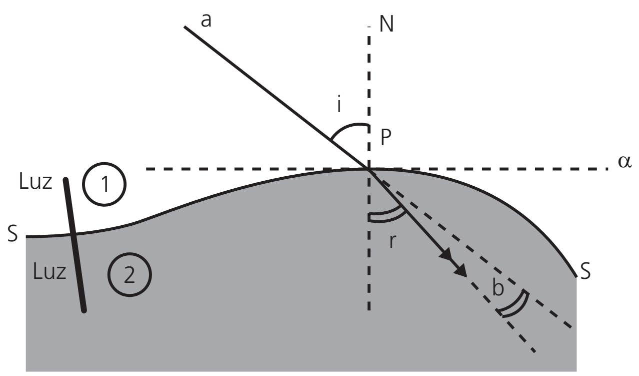
Resumo Teórico

Dioptro

Dioptro é todo sistema formado por dois meios homogêneos e transparentes.

Quando a separação entre dois meios é plana, chamamos o sistema de dioptro plano.

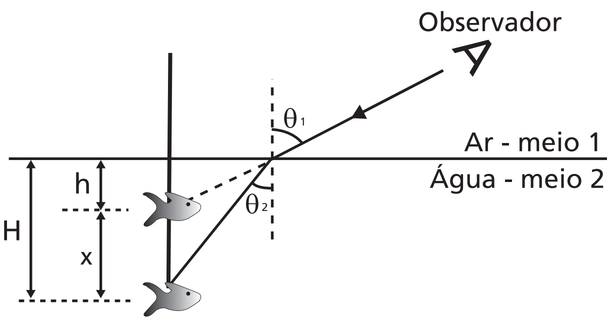


Em que:
① e ②: meios refringentes diferentes;
S: fronteira, superfície refringente ou superfície dióptrica;
① + S + ②: dioptro;
P: ponto de incidência;
α: plano tangente a S em P;
α: normal α em P;
a: raio incidente;
i: ângulo de incidência;
b: raio refrato ou raio refratado;
r: ângulo de refração;
plano (a, N): plano de incidência.

A figura anterior representa um dioptro na separação entre a água e o ar, que são dois meios homogêneos e transparentes.

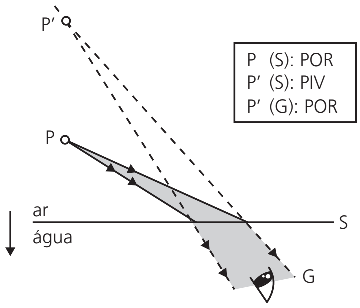
Formação de imagens através de um dioptro

Considere um pescador que vê um peixe em um lago. O peixe encontra-se a uma profundidade H da superfície da água. O pescador o vê a uma profundidade **h**. Conforme mostra a figura a seguir:

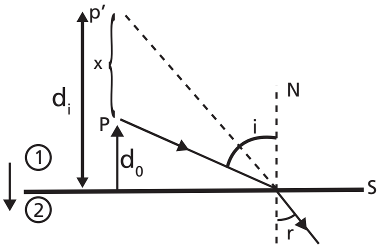


A fórmula que determina essas distâncias é:

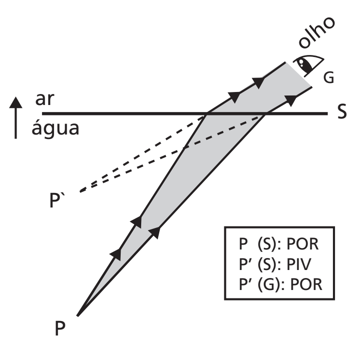
$$\frac{H}{n_2} = -\frac{h}{n_1}$$

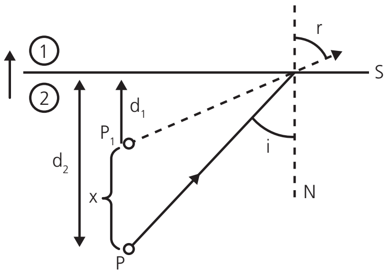


Em esquema:



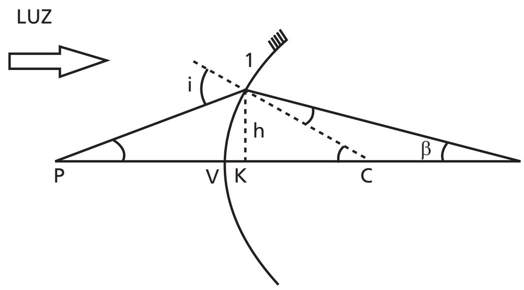
A luz se propaga da água para o ar:





