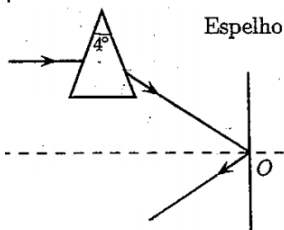


## Prova de Óptica – ITA

1 - (ITA-13) Um raio horizontal de luz monocromática atinge um espelho plano vertical após incidir num prisma com abertura de  $4^\circ$  e índice de refração  $n = 1,5$ . Considere o sistema imerso no ar e que tanto o raio emergente do prisma como o refletido pelo espelho estejam no plano do papel, perpendicular ao plano do espelho, como mostrado na figura. Assinale a alternativa que indica respectivamente o ângulo e o sentido em que deve ser girado o espelho em torno do eixo perpendicular ao plano do papel que passa pelo ponto O, de modo que o raio refletido retorne paralelamente ao raio incidente no prisma.

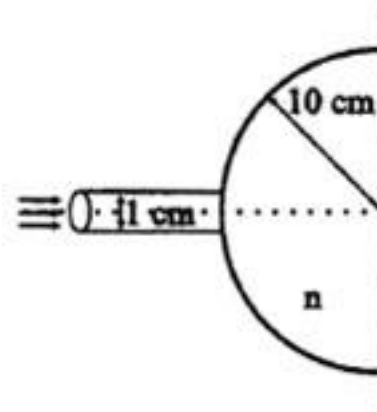


- a)  $4^\circ$ , sentido horário      b)  $2^\circ$ , sentido horário  
c)  $2^\circ$ , sentido antihorário      d)  $1^\circ$ , sentido horário  
e)  $1^\circ$ , sentido antihorário

2 - (ITA-12) Uma fonte luminosa uniforme no vértice de um cone reto tem iluminação energética (fluxo energético por unidade de área)  $H_A$  na área A da base desse cone. O iluminamento incidente numa seção desse cone que forma ângulo de  $30^\circ$  com a sua base, e de projeção vertical S sobre esta, é igual a

- a)  $AH_A/S$     b)  $SH_A/A$     c)  $AH_A/2S$     d)  $\sqrt{3} AH_A/2S$     e)  $2AH_A/\sqrt{3} S$

3 - (ITA-11) Um hemisfério de vidro maciço de raio de 10 cm e índice de refração  $n = 3/2$  tem sua face plana apoiada sobre uma parede, como ilustra a figura. Um feixe colimado de luz de 1 cm de diâmetro incide sobre a face esférica, centrado na direção do eixo de simetria do hemisfério. Valendo-se das aproximações de ângulos pequenos,  $\sin \theta \approx \theta$  e  $\text{tg} \theta \approx \theta$ , o diâmetro do círculo de luz que se forma sobre a superfície da parede é de



- a) 1 cm.    b)  $\frac{2}{3}$  cm.    c)  $\frac{1}{2}$  cm.    d)  $\frac{1}{3}$  cm.    e)  $\frac{1}{10}$  cm.

4 - (ITA-11) Fontes distantes de luz separadas por um ângulo  $\alpha$  numa abertura de diâmetro D podem ser distinguidas quando  $\alpha > 1,22\lambda/D$ , em que  $\lambda$  é o comprimento de onda da luz. Usando o valor de 5 mm para o diâmetro das suas pupilas, a que distância máxima aproximada de um carro você deveria estar para ainda poder distinguir seus faróis acesos? Considere uma separação entre os faróis de 2 m.

- a) 100 m    b) 500 m    c) 1 km    d) 10 km    e) 100 km

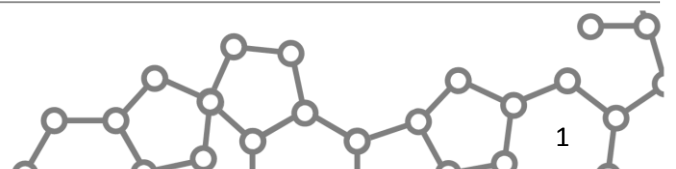
5 - (ITA-10) Um feixe luminoso vertical, de 500 nm de comprimento de onda, incide sobre uma lente plano-convexa apoiada numa lâmina horizontal de vidro, como mostra a. figura. Devido à variação da espessura da camada de ar existente entre a lente e a lâmina, torna-se visível sobre a lente uma sucessão de anéis claros e escuros, chamados de anéis de Newton. Sabendo-se que o diâmetro do menor anel escuro mede 2 mm, a superfície convexa da lente deve ter um raio de



- A) 1,0 m.    B) 1,6 m.    C) 2,0 m.    D) 4,0 m.    E) 8,0 m.

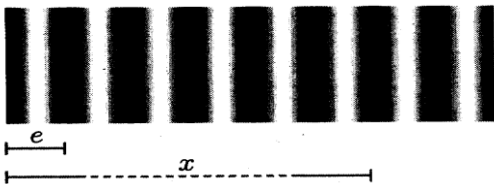
6 - (ITA-09) Um espelho esférico convexo reflete uma imagem equivalente a  $3/4$  da altura de um objeto dele situado a uma distância  $p_1$ . Então, para que essa imagem seja refletida com apenas  $1/4$  da sua altura, o objeto deverá se situar a uma distância  $p_2$  do espelho, dada por

- A ( )  $p_2 = 9p_1$ .    B ( )  $p_2 = 9p_1/4$ .  
C ( )  $p_2 = 9p_1/7$ .    D ( )  $p_2 = 15p_1/7$ .



$$E(\ ) \quad p_2 = -15p_1/7.$$

7 - (ITA-09) Uma lamina de vidro com índice de refração  $n$  em forma de cunha é iluminada perpendicularmente por uma luz monocromática de comprimento de onda  $\lambda$ . Os raios refletidos pela superfície superior e pela inferior apresentam uma série de franjas escuras com espaçamento  $e$  entre elas, sendo que a  $m$ -ésima encontra-se a uma distância  $x$  do vértice. Assinale o ângulo  $\theta$ , em radianos, que as superfícies da cunha formam entre si.



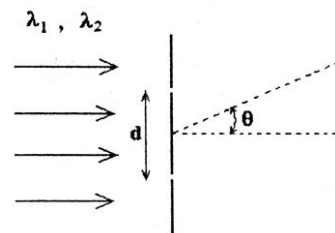
- a)  $\theta = \lambda/2ne$       b)  $\theta = \lambda/4ne$   
 c)  $\theta = (m+1)\lambda/2nme$       d)  $\theta = (2m+1)\lambda/4nme$   
 e)  $\theta = (2m-1)\lambda/4nme$

8 - (ITA-09) Luz monocromática, com 500 nm de comprimento de onda, incide numa fenda retangular em uma placa, ocasionando a dada figura de difração sobre um anteparo a 10 cm de distância. Então, a largura da fenda é



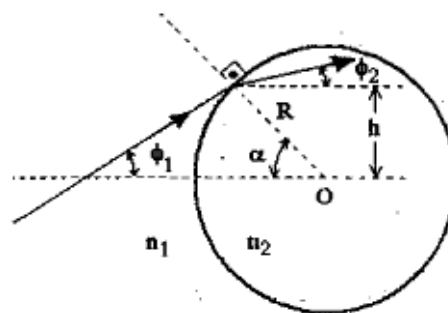
- 4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4  
 unidades em cm  
 A ( )  $1,25\mu\text{m}$     B ( )  $2,50\mu\text{m}$     C ( )  $5,00\mu\text{m}$   
 D ( )  $12,50\mu\text{m}$     E ( )  $25,00\mu\text{m}$

9 - (ITA-08) Um feixe de luz é composto de luzes de comprimentos de onda  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$  sendo  $\lambda_1$  15% maior que  $\lambda_2$ . Esse feixe de luz incide perpendicularmente num anteparo com dois pequenos orifícios, separados entre si por uma distância  $d$ . A luz que sai dos orifícios é projetada num segundo anteparo, onde se observa uma figura de interferência. Pode-se afirmar então, que



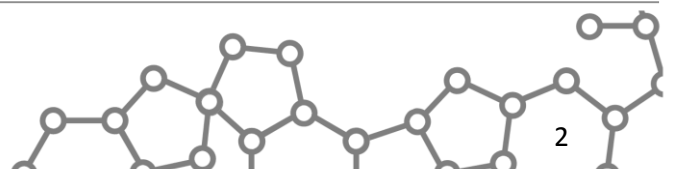
- A) o ângulo de arcsen  $(5\lambda_1/d)$  corresponde à posição onde somente a luz de comprimento de onda  $\lambda_1$  é observada.  
 B) o ângulo de arcsen  $(10\lambda_1/d)$  corresponde à posição onde somente a luz de comprimento de onda  $\lambda_1$  é observada.  
 C) o ângulo de arcsen  $(15\lambda_1/d)$  corresponde à posição onde somente a luz de comprimento de onda  $\lambda_1$  é observada.  
 D) o ângulo de arcsen  $(10\lambda_2/d)$  corresponde à posição onde somente a luz de comprimento de onda  $\lambda_2$  é observada.  
 E) o ângulo de arcsen  $(15\lambda_2/d)$  corresponde à posição onde somente a luz de comprimento de onda  $\lambda_2$  é observada.

