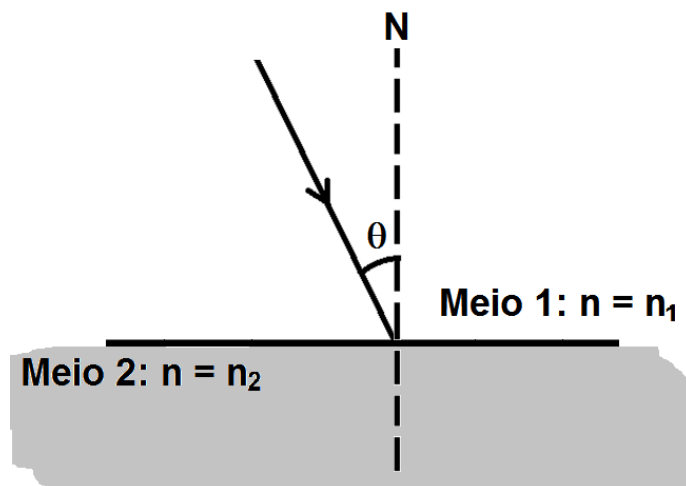


Lista de exercícios – Revisão para C3N1

9° ano	Física	Prof. Girão	3º Bimestre
--------	--------	-------------	-------------

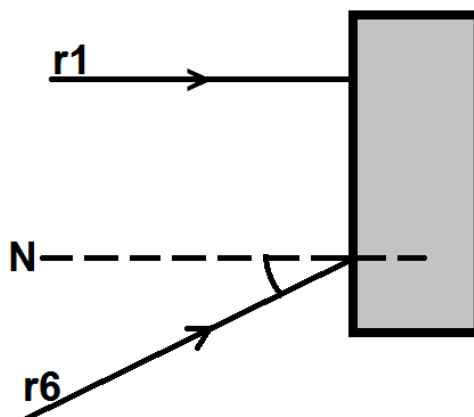
- 1 A figura a seguir ilustra dois meios e um raio de luz que incide com ângulo θ sobre a superfície de separação desses dois meios.



Para cada valor indicado a seguir, calcule o seno do ângulo de incidência, o seno do ângulo de refração e o ângulo de refração.

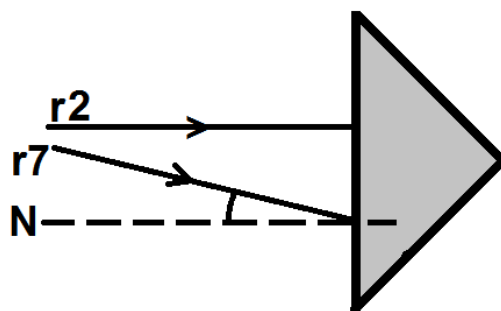
- | | |
|--|--|
| a) $n_1 = 1,00, n_2 = 5,00, \theta = 71^\circ$. | h) $n_1 = 1,00, n_2 = 3,00, \theta = 19^\circ$. |
| b) $n_1 = 1,25, n_2 = 1,00, \theta = 21^\circ$. | i) $n_1 = 1,00, n_2 = 3,00, \theta = 20^\circ$. |
| c) $n_1 = 1,00, n_2 = 1,60, \theta = 74^\circ$. | j) $n_1 = 1,00, n_2 = 3,00, \theta = 43,2^\circ$. |
| d) $n_1 = 2,25, n_2 = 2,50, \theta = 56^\circ$. | k) $n_1 = 1,00, n_2 = 2,00, \theta = 30^\circ$. |
| e) $n_1 = 6,00, n_2 = 1,20, \theta = 11^\circ$. | l) $n_1 = 1,00, n_2 = 2,00, \theta = 31^\circ$. |
| f) $n_1 = 2,00, n_2 = 2,50, \theta = 27^\circ$. | m) $n_1 = 1,00, n_2 = 2,00, \theta = 76^\circ$. |
| g) $n_1 = 2,00, n_2 = 1,25, \theta = 53^\circ$. | |

- 2 A figura a seguir ilustra uma seção de um prisma de base retangular, transparente, no qual incidem os raios de luz r_1 e r_6 . Considere que o índice de refração do ar é $n_1 = 1,0$ e que o índice de refração do material que compõe o prisma é $n_2 = 4,0$.



