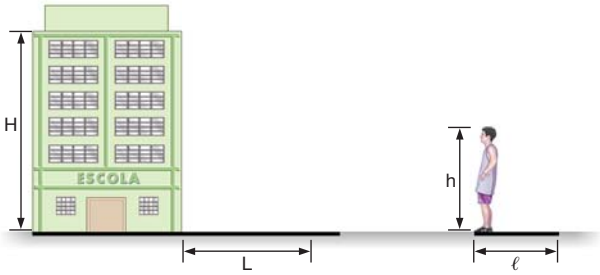
ÓPTICA GEOMÉTRICA

440 (PUC-SP) A um aluno foi dada a tarefa de medir a altura do prédio da escola que freqüentava. O aluno, então, pensou em utilizar seus conhecimentos de ótica geométrica e mediu, em determinada hora da manhã, o comprimento das sombras do prédio e a dele próprio projetadas na calçada (L e ℓ, respectivamente). Facilmente chegou à conclusão de que a altura do prédio da escola era de cerca de 22,1 m. As medidas por ele obtidas para as sombras foram L = 10,4 m e ℓ = 0,8 m. Qual é a altura do aluno?



441 (Fuvest-SP) Num dia sem nuvens, ao meio-dia, a sombra projetada no chão por uma esfera de 1,0 cm de diâmetro é bem nítida se ela estiver a 10 cm do chão. Entretanto, se a esfera estiver a 200 cm do chão, sua sombra é muito pouco nítida. Pode-se afirmar que a principal causa do efeito observado é que:

a) o Sol é uma fonte extensa de luz

b) o índice de refração do ar depende da temperatura

c) a luz é um fenômeno ondulatório

d) a luz do Sol contém diferentes cores

e) a difusão da luz no ar "borra" a sombra

442 (Vunesp-SP) Quando o Sol está pino, uma menina coloca um lápis de $7{,}0 \cdot 10^{-3}$ m de diâmetro paralelamente ao solo e observa a sombra por ele formada pela luz do Sol. Ela nota que a sombra do lápis é bem nítida quando ele está próximo ao solo mas, à medida que vai levantando o lápis, a sombra perde a nitidez até desaparecer, restando apenas a penumbra. Sabendo-se que o diâmetro do Sol é de $14 \cdot 10^{8}$ m e a distância do Sol à Terra é de $15 \cdot 10^{10}$ m, pode-se afirmar que a sombra desaparece quando a altura do lápis em relação ao solo é de:

a) 1,5 m

b) 1,4 m

c) 0,75 m

d) 0,30 m

e) 0,15 m

443 (MACK-SP) Um estudante interessado em comparar a distância da Terra à Lua com a distância da Terra ao Sol, costumeiramente chamada unidade astronômica (uA), implementou uma experiência da qual pôde tirar algumas conclusões. Durante o dia, verificou que em uma das paredes de sua sala de estudos havia um pequeno orifício, pelo qual passava a luz do Sol, proporcionando na parede oposta a imagem do astro. Numa noite de Lua cheia, observou que pelo mesmo orifício passava a luz proveniente da Lua e a imagem do satélite da Terra tinha praticamente o mesmo diâmetro da imagem do Sol. Como, através de outra experiência, ele havia concluído que o diâmetro do Sol é cerca de 400 vezes o diâmetro da Lua, a distância da Terra à Lua é de aproximadamente:

a) $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ uA

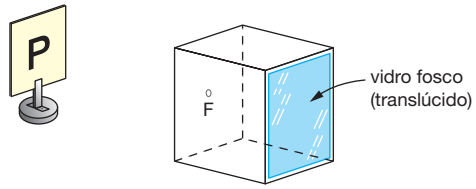
b) $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ uA

c) 0,25 uA

d) 2,5 uA

e) 400 uA

444 (FEMPAR) Uma câmara escura é uma caixa fechada, sendo uma de suas paredes feita de vidro fosco, como mostra o desenho. No centro da parede oposta, há um pequeno orifício (F). Quando colocamos diante dele, a certa distância, um objeto luminoso (por exemplo, a letra *P*) vemos formar-se sobre o vidro fosco uma imagem desse objeto.



A alternativa que melhor representa essa imagem é:

a) P

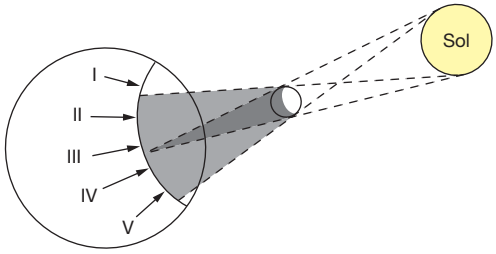
b) d

c) b

d) q

e) ɔ

445 (ENEM) A figura mostra um eclipse solar no instante em que é fotografado em cinco diferentes pontos do planeta.



Três dessas fotografias estão reproduzidas abaixo.

As fotos poderiam corresponder, respectivamente, aos pontos:

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

446 (Fuvest-SP) Uma estrela emite radiação que percorre a distância de 1 bilhão de anos-luz até chegar à Terra e ser captada por um telescópio. Isso quer dizer:

a) A estrela está a 1 bilhão de quilômetros da Terra.

b) Daqui a 1 bilhão de anos, a radiação da estrela não será mais observada na Terra.

c) A radiação recebida hoje na Terra foi emitida pela estrela há 1 bilhão de anos.

d) Hoje, a estrela está a 1 bilhão de anos-luz da Terra.

e) Quando a radiação foi emitida pela estrela, ela tinha a idade de 1 bilhão de anos.

447 (Faap-SP) Uma fonte luminosa projeta luz sobre as paredes de uma sala. Um pilar intercepta parte dessa luz. A penumbra que se observa é devida:

a) ao fato de não se propagar a luz rigorosamente em linha reta

b) aos fenômenos de interferência da luz depois de tangenciar as bordas do pilar

c) ao fato de não ser pontual a fonte luminosa

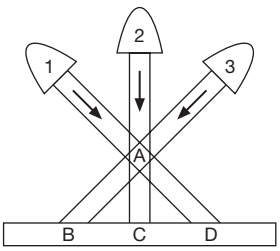
d) aos fenômenos de difração

e) à incapacidade do globo ocular em concorrer para uma diferenciação eficiente da linha divisória entre luz e penumbra

448 (Fameca-SP) Um pedaço de papel apresenta-se vermelho quando iluminado por uma luz monocromática vermelha e apresenta-se preto sob luz monocromática azul. Se o mesmo for visto à luz do dia, deverá apresentar-se na cor:

a) verde
b) azul
c) branca
d) vermelha
e) preta

449 (UFV-MG) Três feixes de luz, de mesma intensidade, podem ser vistos atravessando uma sala, como mostra a figura.