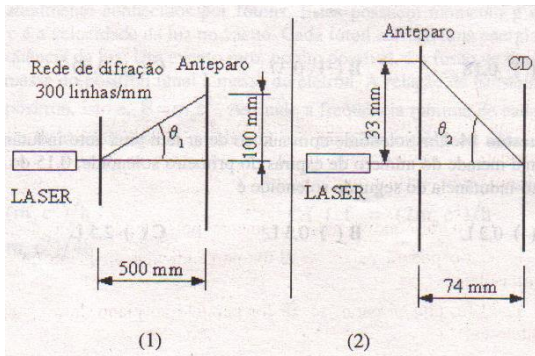
10 - (ITA-07) A figura mostra um raio de luz propagando-se num meio de índice de refração  $n_1$  e transmitido para uma esfera transparente de raio  $R$  e índice de refração  $n_2$ . Considere os valores dos ângulos  $\alpha$ ,  $\phi_1$  e  $\phi_2$  muito pequenos, tal que cada ângulo seja respectivamente igual à sua tangente e ao seu seno. O valor aproximado de  $\phi_2$  é de



- a)  $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}(\phi_1 - \alpha)$ .      b)  $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}(\phi_1 + \alpha)$ .  
 c)  $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}\phi_1 + \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right)\alpha$ .      d)  $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}\phi_1$ .  
 e)  $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}\phi_1 + \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right)\alpha$ .

11 - (ITA-06) Para se determinar o espaçamento entre duas trilhas adjacentes de um CD, foram montadas dois arranjos:





1- O arranjo da figura (1), usando uma rede de difração de 300 linhas por mm, um LASER e um anteparo.

Neste arranjo, mediu-se a distância do máximo de ordem 0 ao máximo de ordem 1 da figura de interferência formada no anteparo.

2- O arranjo da figura (2) usando o mesmo LASER, o CD e um anteparo com um orifício para a passagem do feixe de luz. Neste arranjo, mediu-se também a distância do máximo de ordem 0 ao máximo de ordem 1 da figura de interferência. Considerando nas duas situações  $\theta_1$  e  $\theta_2$  ângulos pequenos, a distância entre duas trilhas adjacentes do CD é de

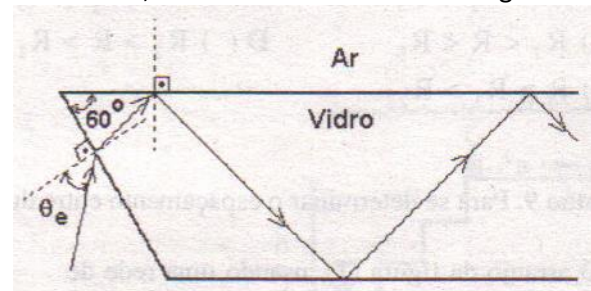
- a)  $2,7 \times 10^{-7}$  m   b)  $3,0 \times 10^{-7}$  m   c)  $7,4 \times 10^{-6}$  m  
d)  $1,5 \times 10^{-6}$  m   e)  $3,7 \times 10^{-5}$  m

12 - (ITA-06) Einstein propôs que a energia da luz é transportada por pacotes de energia  $hf$ , em que  $h$  é a constante de Plank e  $f$  é a frequência da luz, num referencial na qual a fonte está em repouso. Explicou, assim, a existência de uma frequência mínima  $f_0$  para arrancar elétrons de um material, no chamado efeito fotoelétrico. Suponha que a fonte emissora de luz está em movimento em relação ao material. Assinale a alternativa correta.

- a) Se  $f = f_0$ , é possível que haja emissão de elétrons desde que a fonte esteja se afastando do material.  
b) Se  $f < f_0$ , é possível que elétrons sejam emitidos, desde que a fonte esteja se afastando do material.  
c) Se  $f < f_0$ , não há emissão de elétrons qualquer que seja a velocidade da fonte.  
d) Se  $f > f_0$ , é sempre possível que elétrons sejam emitidos pelo material, desde que a fonte esteja se afastando do material.  
e) Se  $f < f_0$ , é possível que elétrons sejam emitidos, desde que a fonte esteja se aproximando do material.

13 - (ITA-06) A figura mostra uma placa de vidro com índice de refração  $n_v = \sqrt{2}$  mergulhada no ar, cujo índice de refração é igual a 1,0. para que um feixe de luz monocromática se propague pelo interior do vidro

através de sucessivas reflexões totais, o seno do ângulo de entrada,  $\sin \theta_e$  deverá ser menor ou igual a



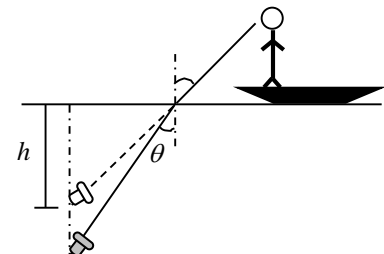
- a) 0,18                      b) 0,37                      c) 0,50  
d) 0,71                      e) 0,87

14 - (ITA-05) Situa-se um objeto a uma distância  $p$  diante de uma lente convergente de distância focal  $f$  de modo a obter uma imagem real a uma distância  $p'$  da lente. Considerando a condição de mínima distância entre imagem e objeto, então é correto afirmar que

- a)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 5f^3$ .   b)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 10f^3$ .  
c)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 20f^3$ .   d)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 25f^3$ .  
e)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 30f^3$ .

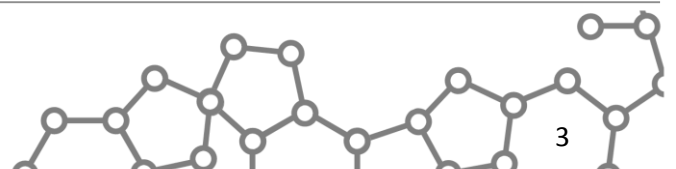
15 - (ITA-05) Um pescador deixa cair uma lanterna acesa em um lago a 10,0 m de profundidade. No fundo do lago, a lanterna emite um feixe luminoso formando um pequeno ângulo  $\theta$  com a vertical (veja figura). Considere:  $\tan \theta \cong \sin \theta \cong \theta$  e o índice de refração da água  $n = 1,33$ . Então, a profundidade aparente  $h$  vista pelo pescador é igual a

- a) 2,5 m.  
b) 5,0 m.  
c) 7,5 m.  
d) 8,0 m.  
e) 9,0 m.



16 - (ITA-04) Uma lente convergente tem distância focal de 20 cm quando está mergulhada em ar. A lente é feita de vidro, cujo índice de refração é  $n_v = 1,6$ . Se a lente é mergulhada em um meio, menos refringente do que o material da lente, cujo índice de refração é  $n$ , considere as seguintes afirmações:

- I – A distância focal não varia se o índice de refração do meio for igual ao do material da lente.  
II – A distância focal torna-se maior se o índice de refração  $n$  for maior que o do ar.



III – Neste exemplo, uma maior diferença entre os índices de refração do material da lente e do meio implica numa menor distância focal.

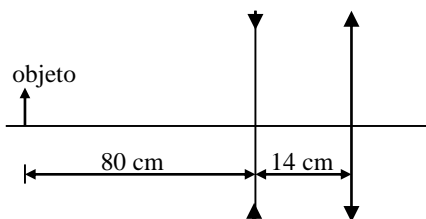
Então, pode-se afirmar que:

- a) apenas a II é correta.                      b) apenas a III é correta.  
 c) apenas II e III são corretas.            d) todas são corretas.  
 e) todas são incorretas.