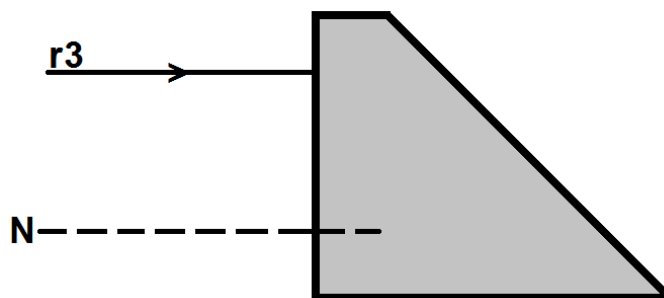
- Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que incide o raio de luz r_1 .
- Qual é o ângulo de incidência de r_1 em relação à normal?
- Desenhe a trajetória do raio de luz r_1 dentro do prisma.
- Desenhe a trajetória do raio de luz r_1 ao sair pelo outro lado do prisma.
- Sabendo-se que o raio de luz r_6 incide no prisma com ângulo de incidência igual a 74° , desenhe a trajetória do raio de luz r_6 no interior do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, no interior do prisma) do raio de luz anterior.
- Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que o raio de luz anterior incide no prisma para sair dele.
- Desenhe a trajetória do raio de luz que sai do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- Calcule, utilizando a relação entre ângulos alternos internos, o ângulo de incidência (ângulo em relação à normal, no interior do prisma, para o raio que agora vai sair do prisma) do raio de luz anterior.
- Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, agora fora do prisma) do raio de luz anterior.
- O raio de luz r_6 e o raio de luz desenhado em h) são paralelos? Explique.

3 A figura a seguir ilustra uma seção de um prisma de base triangular, transparente, no qual incidem os raios de luz r_1 e r_7 . Considere que o índice de refração do ar é $n_1 = 1,0$ e que o índice de refração do material que compõe o prisma é $n_2 = \frac{10}{9}$.



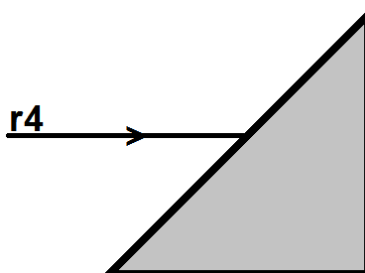
- Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que incide o raio de luz r_2 .
- Qual é o ângulo de incidência de r_2 em relação à normal?
- Desenhe a trajetória do raio de luz r_2 dentro do prisma.
- Desenhe a trajetória do raio de luz r_2 ao sair pelo outro lado do prisma.
- Sabendo-se que o raio de luz r_7 incide no prisma com ângulo de incidência igual a 56° , desenhe a trajetória do raio de luz r_7 no interior do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, no interior do prisma) do raio de luz anterior.
- Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que o raio de luz anterior incide no prisma para sair dele.
- Desenhe a trajetória do raio de luz que sai do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- O raio de luz r_7 e o raio de luz desenhado em h) são paralelos? Explique.

- 4 A figura a seguir ilustra uma secção de um prisma de base trapezoidal, transparente, no qual incidem os raios de luz r_3 e r_8 . Esse trapézio é retângulo e possui um único ângulo agudo, igual a 32° . O raio de luz r_8 faz um ângulo de 27° em relação à normal N ilustrada. Admita que ele está abaixo dessa reta normal. Considere que o índice de refração do ar é $n_1 = 1,0$ e que o índice de refração do material que compõe o prisma é $n_2 = 1,25 = \frac{5}{4}$.