Dioptro esférico

Um dioptro esférico é aquele em que a superfície que separa dois meios possui formato perfeitamente esférico, com raio de curvatura R. Veja o esquema abaixo:



Adotaremos o seguinte referencial:

1. As distâncias do objeto e imagem serão positivas quando forem reais;
2. As distâncias do objeto e imagem serão negativas quando forem virtuais;
3. O raio de curvatura será positivo quando tiver o mesmo sentido da luz incidente e negativo quando tiver sentido contrário.

Tal convenção pode confundir o aluno no começo. Aqueles que adotam outra convenção devem ter cuidado com as equações finais, pois alguns sinais podem aparecer trocados!

Consideremos o dioptro esférico convexo da figura a seguir.

O raio incidente IP' se refrata segundo IP'. O raio incidente PV, normal ao dioptro, não sofre desvio.

O ângulo externo **i**, do triângulo PIC, permite escrever:

$$i = \alpha + \theta$$

O ângulo externo θ do triângulo P'IC, permite escrever:

$$\theta = \beta + r \therefore r = \theta - \beta$$

Dividindo, membro a membro, a primeira equação por esta última, obtemos:

$$\frac{i}{r} = \frac{\alpha + \theta}{\theta - \beta}$$

Considerando apenas raios incidentes, muito pouco inclinados em relação à normal, podemos aplicar a Lei de Snell e substituir $\frac{i}{r}$ por $\frac{n_2}{n_1}$.

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\alpha + \theta}{\theta - \beta}$$

$$n_2\theta - n_2 \cdot \beta = n_1\alpha + n_1\theta$$

$$(n_2 - n_1)\theta = n_1 \cdot n_1\alpha + n_1\theta$$

$$(n_2 - n_1)\theta = n_1 \cdot \alpha + n_2 \cdot \beta$$

Como os ângulos θ, α e β são muito pequenos, podemos substituí-los, sem erro sensível, pelas respectivas tangentes:

$$(n_2 - n_1)\frac{h}{KC} = n_1\frac{h}{KP} + n_2\frac{h}{KP'}$$

Simplificando **h** e tendo em vista que

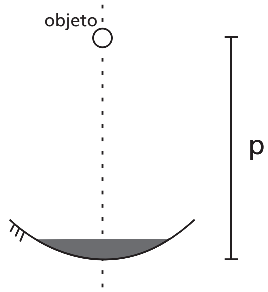
$$KC \cong VC = -R$$
$$KP \cong VP = p$$
$$KP' \cong VP' = p'$$

temos: $\frac{n_1 - n_2}{R} = \frac{n_1}{P} + \frac{n_2}{P'}$

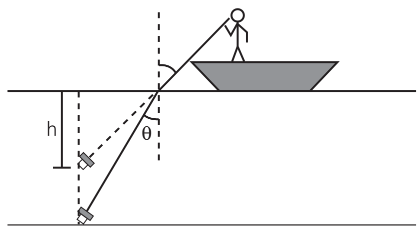
* A equação anterior só é válida dentro da aproximação de Gauss.

Exercícios

01. (OBF) Um objeto é colocado a uma distância p = 25 m de um espelho côncavo de distância focal f = 10 m. Sobre o espelho é despejada uma pequena quantidade de líquido cujo índice de refração é n = 1,4, como mostra a figura. Determine a distância da imagem, formada por este sistema óptico, ao espelho.



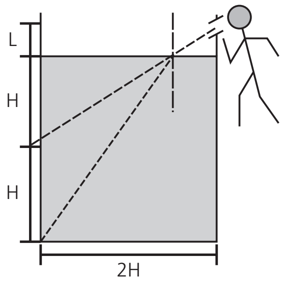
02. (ITA/2005) Um pescador deixa cair uma lanterna acesa em um lago a 10,0 m de profundidade. No fundo do lago, a lanterna emite um feixe luminoso, formando um pequeno ângulo θ com a vertical (veja figura).