**17 - (ITA-04)** Ao olhar-se num espelho plano, retangular, fixado no plano de uma parede vertical, um homem observa a imagem de sua face tangenciando as quatro bordas do espelho, isto é, a imagem de sua face encontra-se ajustada ao tamanho do espelho. A seguir o homem afasta-se, perpendicularmente à parede numa certa velocidade em relação ao espelho, continuando a observar sua imagem. Nestas condições, pode-se afirmar que essa imagem.

- a) torna-se menor que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.  
 b) torna-se maior que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.  
 c) continua ajustada ao tamanho do espelho tal como visto pelo homem.  
 d) desloca-se com o dobro da velocidade do homem.  
 e) desloca-se com metade da velocidade do homem.

**18 - (ITA-03)** A figura mostra um sistema óptica constituído de uma lente divergente, com distância focal  $f_1 = -20 \text{ cm}$ , distante  $14 \text{ cm}$  de uma lente convergente com distância focal  $f_2 = 20 \text{ cm}$ . Se um objeto linear é posicionado a  $80 \text{ cm}$  à esquerda da lente divergente, pode-se afirmar que a imagem definitiva formada pelo sistema.



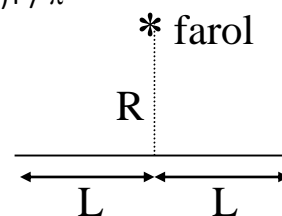
- a) é real e o fator de ampliação linear do sistema é  $-0,4$ .  
 b) é virtual, menor e direita em relação ao objeto.  
 c) é real, maior e invertida em relação ao objeto.  
 d) é real e o fator de ampliação linear do sistema é  $-0,2$ .  
 e) é virtual, maior e invertida em relação ao objeto.

**19 - (ITA-03)** Num oftalmologista, constata-se que um certo paciente tem uma distância máxima e uma distância mínima de visão distinta de  $5,0 \text{ m}$  e  $8,0 \text{ cm}$ , respectivamente. Sua visão deve ser corrigida pelo uso de uma lente que lhe permita ver com clareza objetos no “infinito”. Qual das afirmações é verdadeira?

- a) O paciente é míope e deve usar lentes divergentes cuja vergência é  $0,2$  dioptrias.  
 b) O paciente é míope e deve usar lentes convergentes cujas vergência é  $0,2$  dioptrias.  
 c) O paciente é hipermetrópe e deve usar lentes convergentes cuja vergência é  $0,2$  dioptrias.  
 d) O paciente é hipermetrópe e deve usar lentes divergentes cuja vergência é  $-0,2$  dioptrias.  
 e) A lente corretora de defeito visual desloca a distância mínima de visão distinta para  $8,1 \text{ cm}$ .

**20 - (ITA-01)** Em um farol de sinalização, o feixe de luz está acoplado a um mecanismo rotativo que realiza uma volta completa a cada  $T$  segundos. O farol se encontra a uma distância  $R$  do centro de uma praia de comprimento  $2L$ , conforme a figura. O tempo necessário para o feixe de luz “varrer” a praia, em cada volta, é:

- a)  $\arctg(L/R)T / (2\pi)$                       b)  $\arctg(2L/R)T / (2\pi)$   
 c)  $\arctg(L/R)T / \pi$                          d)  $\arctg(L/2R)T / (2\pi)$   
 e)  $\arctg(L/R)T / \pi$

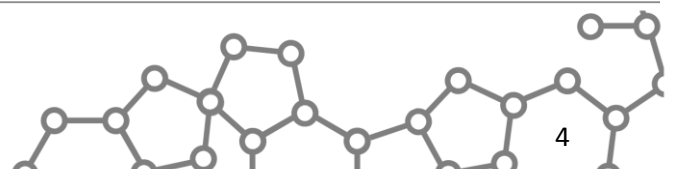


**21 - (ITA-01)** Considere as seguintes afirmações :

- I - Se um espelho plano transladar de uma distância  $d$  ao longo da direção perpendicular a seu plano, a imagem real de um objeto fixo transladará  $2d$ .  
 II - Se um espelho plano girar de um ângulo  $\theta$  em torno de um eixo perpendicular à direção de incidência da luz, o raio refletido girará de um ângulo  $2\theta$ .  
 III - Para que uma pessoa de altura  $h$  possa observar seu corpo inteiro em um espelho plano, a altura deste deve ser de no mínimo  $2h/3$ .

Então podemos dizer que:

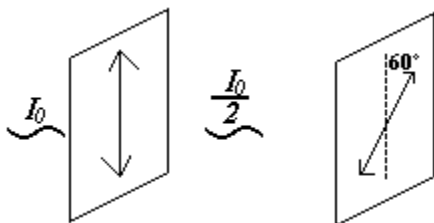
- a) apenas I e II são verdadeiras  
 b) apenas I e III são verdadeiras  
 c) apenas II e III são verdadeiras  
 d) todas são verdadeiras  
 e) todas são verdadeiras



**22 - (ITA-01)** Um objeto linear de altura  $h$  está assentado perpendicularmente no eixo principal de um espelho esférico, a 15 cm de seu vértice. A imagem produzida é direita e tem altura de  $h/5$ . Este espelho é:

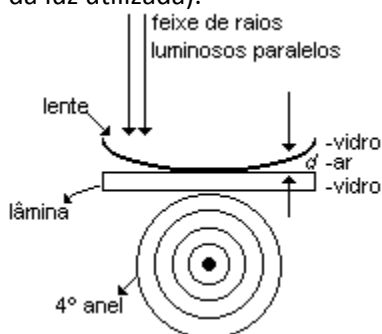
a) côncavo, de raio 15 cm    b) côncavo, de raio 7,5 cm  
 c) convexo, de raio 7,5 cm    d) convexo, de raio 15 cm  
 e) convexo, de raio 10 cm

**23 - (ITA-00)** Uma luz não-polarizada de intensidade  $I_0$  ao passar por um primeiro polaróide tem sua intensidade reduzida pela metade, como mostra a figura. A luz caminha em direção a um segundo polaróide que tem seu eixo inclinado em um ângulo de  $60^\circ$  em relação ao primeiro. A intensidade de luz que emerge do segundo polaróide é:



- (A)  $I_0$     (B)  $0,25 I_0$     (C)  $0,375 I_0$   
 (D)  $0,5 I_0$     (E)  $0,125 I_0$

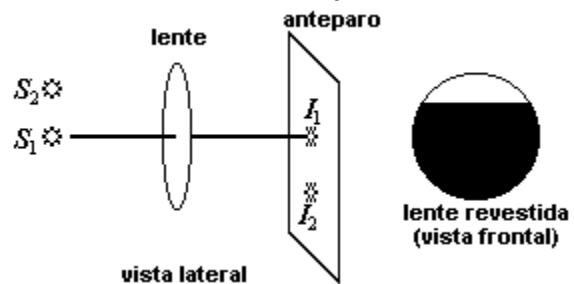
**24 - (ITA-00)** No experimento denominado “anéis de Newton”, um feixe de raios luminosos incide sobre uma lente plano convexa que se encontra apoiada sobre uma lâmina de vidro, como mostra a figura. O aparecimento de franjas circulares de interferência, conhecidas como “anéis de Newton”, está associado à uma camada de ar, de espessura  $d$  variável, existente entre a lente e a lâmina. Qual deve ser a distância  $d$  entre a lente e a lâmina de vidro correspondente à circunferência do quarto anel escuro ao redor do ponto escuro central? (Considere  $\lambda$  o comprimento de onda da luz utilizada).



- (A)  $4\lambda$     (B)  $8\lambda$     (C)  $9\lambda$     (D)  $8,5\lambda$     (E)  $2\lambda$

**25 - (ITA-00)** Duas fontes de luz,  $S_1$  e  $S_2$ , tem suas imagens formadas sobre um anteparo por uma lente convergente, como mostra a figura. Considere as seguintes proposições:

- I . Se a lente for parcialmente revestida até  $\frac{3}{4}$  da sua altura com uma película opaca (conforme a figura), as imagens ( $I_1$  de  $S_1$ ,  $I_2$  de  $S_2$ ) sobre o anteparo permanecem, mas tornam-se menos luminosas.
- II . Se a lente for parcialmente revestida até  $\frac{3}{4}$  da sua altura e as fontes forem distanciadas da lente, a imagem  $I_1$  desaparece.
- III . Se as fontes  $S_1$  e  $S_2$  forem distanciadas da lente, então, para que as imagens não se alterem, o anteparo deve ser deslocado em direção à lente.