O feixe 1 é vermelho, o 2 é verde e o 3 é azul. Os três feixes se cruzam na posição *A* e atingem o anteparo nas regiões *B*, *C* e *D*. As cores que podem ser vistas nas regiões *A*, *B*, *C* e *D*, respectivamente, são:

a) branco, azul, verde, vermelho

b) branco, branco, branco, branco

c) branco, vermelho, verde, azul

d) amarelo, azul, verde, vermelho

e) amarelo, vermelho, verde, azul

450 (USC-SP) Um objeto está colocado sobre uma mesa que está ao ar livre. O mesmo está sendo iluminado apenas pela luz do Sol. Observamos que ele tem cor azul, porque ele:

a) irradia luz azul
b) absorve luz azul
c) reflete luz azul
d) difrata luz azul
e) refrata luz azul

451 (PUCC-SP) O motorista de um carro olha no espelho retrovisor interno e vê o passageiro do banco traseiro. Se o passageiro olhar para o mesmo espelho verá o motorista. Esse fato se explica pelo:

a) princípio de independência dos raios luminosos

b) fenômeno de refração que ocorre na superfície do espelho

c) fenômeno de absorção que ocorre na superfície do espelho

d) princípio de propagação retilínea dos raios luminosos

e) princípio da reversibilidade dos raios luminosos

452 (Esam-RN) Um lápis está na posição vertical a 20 cm de um espelho plano, também vertical, que produz uma imagem desse lápis. A imagem do lápis:

a) é real e fica a 20 cm do espelho

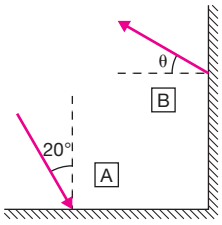
b) é virtual e fica a 20 cm do espelho

c) é real e fica a 10 cm do espelho

d) é virtual e fica a 10 cm do espelho

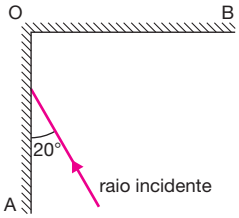
e) é real e fica junto ao espelho

453 (PUC-RIO) A figura representa um raio luminoso incidido sobre um espelho plano *A* e, em seguida, refletido pelo espelho plano *B*. O ângulo θ que a direção do raio refletido faz com a direção perpendicular ao espelho *B* é:



a) 0°
b) 90°
c) 20°
d) 65°
e) 70°

454 (Fuvest-SP) A figura mostra uma vista superior de dois espelhos planos montados verticalmente, um perpendicular ao outro. Sobre o espelho OA incide um raio de luz horizontal, no plano do papel, mostrado na figura. Após reflexão nos dois espelhos, o raio emerge formando um ângulo θ com a normal ao espelho OB. O ângulo θ vale:



a) 0°
b) 10°
c) 20°
d) 30°
e) 40°

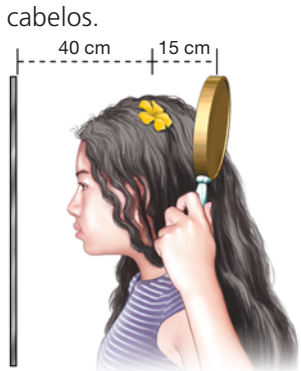
455 (UCDB-MS) Uma pessoa está vestindo uma camisa que possui impresso o número 54. Se essa pessoa se olhar em espelho plano, verá a imagem do número como:

a) 54 b) 54 c) 54 d) 54 e) 54

456 (UFAL) Um espelho plano está no piso horizontal de uma sala com o lado espelhado voltado para cima. O teto da sala está a 2,40 m de altura e uma lâmpada está a 80 cm do teto. Com esses dados pode-se concluir que a distância entre a lâmpada e sua imagem formada pelo espelho plano é, em metros, igual a:

a) 1,20
b) 1,60
c) 2,40
d) 3,20
e) 4,80

457 (UERJ) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40 cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos.



Buscando uma visão melhor do arranjo da flor no cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15 cm da flor. A menor distância entre a flor e sua imagem, vista pela garota no espelho de parede, está próxima de:

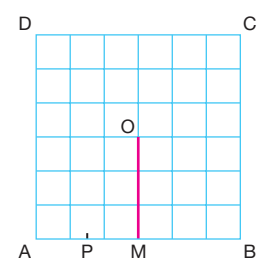
a) 55 cm b) 70 cm c) 95 cm d) 110 cm

458 (UFPel-RS) Quando você se aproxima de um espelho plano de grandes dimensões, preso a uma parede vertical, tem a impressão de que sua imagem se aproxima do espelho e vai aumentando de tamanho.

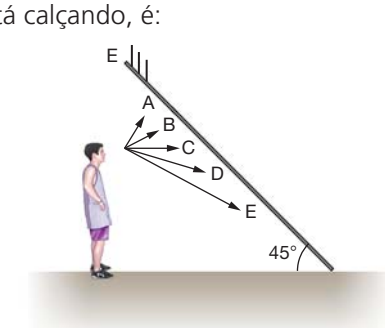
a) Isso realmente acontece? Justifique.

b) Quais as características da imagem observada num espelho plano?

459 (UFCE) A figura mostra uma sala quadrada, ABCD, de 12 m de lado, com uma parede de 6 m de comprimento, indo do ponto *M* (ponto médio de AB) até o ponto *O* (centro geométrico da sala). Um espelho plano deve ser colocado na parede DC, de modo que uma pessoa situada em *P* (ponto médio de AM), possa ver o máximo possível do trecho de parede MB. Determine a largura mínima do espelho, não importando sua altura.

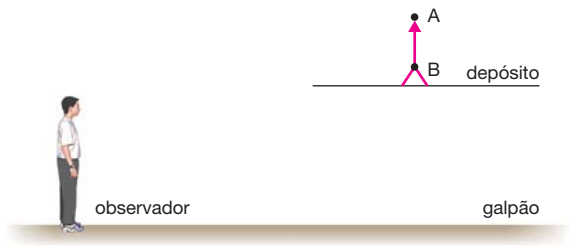


460 (Fuvest-SP) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura. A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

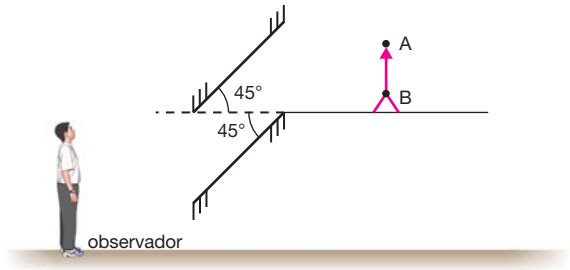


a) A b) B c) C d) D e) E

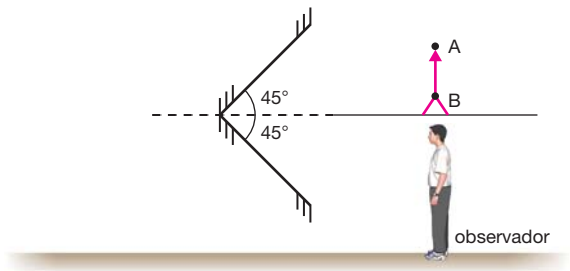
461 (UFRJ) Numa fábrica, um galpão tem o teto parcialmente rebaixado, criando um compartimento superior que é utilizado como depósito.
Para ter acesso visual ao compartimento superior, constrói-se um sistema ótico simples, com dois espelhos planos, de modo que uma pessoa no andar de baixo possa ver as imagens dos objetos guardados no depósito (como o objeto AB, por exemplo).



São possíveis duas configurações. Na primeira, os espelhos planos são paralelos, ambos formando 45° com a horizontal, como mostra a figura 1.

