II e I.
- (D) I, III e II.

24 - Um objeto linear encontra-se a 15 cm de uma câmera escura de orifício, e sua imagem projetada tem altura  $i_1$ . Aumentando-se a distância do objeto à câmera para 20 cm, a altura da imagem passa a ser  $i_2$ . Determine a relação  $i_1 / i_2$ .

- (A) 4/3
- (B) 3/4
- (C) 5/3
- (D) 3/5
- (E) 1/2

25 - Um poste está a uma distância de 5,0 m de uma câmera escura. Nessas condições, sua imagem na caixa mede 50 cm. A que distância da posição inicial, devemos levar a caixa para que a nova imagem tenha 40 cm?

- (A) 5,25 m
- (B) 6,25 m
- (C) 1,25 m
- (D) 1,75 m

**Gabarito**

- 01 -  
I) A.  
II) B.  
III) Total.  
IV) Parcial.  
V) Não ocorre eclipse.

- 02 -  
III  
☆  
☆  
☆ ☆  
☆

03 - Letra A

04 - Letra C

- 05 -  
a) pontuais.  
b) extensas.

06 - Letra C

07 -  
 $h = 6,4 \text{ cm}$

08 - Letra B



09 - Letra C

10 -  
H = 13,5 m

11 - Letra D

12 - Letra C

13 - Letra E

14 - Letra B

15 - Letra B

16 - Letra B

17 - Letra C

18 -  
Eclipse solar: Lua Nova.  
Eclipse lunar: Lua Cheia.

19 - Letra D

20 -  
A: Eclipse lunar.  
B: Eclipse solar total.  
C: Eclipse solar parcial.

21 - Letra E

22 -  
h = 3,6 cm ou 0,036 m

23 - Letra D

24 - Letra A

25 - Letra C