Então pode-se afirmar que:

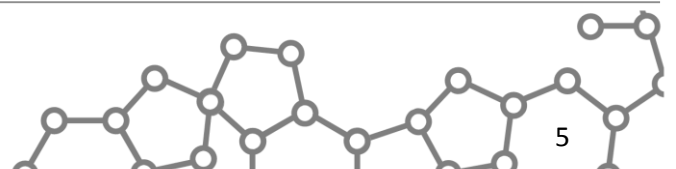
- (A) Apenas III é correta.  
 (B) Somente I e III são corretas.  
 (C) Todas são corretas.  
 (D) Somente II e III são corretas.  
 (E) Somente I e II são corretas.

**26 - (ITA-00)** Uma lente de vidro de índice de refração  $n = 1,6$  é recoberta por um filme fino, de índice de refração  $n = 1,3$ , para minimizar a reflexão de uma certa luz incidente. Sendo o comprimento de onda da luz incidente no ar  $\lambda_{ar} = 500 \text{ nm}$ , então a espessura mínima do filme é:

- (A) 78 nm    (B) 96 nm    (C) 162 nm  
 (D) 200 nm    (E) 250 nm

**27 - (ITA-99)** No final de uma tarde de céu límpido, quando o sol está no horizonte, sua cor parece “avermelhada”. A melhor explicação para esse belo fenômeno da natureza é que:

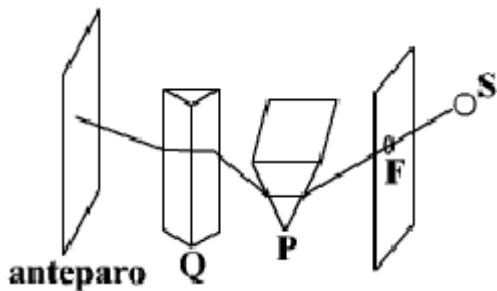
- a) o Sol está mais distante da Terra.  
 b) a temperatura do Sol é menor no final da tarde.  
 c) a atmosfera da Terra espalha comprimentos de ondas mais curtos, como por exemplo o da luz azul.



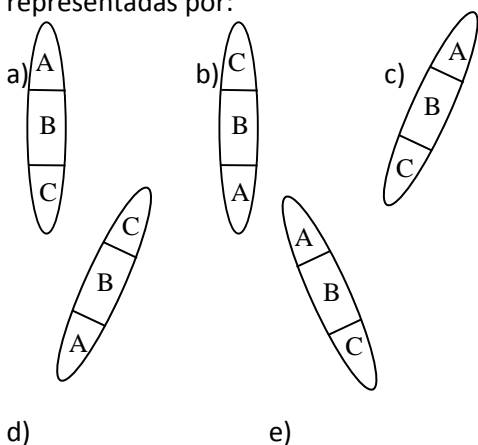
d) a atmosfera da Terra absorve os comprimentos de onda azul e verde.

e) a atmosfera da Terra difrata a luz emitida pelo sol.

**28 - (ITA-99)** Isaac Newton, no início de 1666, realizou a seguinte experiência: Seja **S** o Sol e **F** um orifício feito na janela de um quarto escuro. Considere **P** e **Q** dois prismas de vidro colocados em posição cruzada um em relação ao outro, ou seja, com suas arestas perpendiculares entre si, conforme mostra a figura abaixo. Represente por **A** a cor violeta, por **B** a amarela e **C** a cor vermelha.



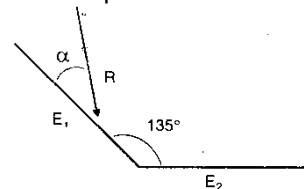
Após a passagem dos raios luminosos pelo orifício e pelos dois prismas, a forma da imagem e a disposição das cores formadas no anteparo são melhor representadas por:



**29 - (ITA-99)** Um excitador pulsado que gera faíscas as uma frequência de  $10^6$  Hz está localizado no centro de curvatura **C** de um espelho côncavo de 1 m de raio de curvatura. Considere que o tempo de duração de cada faísca seja desprezível em relação ao intervalo de tempo entre duas consecutivas. A 2m do centro de curvatura do espelho está situado um anteparo normal aos raios refletidos. O espelho gira em torno de **C** com uma frequência de 500 rotações por segundo, formando faixas luminosas eqüidistantes no anteparo. O comprimento do intervalo entre duas faixas luminosas formadas pelos raios refletidos no anteparo é de, aproximadamente:

- a) 3,1 mm   b) 6,3   c) 12,6 m   d) 1,0 m   e) 9,4 mm

**30 - (ITA-98)** Considere a figura ao lado onde  $E_1$  e  $E_2$  são dois espelhos planos que formam um ângulo de  $135^\circ$  entre si. Um raio luminoso **R** incide com um ângulo  $\alpha$  em  $E_1$  e outro **R'** (não mostrado) emerge de  $E_2$ . Para  $0 < \alpha < \pi/4$ , conclui-se que:

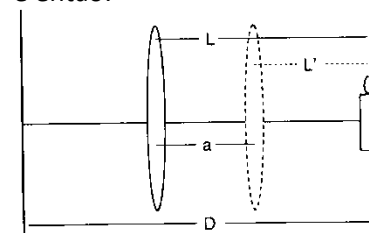


- a)  $R'$  pode ser paralelo a  $R$  dependendo de  $\alpha$ .  
 b)  $R'$  é paralelo a  $R$  qualquer que seja  $\alpha$ .  
 c)  $R'$  nunca é paralelo a  $R$ .  
 d)  $R'$  só será paralelo a  $R$  se o sistema estiver no vácuo.  
 e)  $R'$  será paralelo a  $R$  qualquer que seja o ângulo entre os espelhos.

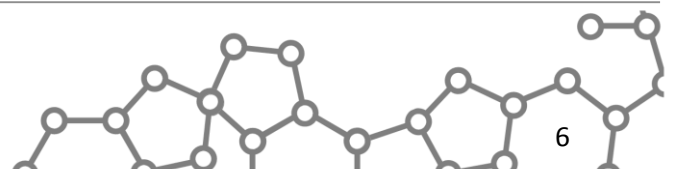
**31 - (ITA-98)** Devido à gravidade, um filme fino de sabão suspenso verticalmente é mais espesso embaixo do que em cima. Quando iluminado com luz branca e observado de um pequeno ângulo em relação à frontal, o filme aparece preto em cima, onde não reflete a luz. Aparecem intervalos de luz de cores diferentes na parte em que o filme é mais espesso, onde a cor da luz em cada intervalo depende da espessura local do filme de sabão. De cima para baixo, as cores aparecem na ordem:

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

**32 - (ITA-98)** Uma vela está a uma distância **D** de um anteparo sobre o qual se projeta uma imagem com lente convergente. Observa-se que as duas distâncias **L** e **L'** entre a lente e a vela para as quais se obtém uma imagem nítida da vela no anteparo, distam uma da outra de uma distância **a**. O comprimento focal da lente é então:



- a)  $\frac{D-a}{2}$    b)  $\frac{D+a}{2}$    c)  $2a$



d)  $\frac{D^2 - a^2}{4D}$       e)  $\frac{D^2 + a^2}{4D}$

**33 - (ITA-97)** Considere as seguintes afirmações sobre o fenômeno de interferência da luz proveniente de duas fontes:

I – O fenômeno de interferência de luz ocorre somente no vácuo.

II – O fenômeno de interferência é explicada pela teoria ondulatória da luz.

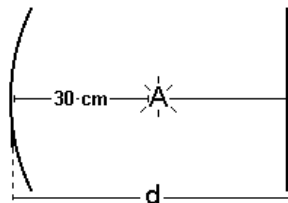
III – Quaisquer fontes de luz, tanto coerentes quanto incoerentes, podem produzir o fenômeno de interferência.