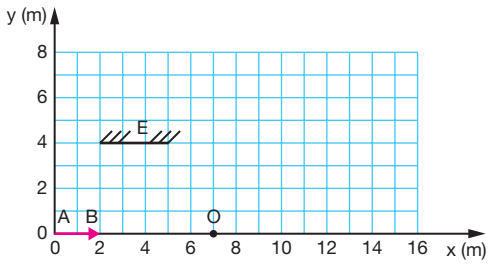


Na outra, os espelhos planos são perpendiculares entre si, ambos formando 45° com a horizontal, como mostra a figura 2.



Analise essas duas configurações, desenhando as trajetórias de raios luminosos, e verifique em qual das duas o observador no térreo vê a imagem invertida do objeto AB.

462 (Vunesp-SP) As coordenadas (X; Y) das extremidades *A* e *B* do objeto AB mostrado na figura são (0; 0) e (2; 0), respectivamente.



O observador *O*, localizado em X_0 = 7 m sobre o eixo *X*, vê a imagem A'B' do objeto AB formada pelo espelho plano *E* da figura.

a) Quais são as coordenadas das extremidades A' e B' da imagem A'B'?

b) Quais as extremidades, X_1 e X_2, do intervalo dentro do qual deve se posicionar o observador *O*, sobre o eixo *X*, para ver a imagem A'B' em toda sua extensão?

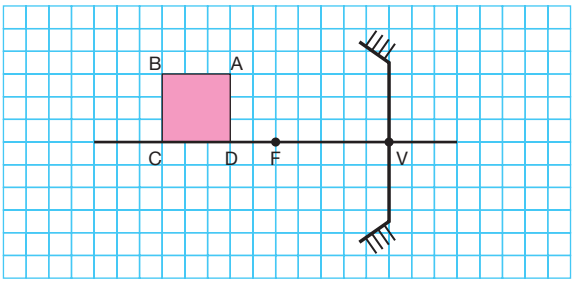
463 (MACK-SP) Quando colocamos um ponto objeto real diante de um espelho plano, a distância entre ele e sua imagem conjugada é 3,20 m. Se esse ponto objeto for deslocado em 40 cm de encontro ao espelho, sua nova distância em relação à respectiva imagem conjugada, nessa posição final, será:

a) 2,40 m
b) 2,80 m
c) 3,20 m
d) 3,60 m
e) 4,00 m

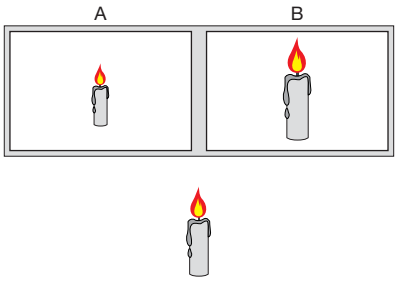
464 (Cefet-PR) Dois espelhos planos fornecem 11 (onze) imagens de um objeto. Logo, podemos concluir que os espelhos formam um ângulo de:

a) 10°
b) 25°
c) 30°
d) 36°
e) um valor diferente desses

465 Construa a imagem do quadrado ABCD indicado na figura, sabendo que o ponto *C* é o centro de curvatura do espelho.



466 (PUC-MG) Dois espelhos distintos, *A* e *B*, estão fixos em uma mesma moldura, conforme a figura. Uma vela acesa é colocada em frente e a uma mesma distância dos espelhos. Observa-se que a imagem, formada pelos espelhos, é maior que a vela no espelho *B* e menor no espelho *A*. A respeito desses espelhos, é CORRETO afirmar:



a) Ambos os espelhos são convexos.

b) O espelho *A* é convexo, e *B* é côncavo.

c) A imagem formada no espelho *A* é virtual, e no espelho *B* é real.

d) Ambas as imagens são reais.

e) Ambos os espelhos podem projetar imagens sobre um anteparo.

467 (UFU-MG) No quadro, são apresentadas as características das imagens formadas por espelhos côncavo e convexo, para diferentes posições do objeto relativas ao espelho.

Posição do objeto relativa ao espelho	Características da imagem formada	
	Espelho côncavo	Espelho convexo
além do centro de curvatura	real, menor e invertida	virtual, menor e direita
entre o foco e o centro de curvatura	real, maior e invertida	virtual, menor e direita
entre o foco e o vértice do espelho	virtual, maior e direita	virtual, menor e direita

É correto afirmar:

a) O espelho convexo é adequado para se fazer barba, já que sempre forma imagem maior e direita, independente da posição do objeto.

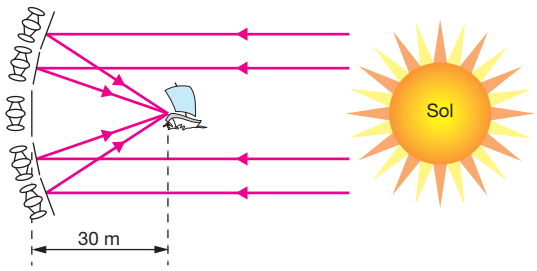
b) O espelho convexo é adequado para uso como retrovisor lateral de carro, desde que sua distância focal seja maior que o comprimento do carro, pois só nessa situação a imagem formada será direita e menor.

c) O espelho côncavo é adequado para o uso como retrovisor lateral de carro, já que sempre forma imagem direita, independente da posição do objeto.

d) O espelho côncavo é adequado para se fazer barba, desde que o rosto se posicione, de forma confortável, entre o foco e o centro de curvatura.

e) O espelho côncavo é adequado para se fazer barba, desde que a distância focal seja tal que o rosto possa se posicionar, de forma confortável, entre o foco e o vértice.

468 (Unicamp-SP) Uma das primeiras aplicações militares da ótica ocorreu no século III a.C., quando Siracusa estava sitiada pelas forças navais romanas. Na véspera da batalha, Arquimedes ordenou que 60 soldados polissem seus escudos retangulares de bronze, medindo 0,5 m de largura por 1,0 m de altura. Quando o primeiro navio romano se encontrava a aproximadamente 30 m da praia para atacar, à luz do Sol nascente, foi dada a ordem para que os soldados se colocassem formando um arco e empunhassem seus escudos, como representado esquematicamente na figura abaixo. Em poucos minutos as velas do navio estavam ardendo em chamas. Isso foi repetido para cada navio, e assim não foi dessa vez que Siracusa caiu. Uma forma de entendermos o que ocorreu consiste em tratar o conjunto de espelhos como um espelho côncavo. Suponha que os raios do Sol cheguem paralelos ao espelho e sejam focalizados na vela do navio.



a) Qual deve ser o raio do espelho côncavo para que a intensidade do Sol concentrado seja máxima?

b) Considere a intensidade da radiação solar no momento da batalha como 500 W/m^2. Considere que a refletividade efetiva do bronze sobre todo o espectro solar é de 0,6, ou seja, 60% da intensidade incidente é refletida. Estime a potência total incidente na região do foco.

469 (UFRN) Os espelhos retrovisores do lado direito dos veículos são, em geral, convexos (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 5 m. Considere que esse carro está se movendo em uma 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 10 m de distância do 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 convexos). A equação dos pontos conjugados é $\frac{1}{D_0} + \frac{1}{D_i} = \frac{2}{r}$, e o aumento linear transversal, *m*, é dado por $m = -\frac{D_i}{D_0}$.

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.

470 (ITA-SP) Seja *E* um espelho côncavo cujo raio de curvatura é 60,0 cm. Qual tipo de imagem obteremos se colocarmos um objeto real de 7,50 cm de altura, verticalmente, a 20,0 cm do vértice de *E*?

a) Virtual e reduzida a $\frac{1}{3}$ do tamanho do objeto.

b) Real e colocada a 60,0 cm da frente do espelho.

c) Virtual e três vezes mais alta que o objeto.

d) Real, invertida e de tamanho igual ao do objeto.

e) n.d.a.