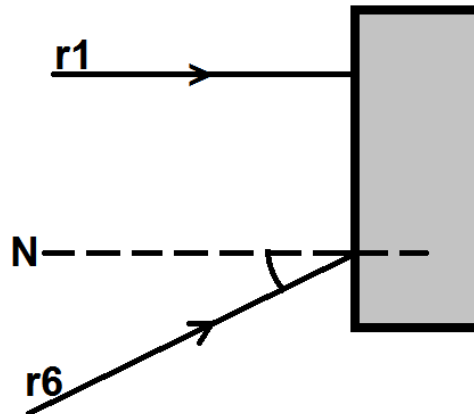
- Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que incide o raio de luz r_3 .
- Qual é o ângulo de incidência de r_3 em relação à normal?
- Desenhe a trajetória do raio de luz r_3 dentro do prisma.
- (Desafio)** Desenhe a trajetória do raio de luz r_3 após incidir sobre a superfície inclinada do prisma.
- Sabendo-se que o raio de luz r_8 incide no prisma com ângulo de incidência igual a 27° , desenhe a trajetória do raio de luz r_8 no interior do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, no interior do prisma) do raio de luz anterior.
- Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que o raio de luz anterior incide no prisma para sair dele.
- Desenhe a trajetória do raio de luz que sai do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- (Desafio)** Calcule, utilizando a relação entre ângulos internos de um quadrilátero, o ângulo de incidência (ângulo em relação à normal, no interior do prisma, para o raio que agora vai sair do prisma) do raio de luz anterior.
- (Desafio)** Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, agora fora do prisma) do raio de luz anterior.
- (Desafio)** O raio de luz r_8 e o raio de luz desenhado em h) são paralelos? Explique.

- 5 A figura a seguir ilustra uma secção de um prisma de base triangular, transparente, no qual incide o raio de luz r_4 , paralelo à base do triângulo. Considere que o índice de refração do ar é $n_1 = 1,0$ e que o índice de refração do material que compõe o prisma é $n_2 = \sqrt{2}$. Considere, ainda, que o prisma é um triângulo retângulo isósceles.



- a) Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que incide o raio de luz r_4 .
- b) Qual é o ângulo de incidência de r_4 em relação à normal?
- c) Desenhe a trajetória do raio de luz r_4 dentro do prisma.
- d) Desenhe a trajetória do raio de luz r_4 ao sair pelo outro lado do prisma.
- e) (**Desafio**) Calcule, aproximadamente, o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, agora fora do prisma) do raio de luz anterior.
- f) O raio de luz r_6 e o raio de luz desenhado em d) são paralelos? Explique.

6 A figura a seguir ilustra uma secção de um prisma de base retangular, transparente, no qual incidem os raios de luz r_1 e r_6 . Considere que o índice de refração do ar é $n_1 = 1,0$ e que o índice de refração do material que compõe o prisma é $n_2 = 2,0$.



- a) Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que incide o raio de luz r_1 .
- b) Qual é o ângulo de incidência de r_1 em relação à normal?
- c) Desenhe a trajetória do raio de luz r_1 dentro do prisma.
- d) Desenhe a trajetória do raio de luz r_1 ao sair pelo outro lado do prisma.
- e) Sabendo-se que o raio de luz r_6 incide no prisma com ângulo de incidência igual a 44° , desenhe a trajetória do raio de luz r_6 no interior do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- f) Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, no interior do prisma) do raio de luz anterior.
- g) Desenhe a reta normal em relação à superfície do prisma no ponto em que o raio de luz anterior incide no prisma para sair dele.
- h) Desenhe a trajetória do raio de luz que sai do prisma. Esse raio de luz se aproxima ou se afasta da normal?
- i) Calcule, utilizando a relação entre ângulos alternos internos, o ângulo de incidência (ângulo em relação à normal, no interior do prisma, para o raio que agora vai sair do prisma) do raio de luz anterior.
- j) Calcule o ângulo de refração (ângulo em relação à normal, agora fora do prisma) do raio de luz anterior.
- k) O raio de luz r_6 e o raio de luz desenhado em h) são paralelos? Explique.