Das afirmativas mencionadas, é (são) correta(s):

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

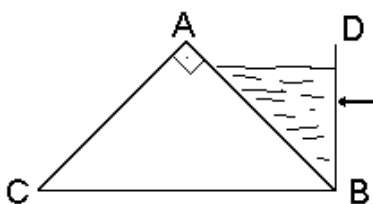
**34 - (ITA-97)** Um espelho plano está colocado em frente de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo principal. Uma fonte luminosa A, centrada no eixo principal entre os dois espelhos, emite raios que se refletem sucessivamente sobre os dois espelhos e formam sobre a própria fonte A, uma imagem real da mesma. O raio de curvatura do espelho é 40 cm e a distância do centro da fonte A até o centro do espelho esférico é de 30 cm. A distância d do espelho plano até o centro do espelho côncavo é, então:

- a) 20 cm  
b) 30 cm  
c) 40 cm  
d) 45 cm  
e) 50 cm



**35 - (ITA-97)** Um prisma de vidro, de índice de refração  $n = (2)^{1/2}$ , tem por seção normal um triângulo retângulo isósceles ABC no plano vertical. O volume de seção transversal ABD é mantido cheio de um líquido de índice de refração  $n' = (3)^{1/2}$ . Um raio incide normalmente à face transparente da parede vertical BD e atravessa o líquido.

Considere as seguintes afirmações:



- I- O raio luminoso não penetrará no prisma.  
II- O ângulo de refração na face AB é de 45°.

III- O raio emerge do prisma pela face AC com ângulo de refração de 45°.

IV- O raio emergente definitivo é paralelo ao raio incidente em BD.

Das afirmativas mencionadas, é (são) correta(s):

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

**36 - (ITA-96)** Os físicos discutiram durante muito tempo sobre o modelo mais adequado para explicar a natureza da luz. Alguns fatos experimentais apoiam um modelo de partículas (modelo corpuscular) enquanto que outros são coerentes com um modelo ondulatório. Existem também fenômenos que podem ser explicados tanto por um quanto por outro modelo. Considere, então os seguinte fatos experimentais.

I- a luz se propaga em linha reta nos meios homogêneos.

II- Os ângulos de incidência e de reflexão são iguais

III- A luz pode exibir o fenômeno de difração

IV- A luz branca refletida nas bolhas de sabão apresenta-se colorida.

Neste caso, podemos afirmar que o modelo ondulatório para explicar:

- a) Somente I.      b) Somente III e IV.      c) Somente III.  
d) Todos eles.      e) Nenhum deles.

**37 - (ITA-96)** Com respeito ao fenômeno do arco-íris, pode-se afirmar que:

I - se uma pessoa observa um arco-íris a sua frente, então o sol necessariamente a oeste;

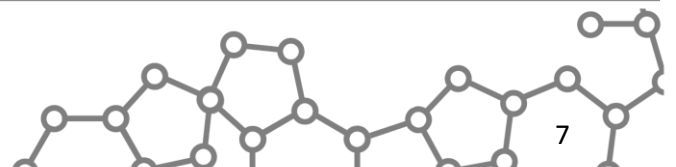
II - o sol sempre está à direita ou à esquerda do observador;

III - o arco-íris se forma devido ao fenômeno de dispersão da luz nas gota de água.

Das afirmativas mencionadas, pode-se dizer que:

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

**38 - (ITA-96)** dois estudantes se propõem a construir cada um deles uma câmara fotográfica simples, usando uma lente convergente como objetiva e colocando-a numa caixa fechada de modo que o filme esteja no plano focal da lente. O estudante A utilizou uma lente de distância focal igual a 4,0 cm e o estudante B uma lente de distância focal igual a 10,0 cm. Ambos foram testar suas câmaras fotografando um objeto situado a 1,0 m de distância das respectivas objetivas.



Desprezando-se todos os outros efeitos (tais como aberrações das lentes), o resultado da experiência foi:

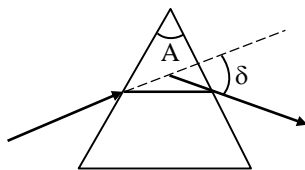
- I - que a foto do estudante A estava mais “em foco” que a do estudante B;
- II - que ambas estavam igualmente em foco;
- III - que as imagens sempre estavam entre o filme e a lente;

Neste caso você concorda que:

- a) Apenas a afirmativa II é verdadeira .
- b) Somente I e III são verdadeiras.
- c) Somente III é verdadeira.
- d) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- e) Não é possível obter uma fotografia em tais condições.

**39 - (ITA-96)** O Método do Desvio Mínimo, para a medida do índice refração,  $n$ , de um material transparente, em relação ao ar, consiste em se medir o desvio mínimo  $\delta$  de um feixe estreito de luz que atravessa um prisma feito desse material. Para que esse método possa ser aplicado (isto é, para que se tenha um feixe emergente), o ângulo  $A$  do prisma deve ser menor que:

- a)  $\text{arc sen}(n)$
- b)  $2 \text{ arc sen}(1/n)$
- c)  $0,5 \text{ arc sen}(1/n)$
- d)  $\text{arc sen}(1/n)$
- e) Outra expressão.



**40 - (ITA-95)** Uma gaivota pousada na superfície da água, cujo índice de refração em relação ao ar é  $n = 1,3$  observa um peixinho que está exatamente abaixo dela, a uma profundidade de 1,0 m. Que distância, em linha reta deverá nadar o peixinho para sair do campo visual da gaivota?

- a) 0,84 m
- b) 1,2 m
- c) 1,6 m
- d) 1,4 m
- e) O peixinho não conseguirá fugir do campo visual da gaivota.

**41 - (ITA-95)** Um objeto tem altura  $h_0 = 20$  cm está situado a uma distância  $d_0 = 30$  cm de uma lente. Este objeto produz uma imagem virtual de altura  $h_1 = 4,0$  cm. A distância da imagem à lente, a distância focal e o tipo da lente são respectivamente:

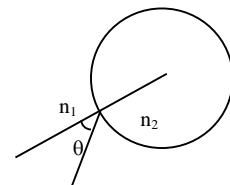
- a) 6,0 cm; 7,5 cm; convergente
- b) 1,7 cm; 30 cm; divergente
- c) 6,0 cm; - 7,5 cm; divergente
- d) 6,0 cm; 5,0 cm; divergente
- e) 1,7 cm; - 5,0 cm; convergente

**42 - (ITA-94)** Um dos telescópios utilizados por Galileu era composto de duas lentes: a objetiva de 16 mm de diâmetro e distância focal de 960 mm e a ocular formada por uma lente divergente. O aumento era de 20 vezes. Podemos afirmar que a distância focal e a imagem eram respectivamente:

- a) 192 mm, direita;
- b) 8 mm, direita;
- c) 48 mm, invertida;
- d) 960 mm, direita ;
- e) 48 mm, direita;

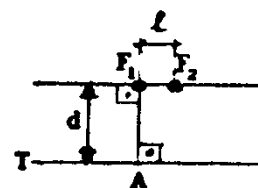
**43 - (ITA-94)** A figura mostra a secção transversal de um cilindro feito de um material cujo índice de refração é  $n_2$  imerso num meio de índice  $n_1$ . Os valores dos índices são  $\sqrt{2}$  e 1,0 não necessariamente nessa ordem. Para que um feixe de luz contido no plano seccionador e proveniente do meio de índice  $n_1$  penetre no cilindro consiga escapar, devemos satisfazer às seguintes condições:

- a) Impossível com os dados fornecidos.
- b)  $n_1 = \sqrt{2}$  ;  $n_2 = 1,0$ ;  
 $45^\circ < \theta < 90^\circ$
- c)  $n_1 = 1,0$ ;  $n_2 = \sqrt{2}$  ;  
 $45^\circ < \theta < 90^\circ$
- d) Nunca será possível.
- e)  $n_1 = 1,0$ ;  $n_2 = \sqrt{2}$  ;  
 $30^\circ < \theta < 90^\circ$



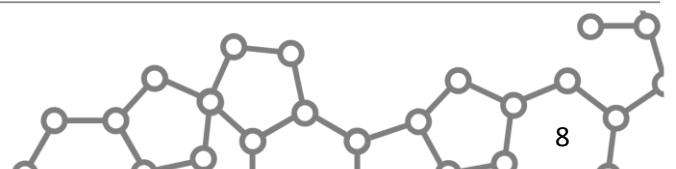
**44 - (ITA-94)** Na figura,  $F_1$  e  $F_2$  são duas fontes pontuais iguais, de luz monocromática em fase. A tela T está colocada a 10,0 m de distância. Inicialmente  $F_1$  e  $F_2$  estavam encostadas. Afastando-se de  $F_2$  de  $F_1$  observou-se no ponto A um primeiro escurecimento quando  $L = 1,00$  mm. Considerando a aproximação  $\sqrt{1+x} \cong 1+x/2$  para  $x \ll 1$ , a distância L para o terceiro escurecimento será:

- a) 3,00 mm
- b) 1,26 mm
- c) 1,41 mm
- d) 1,73 mm
- e) 2,24 mm



**45 - (ITA-93)** O sistema de lentes de uma câmara fotográfica pode ser entendido como uma fina lente convergente de distância focal igual a 25,0 cm. A que distância da lente ( $p'$ ) deve estar o filme para receber a imagem de uma pessoa sentada a 1,25 m da lente?