471 (MACK-SP) Um objeto, colocado perpendicularmente sobre o eixo principal de um espelho esférico e a 6 cm de seu vértice, tem imagem invertida e 5 vezes maior. Com relação a esse fato, considere as afirmações:

I – A imagem do objeto é virtual.

II – A imagem está a 30 cm do espelho.

III – A distância focal do espelho é 2,5 cm.

Assinale:

a) se somente I estiver correta

b) se somente II estiver correta

c) se somente III estiver correta

d) se I e II estiverem corretas

e) se II e III estiverem corretas

472 (Unimep-SP) Um objeto de 15 cm de altura é colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho côncavo de 50 cm de distância focal. Sabendo-se que a imagem formada mede 7,5 cm de altura, podemos afirmar que:

a) o raio de curvatura do espelho mede 75 cm

b) o objeto está entre o foco e o vértice do espelho

c) o objeto está a 75 cm do vértice do espelho

d) o objeto está a 150 cm do vértice do espelho

e) n.d.a.

473 (UFU-MG) A distância entre uma lâmpada e sua imagem projetada em um anteparo por um espelho esférico é 30 cm. A imagem é quatro vezes maior que o objeto. Podemos afirmar que:

a) o espelho é convexo

b) a distância da lâmpada ao espelho é de 40 cm

c) a distância do espelho ao anteparo é de 10 cm

d) a distância focal do espelho é de 7 cm

e) o raio de curvatura do espelho é de 16 cm

474 (IME-RJ)

a) Um observador, estando a 20 cm de distância de um espelho esférico, vê sua imagem direita e ampliada três vezes. Qual é o tipo de espelho utilizado? Justifique.

b) Suponha que raios solares incidam no espelho do item *a* e que, quando refletidos, atinjam uma esfera de cobre de dimensões desprezíveis. Calcule a posição que esta deva ser colocada em relação ao espelho, para que seu aumento de temperatura seja máximo. Calcule, ainda, a intensidade da força necessária para manter a esfera em repouso, nessa posição, uma vez que a esfera está ligada ao espelho através de uma mola distendida, cujo comprimento é de 17 cm quando não solicitada. Despreze o atrito e suponha que a constante elástica da mola seja de 100 N/m.

475 (Unifor-CE) O índice de refração absoluto de um material transparente é 1,3. Sendo a velocidade da luz no vácuo $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s, nesse material ela é, em metros/segundo, igual a:

a) $1{,}7 \cdot 10^8$

b) $2{,}3 \cdot 10^8$

c) $3{,}0 \cdot 10^8$

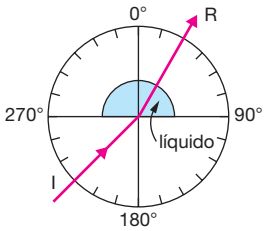
d) $3{,}9 \cdot 10^8$

e) $4{,}3 \cdot 10^8$

476 (FMU-SP) Um raio de luz passa no vácuo, onde sua velocidade é $3 \cdot 10^8$ m/s, para um líquido, onde a velocidade passa a ser $2{,}4 \cdot 10^8$ m/s. O índice de refração do líquido é:

a) 0,6 b) 1,25 c) 1,5 d) 1,8 e) 7,2

477 (FURRN) Dispõe-se de uma cuba semicircular, que contém um líquido transparente, imersa no ar (n = 1). Um raio de luz monocromática incidente (I) e o respectivo raio refratado (R) estão representados na figura ao lado.

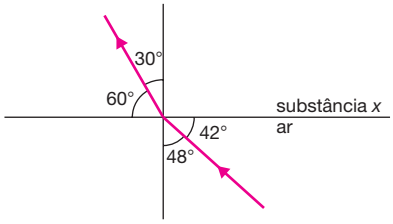


O índice de refração absoluto do líquido vale:

a) 0,71
b) 1,2
c) 1,4
d) 1,7
e) 2,0

Admita:
sen 45° = 0,70
cos 45° = 0,70
sen 30° = 0,50
cos 30° = 0,86

478 (Vunesp-SP) A figura mostra a trajetória de um raio de luz que se dirige do ar para uma substância *X*.

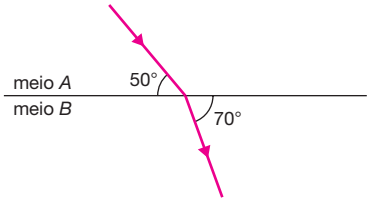


θ	sen θ
30°	0,50
42°	0,67
48°	0,74
60°	0,87
90°	1,00

Usando a lei de Snell e a tabela dada, é possível concluir que o índice de refração da substância *X* em relação ao ar é igual a:

a) 0,67
b) 0,90
c) 1,17
d) 1,34
e) 1,48

479 (MACK-SP) Um estudante de Física observa um raio luminoso se propagando de um meio *A* para um meio *B*, ambos homogêneos e transparentes como mostra a figura. A partir desse fato, o estudante conclui que:



a) o valor do índice de refração do meio *A* é maior que o do meio *B*

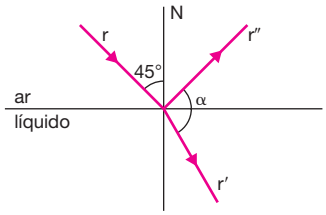
b) o valor do índice de refração do meio *A* é metade que o do meio *B*

c) nos meios *A* e *B*, a velocidade de propagação da luz é a mesma

d) a velocidade de propagação da luz no meio *A* é menor que no meio *B*

e) a velocidade de propagação da luz no meio *A* é maior que no meio *B*

480 (Unifor-CE) Um raio de luz monocromática incide na superfície de um líquido, dando origem aos raios r′ e r″, respectivamente, refratado e refletido, conforme está indicado no esquema.



Dados:

sen 30° = cos 60° = $\frac{1}{2}$

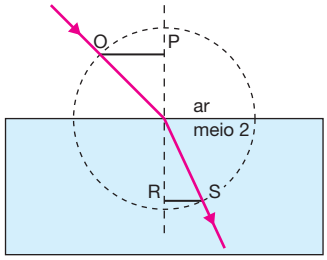
sen 45° = cos 45° = $\frac{\sqrt{2}}{2}$

Sendo os índices de refração absoluto do ar e do líquido iguais, respectivamente, a 1 e a $\sqrt{2}$, o ângulo α indicado no esquema é:

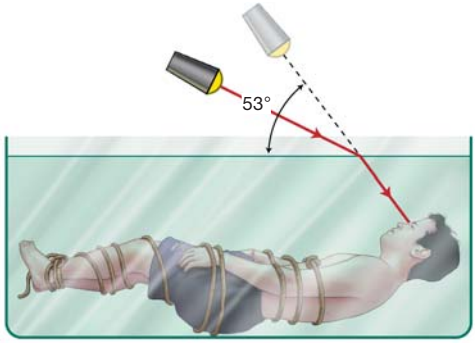
a) 60°
b) 75°
c) 90°
d) 105°
e) 120°

481 (Cefet-PR) Está representada a seguir a trajetória percorrida por um raio de luz que passa do ar (1) para um meio mais refringente. Como a distância OP é igual a 10 cm e RS, 8 cm, o índice de refração do meio (2) em relação ao ar (1) vale:

a) 1,25
b) 0,75
c) 0,80
d) 1,33
e) 0,67



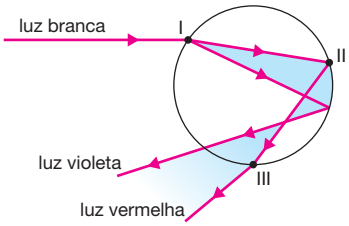
482 (UERJ) O apresentador anuncia o número do ilusionista que, totalmente amarrado e imerso em um tanque transparente, cheio de água, escapará de modo surpreendente. Durante esse número, o ilusionista vê, em um certo instante, um dos holofotes do circo, que lhe parece estar a 53° acima da horizontal.



