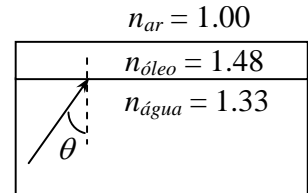


## Reflexão, Refração, RIT

**R1** – Um tanque com água ( $n_{\text{água}} = 1.33$ ) tem à superfície uma camada de óleo ( $n_{\text{óleo}} = 1.48$ ) com 1cm de espessura, acima da qual existe ar, como se mostra na figura junta.

- a) Qual é o menor valor do ângulo de incidência ( $\theta$ ) dum feixe de luz originado no interior do tanque, para que não passe radiação para o exterior do tanque, isto é, para o ar?

$$(\theta = 48.75^\circ)$$



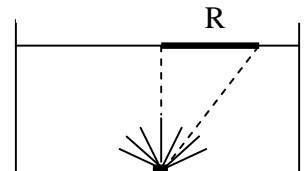
- b) Calcule o ângulo crítico da radiação no interior do óleo.

$$(\theta_c = 42.2^\circ)$$

- c) Quanto tempo demora a radiação a atravessar o óleo?

$$(t = 6.7 \times 10^{-11} \text{ s})$$

**R2** – Considere uma piscina com 5 m de largura por 5 m de comprimento e 2 m de profundidade. No fundo da piscina, no seu centro, está uma fonte luminosa que emite radiação em todas as direções. Olhando a piscina de cima observa-se uma área circular iluminada. Mostre que o raio desta área circular é  $R = 2.27 \text{ m}$ . ( $n_{\text{água}} = 4/3$ )



**R4** – Um feixe de radiação monocromática a propagar-se no ar incide na superfície plana de um dado material transparente, segundo um ângulo de incidência de  $58^\circ$ . Verifica-se que os feixes refletido e refratado são perpendiculares entre si.

- a) Calcule o índice de refração deste material.

$$(n = 1.60)$$

- b) Qual é o valor do ângulo crítico para que haja reflexão interna total quando a radiação passa deste material para o ar?

$$(\theta_c = 38.68^\circ)$$

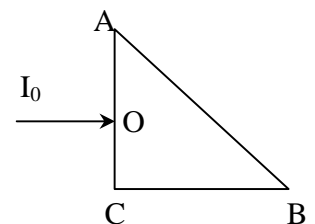
- c) Qual é a relação entre o comprimento de onda da radiação no ar e no interior do material?

$$(1.60)$$

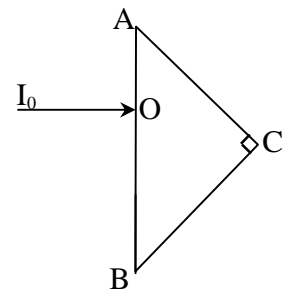
**R5** – Considere a secção de um prisma que se mostra na figura junta e sobre a qual incide, num ponto O, um feixe de radiação monocromática de intensidade  $I_0$  e comprimento de onda  $\lambda = 600 \text{ nm}$ . O prisma é transparente e o seu índice de refração é  $n(\text{vidro}) = 1.50$ , sendo  $\overline{AB} = 6 \text{ cm}$ ,  $\overline{AO} = 2.5 \text{ cm}$  e  $\overline{AC} = \overline{BC}$ .

- a) Represente, justificando, o percurso do feixe luminoso até sair do prisma.

- b) Quanto tempo demora o feixe a percorrer o interior do prisma?



**R6** – Considere a secção de um prisma que se mostra na figura junta e sobre a qual incide, num ponto O, um feixe de radiação monocromática de intensidade  $I_0$  e comprimento de onda  $\lambda = 600\text{nm}$ . O prisma é transparente e o seu índice de refração é  $n(\text{vidro}) = 1.50$ , sendo  $\overline{AB} = 6\text{ cm}$ ,  $\overline{AO} = 2\text{ cm}$  e  $\overline{AC} = \overline{BC}$ .



a) Represente, justificando, o percurso do feixe luminoso até sair do prisma.

b) Quanto tempo demora o feixe a percorrer o interior do prisma?

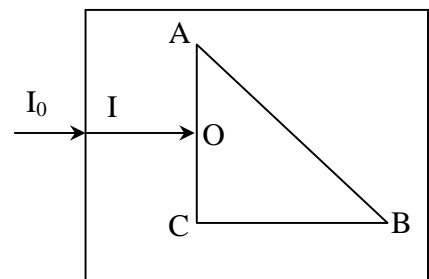
(0.3 ns)

**R7** – Considere a secção de um prisma que se mostra na figura junta e sobre a qual incide, num ponto O, um feixe de radiação monocromática de intensidade  $I$ . O prisma é transparente e o seu índice de refração é  $n(\text{vidro}) = 1.55$ , sendo  $\overline{AB} = 6\text{ cm}$ ,  $\overline{AO} = 2\text{ cm}$  e  $\overline{AC} = \overline{BC}$ . O prisma está mergulhado numa tina com água, sendo  $n(\text{água}) = 4/3$ .

a) Represente, justificando, o percurso do feixe luminoso até sair do prisma.

b) Quanto tempo demora o feixe a percorrer o interior do prisma até sair por CB?