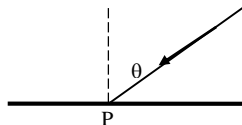
- a) 8,4 cm
- b) 31,3 cm
- c) 12,5 cm
- d) 16,8 cm
- e) 25,0 cm





**46 - (ITA-93)** Um raio luminoso incide com um ângulo  $\theta$  em relação à normal, sobre um espelho refletor. Se esse espelho girar de um ângulo igual a  $\theta$  em torno de um eixo que passa pelo ponto P e é perpendicular ao plano da figura, qual o ângulo de rotação do raio refletido?

- a)  $\theta$ .  
 b)  $3,5 \theta$ .  
 c)  $2,1 \theta$ .  
 d)  $2,0 \theta$ .  
 e)  $4,0 \theta$ .



**47 - (ITA-93)** Um objeto em forma de um segmento de reta de comprimento  $\ell$  está situado ao longo do eixo óptico de uma lente convergente de distância focal  $f$ . O centro do segmento se encontra a uma distância  $a$  da lente e esta produz uma imagem real convergente de todos os pontos do objeto. Quanto vale o aumento linear  $\beta$  do objeto?

- a)  $\beta = f^2 / [a^2 - (\ell/2)^2]$ .      b)  $\beta = f^2 / [f^2 - (\ell/2)^2]$ .  
 c)  $\beta = f^2 / [(a - f)^2 - (\ell/2)^2]$ .      d)  $\beta = f^2 / [(a + f)^2 - (\ell/2)^2]$ .  
 e)  $\beta = f^2 / [(a + f)^2 + (\ell/2)^2]$ .

**48 - (ITA-92)** Qual dos conjuntos de cores está em ordem decrescente de comprimentos de onda?

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

**49 - (ITA-92)** Um jovem estudante para fazer a barba mais eficientemente resolve comprar um espelho esférico que aumenta duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50 cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?

- a) Convexo com  $r = 50$  cm      b) Côncavo com  $r = 200$  cm  
 c) Côncavo com  $r = 33,3$  cm      d) Convexo com  $r = 67$  cm  
 e) Um espelho diferente dos mencionados

**50 - (ITA-92)** Uma vela se encontra a uma distância de 30 cm de uma lente plano-convexa que projeta uma imagem nítida de sua chama em uma parede a 1,2 m de distância da lente. Qual é o raio de curvatura da parte curva da lente se o índice de refração da mesma é 1,5?

- a) 60 cm      b) 30 cm      c) 24 cm      d) 12 cm  
 e) É outro valor diferente dos anteriores.

**51 - (ITA-91)** Um edifício iluminado pelos raios solares, projeta uma sombra de comprimento  $L = 72,0$  m. Simultaneamente, uma vara vertical de 2,50 m de

altura, colocada ao lado do edifício projeta uma sombra de comprimento  $\ell = 3,00$  m. Qual é a altura do edifício ?

- a) 90,0 m;      b) 86,0 m;      c) 60,0 m;      d) 45,0 m;  
 e) nenhuma das anteriores.

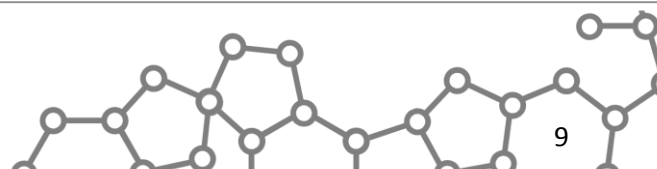
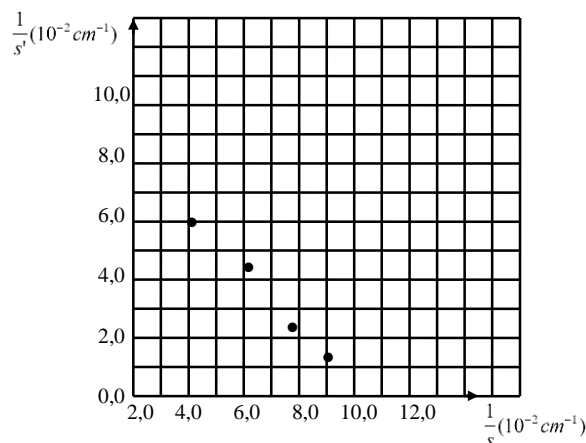
**52 - (ITA-91)** Seja E um espelho côncavo cujo raio de curvatura é 60,0 cm. Qual tipo de imagem obteremos se colocarmos um objeto real de 7,50 cm de altura, verticalmente, a 20,0 cm do vértice de E ?

- a) virtual e reduzida a 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) nenhuma das anteriores.

**53 - (ITA-91)** Um medidor de intensidade luminosa indica que uma placa de vidro interposta a um feixe de luz incidente permite a passagem de 80% da intensidade original  $I_0$ . Obtenha uma expressão para a intensidade  $I_n$  (quando  $n$  placas iguais forem interpostas) como função de  $I_0$  e  $n$ . Determine, também, o número mínimo de placas que devem ser interpostas para que a intensidade seja menor que 20% de  $I_0$ . Dado:  $\log 5 = 0,699$

- a)  $I_n = (0,8)^n \cdot I_0$  e 7 placas      b)  $I_n = (0,2)^n \cdot I_0$  e 2 placas  
 c)  $I_n = (0,8)^n \cdot I_0$  e 8 placas      d)  $I_n = \frac{0,8}{n} \cdot I_0$  e 5 placas  
 e) nenhuma das anteriores

**54 - (ITA-90)** Numa certa experiência mediu-se a distância  $s$  entre um objeto e uma lente e a distância  $s'$  entre a lente e a sua imagem real, em vários pontos. O resultado dessas medições é apresentado na figura abaixo. Examinando-se cuidadosamente o gráfico concluiu-se que:



- a) a distância focal da lente é de 10 cm;
- b) a distância focal da lente é de 100 cm;
- c) a distância focal da lente é de 8 cm;
- d) a distância focal da lente é de 2 cm;
- e) nenhuma das repostas acima é satisfatória.

**55 - (ITA-90)** Uma pequena lâmpada é colocada a 1,0 m de distância de uma parede. Pede-se a distância a partir da parede em que deve ser colocada uma lente de distância focal 22,0 cm para produzir na parede uma imagem nítida e ampliada da lâmpada.

- a) 14 cm   b) 26,2 cm   c) 67,3 cm   d) 32,7 cm   e) Outro valor.

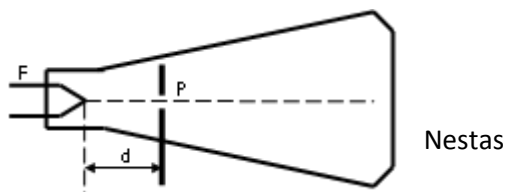
**56 - (ITA-90)** Luz linearmente polarizada (ou plano-polarizada) é aquela que:

- a) apresenta uma só frequência;
- b) se refletiu num espelho plano;
- c) tem comprimento de onda menor que o da radiação ultravioleta;
- d) tem a oscilação, associada a sua onda, paralela a um plano;
- e) tem a oscilação, associada a sua onda, na direção de propagação.