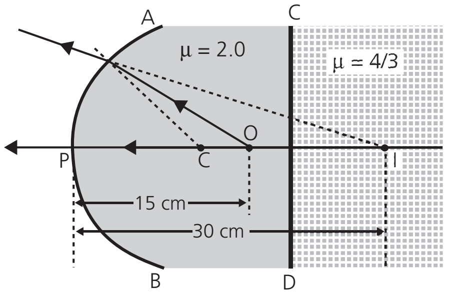
Considere: tg $\theta \approx$ sen $\theta \approx \theta$ e o índice de refração da água n = 1,33. Então, a profundidade aparente **h** vista pelo pescador, é igual a:

A) 2,5 m.
B) 5,0 m.
C) 7,5 m.
D) 8,0 m
E) 9,0 m.

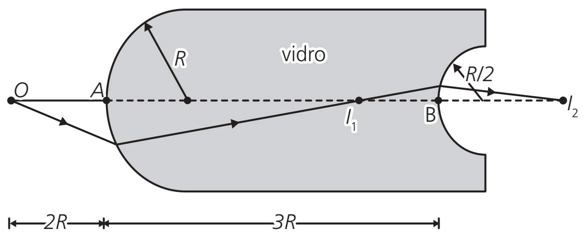
03. (ITA/2005) Através de um tubo fino, um observador enxerga o topo de uma barra vertical de altura H apoiada no fundo de um cilindro vazio de diâmetro 2H. O tubo encontra-se a uma altura 2H + L e, para efeito de cálculo, é de comprimento desprezível. Quando o cilindro é preenchido com um líquido até uma altura 2H (veja a figura a seguir), mantido o tubo na mesma posição, o observador passa a ver a extremidade inferior da barra. Determine, literalmente, o índice de refração desse líquido.



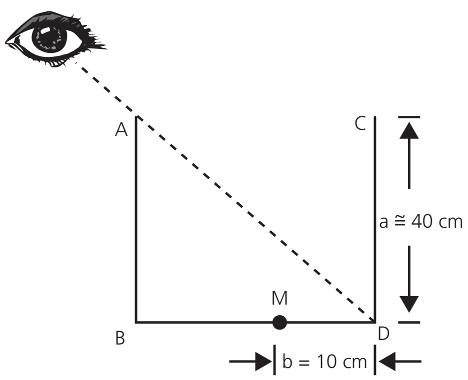
04. Dois materiais se encontram colados pela superfície plana CD. O lado direito contém água e o lado esquerdo possui índice de refração igual a 2. O raio de curvatura da superfície AB é 10 cm. Se um objeto é colocado à distância de 15 cm de P, encontre a distância final da imagem de O em relação a P.



05. Um bastão de vidro, mostrado na figura abaixo, possui índice de refração μ. O objeto O se encontra a uma distância 2R da superfície com maior raio de curvatura. A distância entre os vértices das superfícies vale 3R. Encontre a distância entre a imagem formada e o vértice da direita.



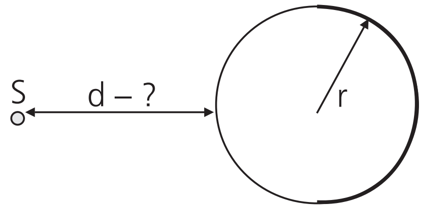
06. Um reservatório cúbico, de paredes opacas e arestas a 40 cm, acha-se disposto de tal maneira que o observador não vê o seu fundo (ver figura). A que nível mínimo devemos preencher este cubo com água para que o observador possa ver uma mancha negra pontual M, que se encontra no fundo do recipiente,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



Dado: índice de refração para a água, na região do visível, n = 1,33.

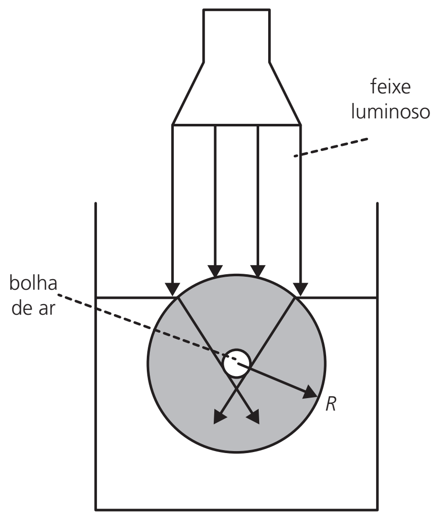
A) 21 cm
B) 27 cm
C) 32 cm
D) 18 cm
E) Nenhum dos valores acima.