Dados: $\begin{cases} \text{sen } 37° = \cos 53° = 0{,}6 \\ \cos 37° = \text{sen } 53° = 0{,}8 \end{cases}$

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

483 (UFPel-RS) Em dias chuvosos, podemos ver no céu o fenômeno da dispersão da luz solar, formando o arco-íris. A figura abaixo mostra o que ocorre com um raio de luz solar, ao atingir uma gota de água. Representamos, para simplificar a figura, apenas os raios de luz vermelha e violeta, que limitam o espectro da luz branca.



Considerando as informações acima, responda às seguintes perguntas:

a) Quais os fenômenos, mostrados acima, que ocorrem com o raio de luz vermelha nas posições I, II e III?

b) O índice de refração da água é maior para a luz violeta do que para a luz vermelha. Qual delas propaga-se, dentro da gota, com maior velocidade? Justifique sua resposta.

484 (MACK-SP) Um raio de luz que se propaga num meio *A* atinge a superfície que separa esse meio de outro, *B*, e sofre reflexão total. Podemos afirmar que:

a) *A* é mais refringente que *B*, e o ângulo de incidência é menor que o ângulo limite.

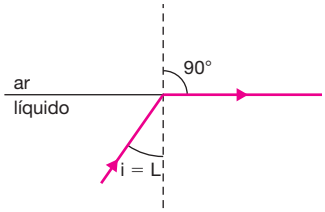
b) *A* é mais refringente que *B*, e o ângulo de incidência é maior que o ângulo limite.

c) *A* é menos refringente que *B*, e o ângulo de incidência é maior que o ângulo limite.

d) *A* é menos refringente que *B*, e o ângulo de incidência é menor que o ângulo limite.

e) *A* é menos refringente que *B*, e o ângulo de incidência é igual ao ângulo limite.

485 (UCS-RS) Um raio luminoso monocromático propaga-se num líquido transparente de índice de refração absoluto *n*. O ângulo limite nesse meio vale 30°. Pode-se então dizer que o valor do índice de refração *n* vale:



a) $\frac{1}{2}$

b) 1

c) $\sqrt{2}$

d) 2

e) $\sqrt{3}$

486 (UFOP-MG) A figura mostra o olho de um mergulhador que, quando olha para cima, vê o pássaro na posição II e, quando olha para baixo, vê o peixe na posição V. As posições reais do pássaro e do peixe são:

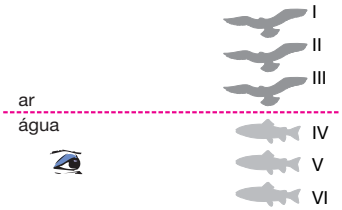
a) I e IV

b) I e V

c) II e V

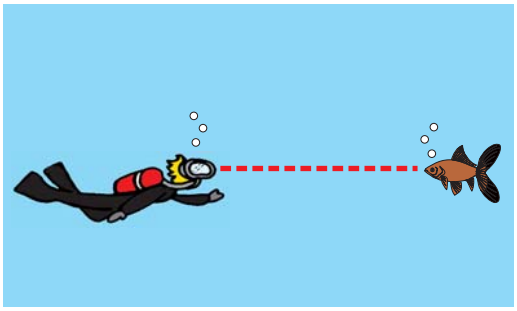
d) II e VI

e) III e V



487 (UFRJ) Temos dificuldade em enxergar com nitidez debaixo da água porque os índices de refração da córnea e das demais estruturas do olho são muito próximos do índice de refração da água $\left(n_{água} = \frac{4}{3}\right)$. Por isso usamos máscaras de mergulho, o que interpõe uma pequena camada de ar ($n_{ar} = 1$) entre a água e o olho. Um peixe está a uma distância de 2,0 m de um mergulhador. Suponha o vidro da máscara plano e de espessura desprezível.

Calcule a que distância o mergulhador vê a imagem do peixe. Lembre-se que para ângulos pequenos sen (a) ≫ tg (a).



488 (UMC-SP) Um raio luminoso incide sob um ângulo de 45° numa lâmina de faces planas e paralelas, imersa no ar, de 4 cm de espessura e índice de refração igual a 1,5. Ao sair da lâmina, o raio luminoso faz com a normal um ângulo de:

a) 30° b) 45° c) 60° d) 75° e) n.d.a.

489 (Fuvest-SP) Um raio de luz I, no plano da folha, incide no ponto *C* do eixo de um semicilindro de plástico transparente, segundo um ângulo de 45° com a normal OC à face plana. O raio emerge pela superfície cilíndrica segundo um ângulo de 30° com a direção de OC. Um raio II incide perpendicularmente à superfície cilíndrica formando um ângulo θ com a direção OC e emerge com direção praticamente paralela à face plana. Podemos concluir que:

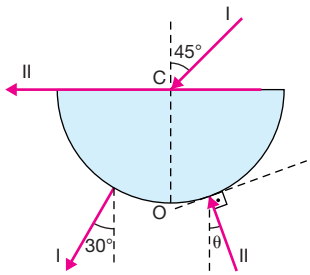
a) $\theta = 0°$

b) $\theta = 30°$

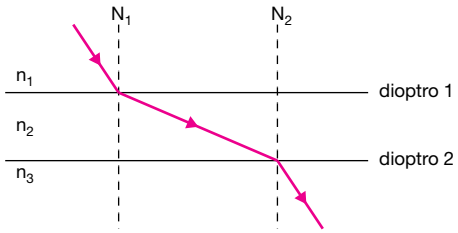
c) $\theta = 45°$

d) $\theta = 60°$

e) a situação proposta no enunciado não pode ocorrer



490 (UFSM-RS) Um raio luminoso sofre as refrações mostradas na figura, ao atravessar os meios com índices de refração n_1, n_2 e n_3.



Pode-se, então, afirmar que:

a) $n_1 < n_2 > n_3$

b) $n_1 = n_2 = n_3$

c) $n_1 < n_2 < n_3$

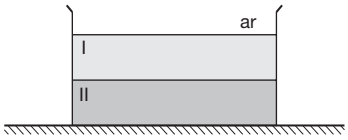
d) $n_1 > n_2 > n_3$

e) $n_1 > n_2 < n_3$

491 (VUNESP) Observe a tabela.