**Observação:** Explique no caderno de respostas o que é luz polarizada.

**57 - (ITA-90)** Num tubo de raios catódicos tem-se um filamento F que libera elétrons quando aquecido, e uma placa aceleradora P que é mantida num potencial mais alto que o filamento. O filamento fica a uma distância d da placa. A placa tem, ainda, um orifício que permite a passagem dos elétrons que vão se chocar com uma tela que

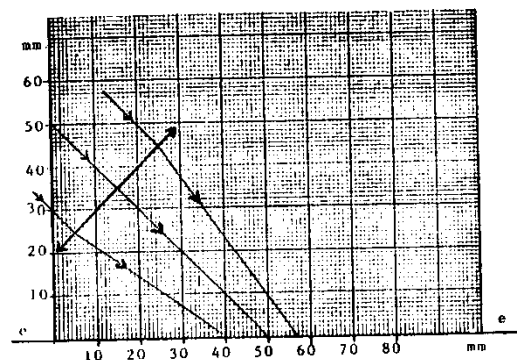
fluoresce quando os mesmos a atingem. Nestas condições:



- a) se aumentarmos a distância d entre o filamento e a placa P, a energia cinética com que os elétrons chegam à placa aumenta;

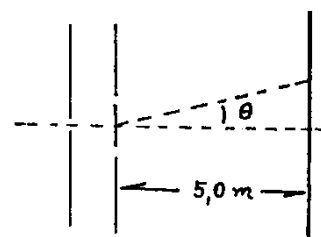
- b) o aumento da distância d faz com que a energia cinética dos elétrons diminua;
- c) a energia cinética dos elétrons não depende da distância entre o filamento e a placa, mas só de V, a diferença de potencial entre o filamento e a placa aceleradora;
- d) a energia cinética dos elétrons só depende da temperatura do filamento;
- e) nenhuma das afirmativas acima é verdadeira.

**58 - (ITA-89)** Por uma questão de conveniência experimental, o ponto focal de uma lente delgada convergente teve de ser posicionado fora do eixo da lente por meio de um espelho plano, indicado em corte (e) na abscissa do gráfico anexo. Complete o desenho e determine, aproximadamente, as coordenadas (x,y) do foco e distância focal da lente.



|    | x (mm) | y (mm) | f (mm) |
|----|--------|--------|--------|
| A) | 60     | 10     | 65     |
| B) | 84     | 36     | 100    |
| C) | 80     | 30     | 95     |
| D) | 74     | 24     | 83     |
| E) | 103    | 54     | 125    |

**59 - (ITA-89)** Realizou-se uma experiência de interferência, com duas fendas estreitas, conforme a feita por Young, com luz de comprimento de onda igual  $\lambda$  500 nm. Sabendo-se que a separação entre as fendas era de 1,0 mm, pode-se calcular a distância  $d$  entre duas franjas claras consecutivas, observadas num anteparo colocado a 5,0 m das fendas. Considere  $\tan\theta \cong \sin\theta$ . A distância  $d$  vale aproximadamente :



- A ) 0,25 cm                      D ) 1,00 cm  
 B ) 0,10 cm                      E ) 0,75 cm  
 C ) 0,50 cm

**60 - (ITA-88)** Um raio luminoso propaga-se do meio (1) de índice de refração  $n_1$  para o meio (2) de índice de refração  $n_2$ , então :

- ( ) A. se  $n_1 > n_2$  o ângulo de incidência será maior que o ângulo de refração ;  
 ( ) B. se  $n_1 < n_2$  o ângulo de incidência será menor que o ângulo de refração e não ocorrerá reflexão ;  
 ( ) C. se  $n_1 > n_2$  pode ocorrer o processo de reflexão total, e o feixe refletido estará defasado em relação ao feixe incidente de  $\pi$  rad ;  
 ( ) D. se  $n_1 < n_2$  pode ocorrer o processo de reflexão total, e o feixe refletido estará em fase com o feixe incidente ;  
 ( ) E. se  $n_1 > n_2$  pode ocorrer o processo de reflexão total, e o feixe refletido estará em fase com o feixe incidente.

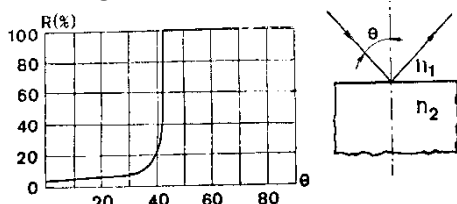
**61 - (ITA-88)** Uma bolha de sabão tem espessura de  $5.000 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ). O índice de refração deste filme fino é 1,35. Ilumina-se esta bolha com luz branca. Conhecem-se os intervalos aproximados em comprimento de onda para a região do visível, conforme abaixo :

- 3.800 - 4.400  $\text{ \AA}$  - violeta  
 4.400 - 4.900  $\text{ \AA}$  - azul  
 4.401 - 5.600  $\text{ \AA}$  - verde  
 5.600 - 5.900  $\text{ \AA}$  - amarelo  
 5.601 - 6.300  $\text{ \AA}$  - laranja  
 6.300 - 7.600  $\text{ \AA}$  - vermelho

As cores que não serão refletidas pela bolha de sabão são :

- ( ) A. violeta, verde, laranja.                      ( ) C. verde, laranja.  
 ( ) B. azul, amarelo, vermelho.                      ( ) D. azul, amarelo.  
 ( ) E. azul, vermelho.

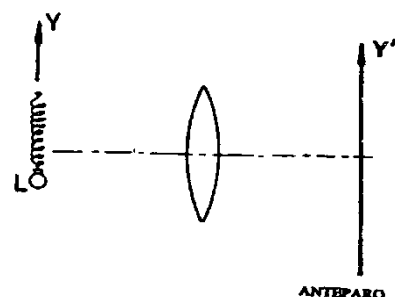
**62 - (ITA-87)** Numa experiência em que se mediu a razão  $R$  entre a energia luminosa refletida e a energia luminosa incidente na interface entre dois meios de índices de refração  $n_1$  e  $n_2$  em função do ângulo de incidência  $\theta$ , obteve-se o gráfico abaixo, onde  $R$  é dada em porcentagem.



Das afirmativas:

- I -  $n_2 < n_1$   
 II -  $n_1/n_2 > 1,4$   
 III - a razão entre a energia refletida e a refratada a  $30^\circ$  é maior que 0,2.  
 IV - para  $\theta > 42^\circ$  a luz é completamente refratada.  
 V - o raio refratado está mais afastado da normal do que o raio incidente.  
 podemos dizer que:  
 ( ) A. Apenas I e II estão corretas.  
 ( ) B. I, III e V estão corretas.  
 ( ) C. Apenas III e V estão corretas.  
 ( ) D. I, II e V estão corretas.  
 ( ) E. II, IV e V estão corretas.

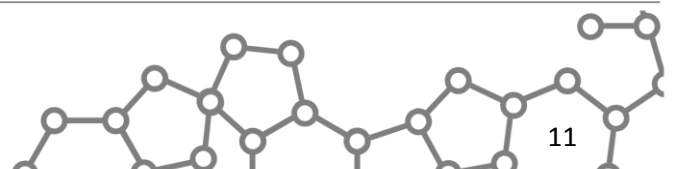
**63 - (ITA-87)** Uma pequena lâmpada L pende de uma de uma mola e executa oscilações verticais cuja equação é  $Y = 2,0 \cos 4,0t$ , sendo  $Y$  medido em mm e  $t$  em segundos. Uma lente delgada convergente, de distância focal  $f = 15 \text{ cm}$  é colocada a  $20 \text{ cm}$  do centro de oscilação da lâmpada e a imagem é projetada num anteparo. A equação que representa o movimento dessa imagem é:



- ( ) A.  $Y' = 6,0 \cos(4,0t + \pi)$   
 ( ) B.  $Y' = 2,0 \sin 4,0t$   
 ( ) C.  $Y' = 6,0 \cos(4,0t + \pi/2)$   
 ( ) D.  $Y' = 2,0 \cos 4,0t$   
 ( ) E.  $Y' = -3,0 \cos 4,0t$

**64 - (ITA-87)** Numa experiência de Óptica, um analisador de polarização é disposto com seu plano de polarização formando um ângulo de  $60^\circ$  com o plano de vibração de um feixe luminoso plano-polarizado. A relação entre a intensidade transmitida e a intensidade incidente é:

- ( ) A.  $1/2$                       ( ) B.  $3/4$                       ( ) C.  $1/4$   
 ( ) D.  $\sqrt{3}/2$                       ( ) E. 0

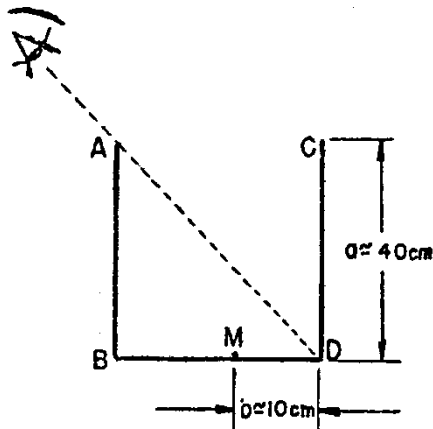


65 - (ITA-86) Sobre uma película de água e sabão com índice de refração  $n = 1,35$  incide perpendicularmente uma luz branca. A espessura mínima para que os raios refletidos tenham coloração verde ( $\lambda = 5,25 \times 10^{-7} \text{ m}$ ) é de :

- A)  $1,94 \times 10^{-7} \text{ m}$       B)  $2,92 \times 10^{-7} \text{ m}$   
 C)  $3,98 \times 10^{-7} \text{ m}$       D)  $4,96 \times 10^{-8} \text{ m}$   
 E)  $9,72 \times 10^{-8} \text{ m}$

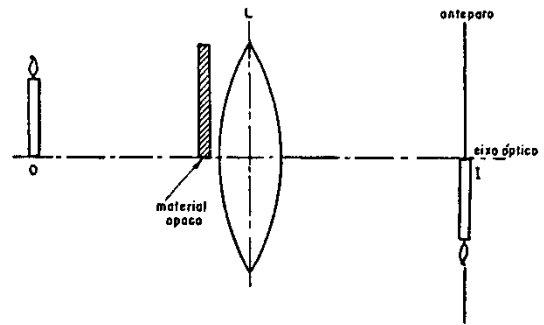
66 - (ITA-86) Um reservatório cúbico de paredes opacas e arestas  $a \cong 40 \text{ cm}$ , acha-se disposto de tal maneira que o observador não vê o seu fundo (ver figura). A que nível mínimo devemos preencher este cubo com água, para que o observador possa ver uma mancha negra, pontual M, que se encontra no fundo do recipiente, a uma distância  $b = 10 \text{ cm}$  do ponto D ?

Obs: Índice de refração para a água, na região do visível,  $n \cong 1,33$ .



- A) 21 cm      B) 27 cm      C) 32 cm  
 D) 18 cm      E) nenhum dos valores anteriores

67 - (ITA-85) A figura abaixo representa uma lente delgada L a qual forma sobre um anteparo, uma imagem real I de um objeto real O. A lente é circular esférica e o eixo óptico tem a posição indicada. Suponhamos agora que com um material opaco disposto entre o objeto e a lente bloqueamos toda a parte que corresponde ao semi-círculo superior da lente. Nessas condições :



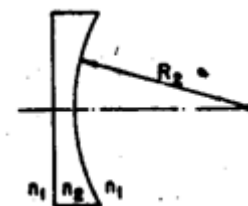
- A) a imagem desaparece do anteparo.  
 B) a imagem fica fora de foco.  
 C) a imagem não desaparece mas fica mais tênue.  
 D) a imagem se torna virtual.  
 E) nada se pode afirmar se não conhecermos a posição exata do material opaco.

68 - (ITA-85) Um telescópio astrônomo tipo refrator é provido de uma objetiva de 1000 mm de distância focal. Para que o seu aumento angular seja de aproximadamente 50 vezes a distância focal da ocular deverá ser de :

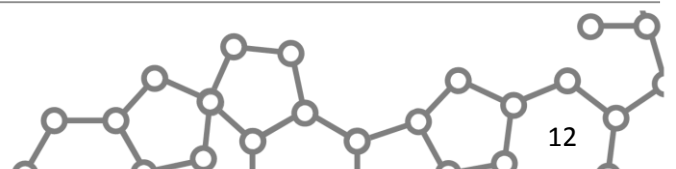
- A) 10 mm      B) 50 mm      C) 150 mm  
 D) 25 mm      E) 20 mm

Observação : Na justificativa, demonstre a expressão utilizada.

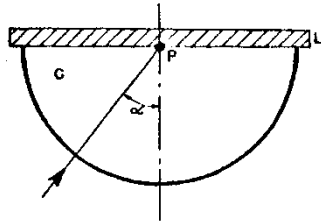
69 - (ITA-84) O índice de refração de um lente plano-côncava é  $n_2 \cong 1,5$  e o raio de curvatura é  $R_2 \cong 30$  centímetros. Quando imersa no ar ( $n_1 = 1$ ) a lente comporta-se como uma lente divergente de distância focal  $f = -60 \text{ cm}$ . Ao se colocar esta mesma lente num meio de índice de refração 3 pode-se afirmar que:



- A) a lente continuará divergente de distância focal de 60 cm.  
 B) a lente se comportará como lente convergente de distância focal de 60 cm.  
 C) a lente comportará como lente divergente de distância focal de valor diferente de 60 cm.  
 D) a lente se comportará como lente convergente de distância de 60 cm.  
 E) a lente se comportará como um espelho côncavo.



**70 - (ITA-83)** Para a determinação do índice de refração ( $n_1$ ) de uma lâmina fina de vidro (L) foi usado o dispositivo da figura, em que C representa a metade de um cilindro de vidro opticamente polido, de índice de refração  $n_2 = 1,80$ . Um feixe fino de luz monocromática é feito incidir no ponto P, sob um ângulo  $\alpha$ , no plano do papel. Observa-se que, para  $\alpha \geq 45^\circ$  o feixe é inteiramente refletido na lâmina. Qual é o valor de  $n_1$ ?



- (A) 1,00
- (B) 1,27
- (C) 2,54
- (D) 1,33
- (E) 1,41

**71 - (ITA-83)** Uma lente A, convergente ( $f_A = 10 \text{ cm}$ ), é justaposta a outra lente convergente B ( $f_B = 5 \text{ cm}$ ). A lente equivalente é:

- (A) Divergente e  $f = 3,33 \text{ cm}$
- (B) Divergente e  $f = 5,2 \text{ cm}$
- (C) Convergente e  $f = 5,2 \text{ cm}$
- (D) Convergente e  $f = 15 \text{ cm}$
- (E) Convergente e  $f = 3,33 \text{ cm}$

## GABARITO

|    |     |
|----|-----|
| 1  | D   |
| 2  | D   |
| 3  | B   |
| 4  | D   |
| 5  | C   |
| 6  | A   |
| 7  | A   |
| 8  | C   |
| 9  | B   |
| 10 | E   |
| 11 | D   |
| 12 | E   |
| 13 | B   |
| 14 | C   |
| 15 | C   |
| 16 | C   |
| 17 | C   |
| 18 | A   |
| 19 | E   |
| 20 | C/E |
| 21 | A   |
| 22 | C   |
| 23 | E   |
| 24 | E   |
| 25 | C   |
| 26 | B   |
| 27 | C   |
| 28 | C   |
| 29 | B   |
| 30 | C   |
| 31 | A   |
| 32 | D   |
| 33 | E   |
| 34 | D   |
| 35 | D   |
| 36 | D   |

|    |   |
|----|---|
| 37 | E |
| 38 | D |
| 39 | B |
| 40 | E |
| 41 | C |
| 42 | E |
| 43 | D |
| 44 | E |
| 45 | B |
| 46 | D |
| 47 | C |
| 48 | D |
| 49 | B |
| 50 | D |
| 51 | C |
| 52 | C |
| 53 | C |
| 54 | A |
| 55 | C |
| 56 | D |
| 57 | C |
| 58 | D |
| 59 | A |
| 60 | E |
| 61 | E |
| 62 | D |
| 63 | A |
| 64 | C |
| 65 | E |
| 66 | B |
| 67 | C |
| 68 | E |
| 69 | B |
| 70 | B |
| 71 | E |