07. Um diamante muito caro é polido no formato de uma esfera de raio **r**. A superfície mais distante da fonte luminosa foi recoberta com prata. Determine a que distância da esfera se deve localizar uma fonte pontual de luz S para que se forme uma imagem coincidente com a fonte. O índice de refração do diamante vale 2,4 e o raio da esfera vale 1,0 cm.



A) 1,0 cm
B) 2,0 cm
C) 4,0 cm
D) 5,0 cm
E) 7,0 cm

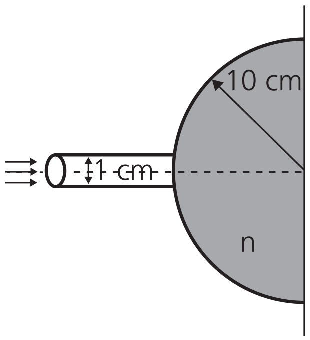
08. (IME) Uma esfera de gelo de raio R flutua parcialmente imersa em um copo com água, como mostra a figura a seguir. Com a finalidade de iluminar uma bolha de ar, também esférica, localizada no centro da esfera de gelo, utilizou-se um feixe luminoso de seção reta circular de área $\frac{\pi R^2}{100}$ m² que incide verticalmente na esfera. Considerando que os raios mais externos do feixe refratado tangenciam a bolha conforme a figura, determine a massa específica do gelo.



Dados:

– Índice de refração do ar: 1,0;
– Índice de refração do gelo: 1,3;
– Massa específica do ar: 1,0 kg/m³;
– Massa específica da água: 10^3 kg/m³;
– Volume da calota esférica: $v = 2 \cdot 10^{-2}\ \pi R^3$.

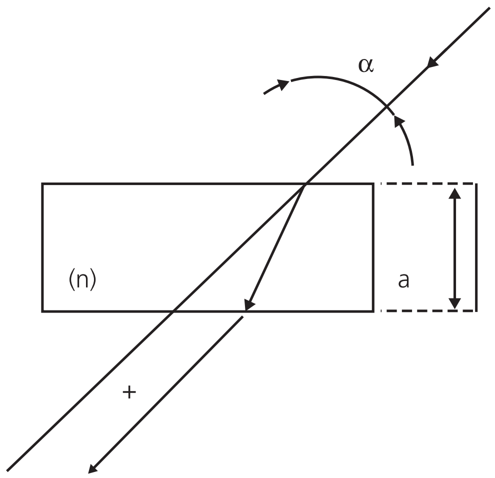
09. Um hemisfério de vidro maciço de raio de 10 cm e índice de refração $n = \frac{3}{2}$ tem sua face plana apoiada sobre uma parede, como ilustra a figura a seguir. Um feixe colimado de luz, de 1 cm de diâmetro, incide sobre a face esférica, centrado na direção do eixo de simetria do hemisfério. Valendo-se das aproximações de ângulos pequenos, $\text{sen}\alpha \approx \alpha$ e $\text{tg}\alpha \approx \alpha$, 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

10. Um raio luminoso incide sobre uma lâmina transparente de faces paralelas, de espessura **a** e índice de refração **n**. Calcular o desvio sofrido pelo raio luminoso ao atravessar a lâmina, supondo que o ângulo de incidência seja pequeno.

Utilizar as aproximações: sen $\alpha \approx \alpha$ e cos $\alpha \approx 1$



A) $x \cong a\alpha\left(1+\frac{1}{n}\right)$
B) $x \cong a\alpha(1-n)$
C) $x \cong a\alpha\left(1-\frac{1}{n}\right)$
D) $x \cong a\alpha(1+n)$
E) $x \cong a\alpha(n-1)$

GABARITO									
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
*	C	*	*	*	B	D	*	B	C

* **01.** 10 m.

03. $n = \dfrac{2\sqrt{(H+L)^2 + H^2}}{\sqrt{(H+L)^2 + 4H^2}}$

04. 30 cm

05. $p_2 = \dfrac{(9-4\mu)R}{(10\mu-9)(\mu-2)}$

08. 985 kg/m^3

Anotações

SUPERVISOR/DIRETOR: Marcelo Pena – AUTOR: Carlos Eduardo
DIG.: Samuel: 18/05/18 – REV.: SARAH