Substância líquida (ordem alfabética)	Massa específica (g/cm³)	Índice de refração em relação ao ar
água	1,00	1,33
dissulfeto de carbono	1,26	1,63

Volumes iguais desses dois líquidos foram colocados cuidadosamente em um recipiente cilíndrico de grande diâmetro, mantido em repouso sobre uma superfície horizontal, formando-se duas camadas distintas, I e II, de mesma altura, conforme figura.



a) Qual dessas substâncias forma a camada I? Justifique sua resposta.

b) Um raio de luz incide com ângulo $i > 0°$ num ponto da superfície do líquido I e se refrata sucessivamente, nas duas superfícies de separação, atingindo o fundo do recipiente.
Esboce qualitativamente a trajetória desse raio, desde o ar até o fundo do recipiente.

492 (UFRJ) O desvio mínimo que certa radiação monocromática pode sofrer ao atravessar um dado prisma óptico é de 32°. Sabendo que o ângulo de refringência do prisma vale 46° e que sen 39° = 0,629 e sen 23° = 0,390, podemos afirmar que o índice de refração do material de que ele foi feito tem valor:

a) igual a 1,41

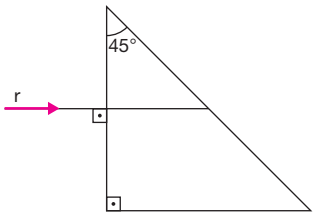
b) igual a 1,51

c) igual a 1,61

d) igual a 1,71

e) diferente de qualquer dos acima especificados

493 (Unifor-CE) Um raio de luz *r* incide na face de um prisma, de material transparente, conforme está indicado no esquema. O ângulo limite de refração para o ar é 41°.



Esse raio de luz vai:

a) passar para o ar na segunda face do prisma, aproximando-se da normal

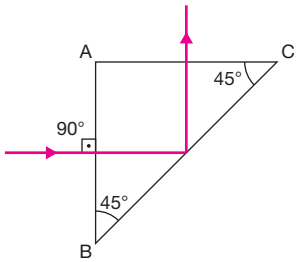
b) incidir na segunda face do prisma e refletir, formando um ângulo de reflexo igual a 45°

c) incidir na segunda face do prisma e refletir sobre si mesmo

d) incidir na segunda face do prisma e refletir, formando um ângulo de reflexão igual a 22,5°

e) passar para o ar na segunda face do prisma, afastando-se da normal

494 Um prisma imerso no ar deve ser usado para mudar a direção do feixe de luz incidente por 90°, de modo que a luz não é transmitida através da superfície BC. Qual o menor valor admissível para o índice de refração do prisma?



495 (Vunesp-SP) Um prisma de vidro tem os três lados iguais e índice de refração $n = \sqrt{2}$ em relação ao ar, para um determinado comprimento de onda λ. Um raio luminoso de comprimento de onda λ incide no prisma formando um ângulo de 45° com a normal. Calcule o ângulo de desvio do raio que emerge do prisma, em relação ao raio incidente.

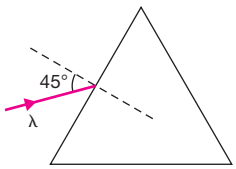
a) 60°

b) 45°

c) 0°

d) 30°

e) 15°



496 (PUCC-SP) Os raios de luz provenientes de uma estrela (E), ao atravessar a atmosfera, sofrem desvios, dando-nos a impressão de que a estrela está mais alta (E') do que realmente está (Figura 1). Também, por isso, pode-se observar a imagem do Sol (S') mesmo depois que ele (S) se pôs no horizonte ou antes de nascer (Figura 2).

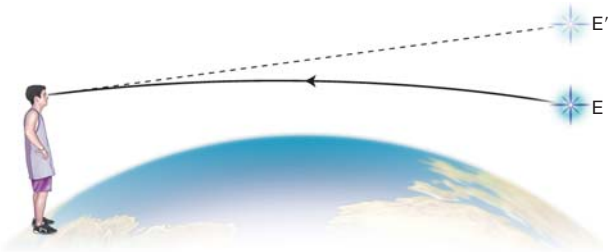


Figura 1

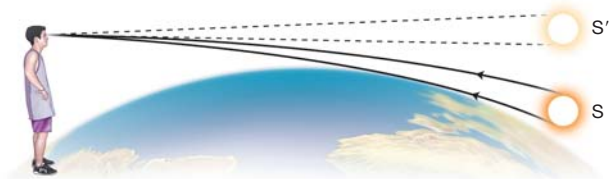


Figura 2

Esses fatos ocorrem, principalmente, devido à:

a) variação de índice de refração do ar com a altitude

b) variação de índice de refração do ar com a longitude

c) variação de índice de refração do ar com a latitude

d) dispersão da luz ao atravessar a atmosfera

e) forma esférica da Terra e à atração gravitacional sofrida pela Lua

497 (UEPI) Com relação às propriedades geométricas da propagação do raio luminoso através de lentes, são feitas as afirmações seguintes:

I – Todo raio de luz que atravessa a lente, passando pelo seu centro óptico, não sofre desvio.

II – Todo raio luminoso que incide na lente, passando por um foco principal, por meio de prolongamento, emerge da lente, passando pelo foco secundário.

III – Qualquer raio luminoso que incide na lente, passando por um foco secundário ao emergir da lente, passará pelo foco principal.

IV – Se um raio luminoso incide em uma lente paralelamente ao eixo principal, ao emergir da lente ele o fará de modo que ele ou seu prolongamento passe por um foco principal.

São corretas:

a) todas as afirmações

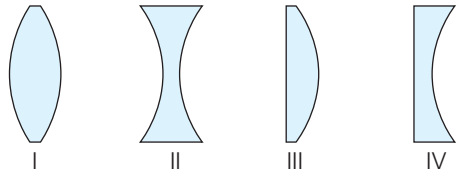
b) apenas uma das afirmações é correta

c) as afirmações I e IV

d) as afirmações II e III

e) as afirmações I, II e III

498 (Cesgranrio-RJ) Um estudante deseja queimar uma folha de papel, concentrando, com apenas uma lente, um feixe de luz solar na superfície da folha. Para tal, ele dispõe de 4 lentes de vidro, cujos perfis são mostrados a seguir:



Para conseguir seu intento, o estudante poderá usar as lentes:

a) I ou II somente

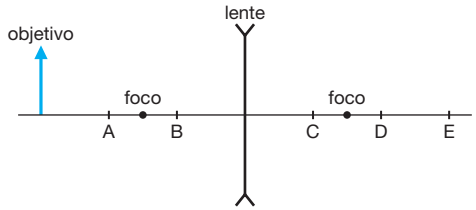
b) I ou III somente

c) I ou IV somente

d) II ou III somente

e) II ou IV somente

499 (Fiube-MG) Na figura estão representados um objeto e uma lente divergente delgada.



Aproximadamente, em que ponto do eixo óptico vai se formar a imagem conjugada pela lente?

a) A

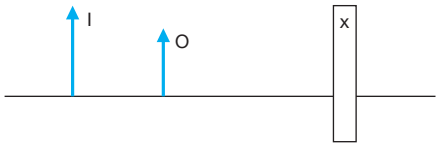
b) B

c) C

d) D

e) E

500 (PUC-MG) A figura representa um instrumento óptico *X*, um objeto *O* e sua imagem fornecida pelo instrumento.



É correto afirmar que *X* é:

a) um espelho côncavo

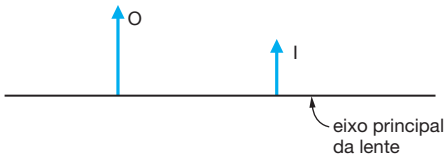
b) um espelho convexo

c) um espelho plano

d) uma lente convergente

e) uma lente divergente

501 (PUC-SP) No esquema a seguir, *O* é um objeto real e *I*, a sua imagem virtual, conjugada por uma lente esférica delgada.