(0.22ns)



**R8** – Considere uma lâmina quadrada, transparente, de índice de refração  $n=1.30$ , tal como se mostra na figura junta. Um feixe de luz incide no plano da figura, a meio do lado AB, segundo um ângulo  $\theta$ .

a) Diga para que valores de  $\theta$ , ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ), haverá:

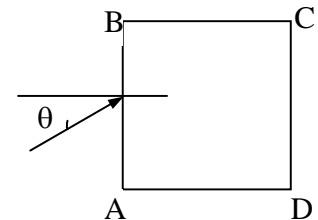
i) Feixe emergente no lado CD. ( $0 < \theta < 35.55^\circ$ )

ii) Feixe emergente no lado BC. ( $35.55^\circ < \theta < 90^\circ$ )

iii) Reflexão interna total na face BC. ( $35.55 < \theta < 56.17^\circ$ )

b) Se o lado da placa medir 50 cm, determine o tempo necessário para a radiação a atravessar, considerando  $\theta = 30^\circ$ .

(2.35 ns)



### ***Equações de Fresnel, Refletância e Transmitância***

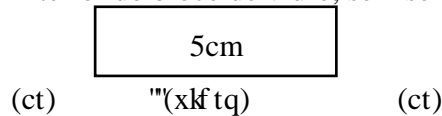
**G3** – Considere uma onda luminosa, polarizada linearmente no plano de incidência, que incide a  $30^\circ$  numa placa de vidro sem chumbo ( $n_v = 1.52$ ) imersa no ar. (a) Calcule os coeficientes de reflexão e transmissão em amplitude. (b) Calcule a refletância e a transmitância. (c) Escreva os vetores  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$ . *As fórmulas eventualmente necessárias serão fornecidas* ( $r = 0.16455$ ,  $v = 0.76616$ ,  $R = 0.0271$ ;  $T = 0.9729$ )

**G4** – Considere uma radiação de intensidade  $800 \text{ W/m}^2$  a propagar-se no ar. A radiação incide num diamante ( $n_{\text{diam}} = 2.42$ ) e está polarizada no plano de incidência. Calcule, para os ângulos de incidência de  $25^\circ$  e de  $75^\circ$  a intensidade refletida e a intensidade transmitida.

**G5** – O campo elétrico da onda eletromagnética plana que atravessa, perpendicularmente, o bloco de vidro de 5cm de espessura que se mostra na figura, é da forma:

$$E_x = 0; \quad E_y = E_0 \sin \left[ 10^{15} \pi \left( t - \frac{x}{0.65c} \right) \right]; \quad E_z = 0$$

quando a onda se propaga no interior do bloco de vidro, sem ser absorvida.



**a)** Determine a frequência, a velocidade de propagação e o comprimento de onda da radiação, no interior do bloco de vidro.

$$(f = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}, v = 0.65c \text{ m/s}, \lambda = 390 \text{ nm})$$

**b)** Determine agora as mesmas grandezas, para a mesma radiação, a propagar-se fora do bloco de vidro, isto é, no ar.

$$(f = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}, v = c, \lambda = 600 \text{ nm})$$

**c)** Calcule o percurso ótico da radiação no interior do bloco de vidro e explique o seu significado físico. Quanto tempo demora a radiação a atravessar o bloco de vidro?

$$(\Delta = 7.69 \text{ cm}, t = 2.564 \times 10^{-10} \text{ s})$$

**d)** Compare a intensidade da radiação eletromagnética em (1), (2) e (3), isto é, antes de entrar, no interior e depois de sair do bloco de vidro.

$$(I_1 > I_2 > I_3)$$

**e)** Calcule a transmitância entre os pontos (1) e (3), sabendo que o vidro é transparente a esta radiação.

$$(T = 0.912)$$

**G6** – Considere uma célula de quartzo, vazia, cuja espessura interna é de 1 cm, e sobre a qual incide, segundo a direção normal, um feixe de radiação de intensidade  $I_0$ .

**a)** Calcule a transmitância à saída da célula, admitindo que  $n_Q = 1.48$ .

**b)** Calcule de novo a transmitância à saída da célula considerando agora que a célula está cheia com água ( $n_{\text{água}} = 4/3$ ).

**c)** Calcule agora a transmitância considerando que substitui a célula por um bloco de quartzo com 1cm de espessura.