A partir das informações contidas no texto e na figura, podemos concluir que a lente é:

a) convergente e está entre *O* e *I*

b) convergente e está à direita de *I*

c) divergente e está entre *O* e *I*

d) divergente e está à esquerda de *O*

e) divergente e está à direita de *I*

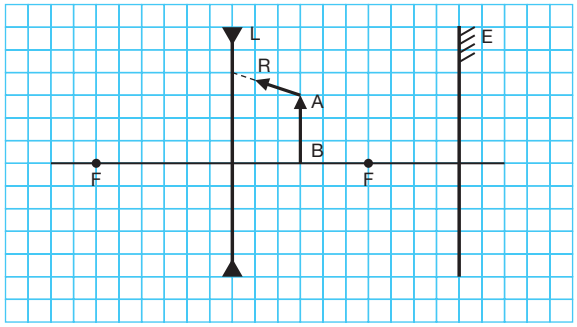
502 (UFPel-RS) É comum as crianças, brincando com uma lente, em dias de Sol, atearem fogo em papéis ou em pedaços de madeira, ao concentrarem a luz do Sol nesses materiais.
Considerando essa situação:

a) diga qual o tipo de lente utilizada

b) represente, através de um esboço gráfico, onde se forma a imagem do Sol

c) dê as características dessa imagem

503 (Fuvest-SP) Na figura, em escala, estão representados uma lente *L* delgada, *divergente*, com seus focos *F*, e um espelho plano *E*, normal ao eixo da lente. Uma fina haste AB está colocada normal ao eixo da lente. Um observador *O*, próximo ao eixo e à esquerda da lente, mas bastante afastado desta, observa duas imagens da haste. A primeira, A_1B_1, é a imagem direita de AB formada pela lente. A segunda, A_2B_2, é a imagem, formada pela lente, do reflexo A'B' da haste AB no espelho *E*.



a) Construa e identifique as 2 imagens: A_1B_1 e A_2B_2.

b) Considere agora o raio *R*, indicado na figura, partindo de *A* em direção à lente *L*. Complete a trajetória deste raio até uma região à esquerda da lente. Diferencie claramente com linha cheia este raio de outros raios auxiliares.

504 (PUC-SP) Uma lente de vidro cujos bordos são mais espessos que a parte central:

a) deve ser divergente

b) deve ser convergente

c) no ar, é sempre divergente

d) mergulhada num líquido, torna-se divergente

e) nunca é divergente

505 (PUC-RS) As imagens de objetos reais produzidas por lentes e espelhos podem ser reais ou virtuais. A respeito das imagens virtuais, pode-se afirmar corretamente que:

a) são sempre maiores que o objeto

b) são sempre menores que o objeto

c) podem ser diretas ou invertidas

d) são sempre diretas

e) são sempre invertidas

506 (Esam-RN) Uma lente delgada convergente tem distância focal igual a 10,0 cm. A distância de um objeto real ao foco objeto da lente é de 20,0 cm. A distância, em centímetros, da imagem ao foco imagem e duas características da imagem são:

a) 5,0; real e invertida

b) 5,0; real e direta

c) 25,0; real e invertida

d) 25,0; real e direta

e) 25,0; virtual e direta

507 (UFBA) Projeta-se, com o auxílio de uma lente delgada, a imagem real de uma vela, colocada a 20 cm da lente, numa tela que dista 80 cm da vela. A distância focal da lente e o aumento linear transversal da imagem são, respectivamente, iguais a:

a) 15 cm e 3
b) 15 cm e −3
c) −15 cm e −3
d) −10 cm e −4
e) 16 cm e −4

508 (UFPA) Um objeto se encontra a 40 cm de um anteparo. Uma lente convergente, em duas posições distintas, forma imagens do objeto no anteparo. Sabendo que a distância focal dessa lente é de 7,5 cm, as distâncias entre o objeto e as posições da lente acima referidas são, em centímetros:

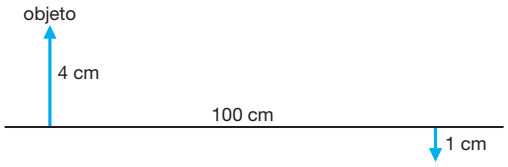
a) 5 e 35
b) 7,5 e 32,5
c) 10 e 30
d) 12,5 e 27,5
e) 15 e 25

509 (PUC-RJ) Um objeto real que se encontra a uma distância de 25 cm de uma lente esférica delgada divergente, cuja distância focal é, em valor absoluto, também de 25 cm, terá uma imagem:

a) virtual, direita e reduzida, a 12,5 cm do objeto
b) real, invertida e do mesmo tamanho do objeto, a 25 cm da lente
c) real, invertida e ampliada, a 12,5 cm da lente
d) virtual, direita e ampliada, a 25 cm do objeto
e) Não fornecerá imagem.

510 (UFBA) A imagem de uma estrela distante aparece a 10 cm de uma lente convergente. Determine em centímetros a que distância da lente está a imagem de um objeto localizado a 30 cm dessa mesma lente.

511 (Unicamp-SP) Um sistema de lentes produz a imagem real de um objeto, conforme a figura. Calcule a distância focal e localize a posição de uma lente delgada que produza o mesmo efeito.



512 (Unifor-CE) Uma pequena lâmpada fluorescente está acesa e posicionada perpendicularmente ao eixo principal de uma lente delgada convergente. A imagem da lâmpada conjugada por essa lente tem metade do tamanho da lâmpada e se forma sobre um anteparo a 60 cm da lente. Nessas condições, a distância focal da lente, em centímetros, é igual a:

a) 50 b) 40 c) 30 d) 20 e) 10

513 (UMC-SP) Uma lente divergente possui 10 cm de distância focal. A convergência da lente é de:

a) $\frac{1}{10}$ di
b) 10 di
c) $-\frac{1}{10}$ di
d) −10 di
e) 20 di

514 (UMC-SP) Duas lentes delgadas justapostas têm convergências de 2,0 dioptrias e 3,0 dioptrias. A convergência da associação em dioptrias será de:

a) 1,0 b) 1,2 c) 2,0 d) 3,0 e) 5,0

515 (FEI-SP) Um objeto real encontra-se a 20 cm de uma lente biconvexa convergente de 10 dioptrias. Sua imagem é:

a) real e invertida
b) real e direita
c) virtual e invertida
d) virtual e direita
e) n. d. a.

516 (UEL-PR) Justapondo-se uma lente convergente e outra divergente obtém-se uma lente convergente de distância focal 30 cm. As duas lentes justapostas podem ter distâncias focais, em centímetros, respectivamente, iguais a:

a) 40 e −40
b) 30 e −40
c) 20 e −30
d) 10 e −30
e) 10 e −15

517 (PUC-SP) A objetiva de um projetor cinematográfico tem distância focal 10 cm. Para que seja possível obter uma ampliação de +200 vezes, o comprimento da sala de projeção deve ser aproximadamente:

a) 20 m
b) 15 m
c) 10 m
d) 5 m
e) 4 m

518 (FEI-SP) Por meio de um projetor, obtém-se uma imagem com aumento linear transversal igual a 20. A distância do projetor à tela é d = 5,25 m. A convergência da lente do projetor, em dioptrias, é:

a) 25,0
b) 0,25
c) 4,0
d) 0,0525
e) 1,25

519 (MACK-SP) Um projetor de diapositivos (*slides*) usa uma lente convergente para produzir uma imagem na tela que se encontra a 5 m da lente. Um

slide com medidas 2 cm × 3 cm tem na tela imagem com medidas 100 cm × 150 cm. A distância focal dessa lente é, aproximadamente:

a) 10 cm
b) 5 cm
c) 1 cm
d) 0,5 cm
e) 0,1 cm

520 (FES-SP) Uma câmara fotográfica com objetiva de distância focal 10 cm é usada para fotografar objetos distantes. A distância da objetiva ao filme é da ordem de:

a) 25 cm
b) 20 cm
c) 10 cm
d) 5 cm
e) 2,5 cm

521 (UFSCar-SP) Numa máquina fotográfica, a distância da objetiva ao filme é de 25 mm. A partir das especificações dadas a seguir, assinale a que corresponde a uma lente que poderia ser a objetiva dessa máquina:

a) convergente, de convergência +4,0 di
b) convergente, de convergência +25 di
c) convergente, de convergência +40 di
d) divergente, de convergência −25 di
e) divergente, de convergência −4,0 di

522 (Uniube-MG) Se a distância focal da objetiva de uma máquina fotográfica é de 4 cm, para termos uma imagem nítida de um objeto colocado a 20 cm da objetiva, a distância entre esta e o filme, em centímetros, deverá ser de:

a) $\frac{1}{5}$ b) $\frac{10}{3}$ c) 5 d) 10 e) 20

523 (MACK-SP) Um dos instrumentos ópticos mais simples é a lupa, popularmente conhecida por lente de aumento. A classificação geral divide as lentes em convergentes e divergentes. A lupa se enquadra num desses grupos, podendo ser uma lente:

a) bicôncava
b) plano-côncava
c) convexo-côncava
d) plano-convexa
e) qualquer

524 (UERJ) A imagem que se observa de um microscópio composto é:

a) real e invertida
b) real e direita
c) virtual e direita
d) real e ampliada
e) virtual e invertida

525 (UFRJ) Um escoteiro usa uma lupa para acender uma fogueira, concentrando os raios solares num único ponto a 20 cm 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.

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

526 (PUC-SP) Numa luneta astronômica afocal cujo aumento é 30, é usada uma ocular de 5 cm de distância focal. O comprimento da luneta deve ser de:

a) 25 cm
b) 30 cm
c) 35 cm
d) 150 cm
e) 155 cm

527 (ITA-SP) Um telescópio astronômico tipo refrator é provido de uma objetiva de 1 000 mm de distância focal. Para que o seu aumento angular seja de aproximadamente 50 vezes, a distância focal da ocular deverá ser de:

a) 10 mm
b) 50 mm
c) 150 mm
d) 25 mm
e) 20 mm

528 (FEMPAR) Complete a frase corretamente:
A luz penetra no olho através de um diafragma, a _____, no centro do qual há uma abertura, a _____, que aumenta ou diminui de diâmetro conforme a intensidade luminosa.
A luz passa em seguida por uma _____, o cristalino, e atinge uma camada fotossensível, o(a) _____.

a) córnea, íris, lente divergente, pupila
b) íris, córnea, lente convergente, humor aquoso
c) pupila, córnea, lente convergente, retina
d) córnea, pupila, lente divergente, nervo óptico
e) íris, pupila, lente convergente, retina

529 (UFLA-MG) Uma pessoa hipermetrope tem seu globo ocular pequeno em relação à distância focal do cristalino. Considerando que essa pessoa tenha uma distância mínima de visão distinta de 0,5 m, então, para que possa enxergar objetos a 0,25 m, deve usar lentes de vergência (dioptrias ou graus):

a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 0,75

530 (PUCC-SP) José fez exame de vista e o médico oftalmologista preencheu a receita abaixo.

		Lente esférica	Lente cilíndrica	Eixo
PARA LONGE	O.D.	−0,50	−2,00	140°
	O.E.	−0,75		
PARA PERTO	O.D.	2,00	−2,00	140°
	O.E.	1,00		

Pela receita, conclui-se que o olho:

a) direito apresenta miopia, astigmatismo e "vista cansada"

b) direito apresenta apenas miopia e astigmatismo

c) direito apresenta apenas astigmatismo e "vista cansada"

d) esquerdo apresenta apenas hipermetropia

e) esquerdo apresenta apenas "vista cansada"

ONDULATÓRIA

531 (Fcap-PA) A posição de um corpo em função do tempo, que executa um movimento harmônico simples, é dada por: $x = 0{,}17 \cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$, onde *x* é dado em metros e *t* em segundos. A freqüência do movimento é:

a) 2,5 Hz c) 0,17 Hz e) 1,7 Hz

b) $\frac{\pi}{2}$ Hz d) $\frac{5\pi}{3}$ Hz

532 (UFPel-RS) Uma pessoa exercita-se numa bicicleta ergométrica, pedalando com velocidade angular constante, bem debaixo de uma lâmpada acesa. Um estudante observa o movimento da sombra do pedal da bicicleta no chão e conclui que o movimento apresentado pela sombra é:

a) circular e uniforme

b) harmônico simples

c) retilíneo uniforme

d) de queda livre

e) retilíneo uniformemente acelerado

533 (Unisa-SP) Um corpo descreve movimento harmônico simples, conforme a equação
$X = 50 \cos (2\pi t + \pi)$.
Os valores são expressos em unidades do Sistema Internacional de Unidades. Assim, podemos afirmar que no instante t = 5 s a velocidade e a aceleração são, respectivamente:

a) 0; $1\,000\pi^2$ d) 100π; $-200\pi^2$

b) -100π; $200\pi^2$ e) 0; $2\,000\pi^2$

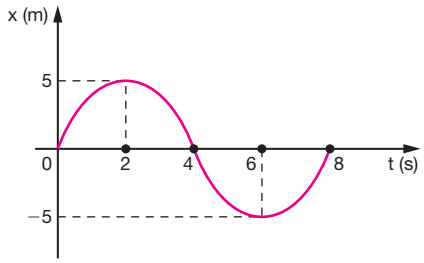
c) 0; $200\pi^2$

534 (Osec-SP) Um móvel executa um movimento harmônico simples de equação $x = 8 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{8} \cdot t\right)$, onde *t* é dado em segundos e *x* em metros. Após 2,0 s, a elongação do movimento é:

a) zero c) 3,5 m e) 8,0 m

b) 2,0 m d) 5,7 m

535 (UFBA) O gráfico representa as posições ocupadas, em função do tempo, por um móvel de massa igual a 1 kg, que oscila em MHS. Nessas condições, é correto afirmar:



(01) A função horária da elongação é $x = 5 \cos\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{3\pi}{2}\right)$.

(02) A função horária da velocidade escalar instantânea é $v = -\frac{5\pi}{4} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{4}t\right)$.

(04) No instante 2 s, a velocidade escalar do móvel é nula.

(08) No instante 6 s, a aceleração escalar do móvel é igual a $\frac{5\pi^2}{16}$ m/s².

(16) No instante 8 s, a energia cinética do móvel é nula.

Dê como resposta a soma dos números correspondentes às proposições corretas.