Tabela de senos (Valores aproximados)

x	sen(x)	x	sen(x)	x	sen(x)	x	sen(x)	x	sen(x)
sen(0°)	0,000	sen(15°)	0,260	sen(29°)	0,480	sen(45°)	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	sen(60°)	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
sen(1°)	0,020	sen(16°)	0,280	sen(30°)	$\frac{1}{2}$	sen(46°)	0,720	sen(61°)	0,880
sen(2°)	0,030	sen(17°)	0,290	sen(31°)	0,520	sen(47°)	0,730	sen(62°)	0,890
sen(3°)	0,050	sen(17,5°)	0,300	sen(32°)	0,530	sen(48°)	0,740	sen(63°)	0,891
sen(4°)	0,070	sen(18°)	0,310	sen(33°)	0,540	sen(49°)	0,750	sen(64°)	0,899
sen(5°)	0,090	sen(19°)	0,330	sen(34°)	0,560	sen(50°)	0,770	sen(65°)	0,906
sen(6°)	0,110	sen(19,5°)	$\frac{1}{3}$	sen(35°)	0,570	sen(51°)	0,780	sen(66°)	0,914
sen(7°)	0,120	sen(20°)	0,340	sen(36°)	0,590	sen(52°)	0,790	sen(67°)	0,920
sen(8°)	0,140	sen(21°)	0,360	sen(37°)	0,600	sen(53°)	0,800	sen(68°)	0,930
sen(9°)	0,160	sen(22°)	0,370	sen(38°)	0,620	sen(54°)	0,810	sen(69°)	0,933
sen(10°)	0,170	sen(23°)	0,390	sen(39°)	0,630	sen(55°)	0,820	sen(70°)	0,940
sen(11°)	0,190	sen(24°)	0,410	sen(40°)	0,640	sen(56°)	$\frac{5}{6}$	sen(71°)	0,950
sen(12°)	0,210	sen(25°)	0,420	sen(41°)	0,660	sen(56,5°)	0,833	sen(72°)	0,951
sen(13°)	0,220	sen(26°)	0,440	sen(42°)	0,667	sen(57°)	0,840	sen(73°)	0,956
sen(14°)	0,240	sen(27°)	0,450	sen(43°)	0,680	sen(58°)	0,850	sen(74°)	0,960
sen(14,5°)	0,250	sen(28°)	0,470	sen(44°)	0,690	sen(59°)	0,860	sen(75°)	0,966

Resolução comentada questão 1:

- a) A reta normal estará exatamente sobre o raio de luz r1.
- b) O ângulo de incidência de r1 em relação á normal é, portanto, 0°.
- c) A trajetória de r1 dentro do prisma é a continuação do r1, já que, como o ângulo de incidência é 0°, pela lei de Snell, o ângulo de refração também é 0°.
- d) Pelas mesmas razões anteriores, o raio de luz r1, ao sair do prisma, também não sofre desvio, conforme ilustrado na figura ao final dessa resolução.
- e) O raio de luz r6 está no ar. O índice de refração do ar é 1,0 e o índice de refração do prisma é 4,0. Portanto, a luz é mais rápida no ar do que no prisma. Portanto, se no ar ela é mais rápida, em relação à normal, no ar, o ângulo é mais aberto. No prisma, a velocidade da luz é menor, portanto, o ângulo é mais fechado. Por fim, a luz se aproxima da normal ao entrar no prisma, conforme ilustrado a seguir.
- f) Usando a lei de Snell:

$$\begin{aligned}
 & \text{(no ar)} \quad \text{(no prisma)} \\
 & n_1 \text{ sen}\theta_1 = n_2 \text{ sen}\theta_2 \\
 & 1,0 \times 0,96 = 4,0 \times \text{sen}\theta_2 \\
 & \therefore \text{sen}\theta_2 = 0,96/4,0 = 0,24
 \end{aligned}$$

Consultando a tabela fornecida, percebe-se que $\text{sen}(14^\circ) = 0,24$. Portanto, o ângulo de refração é 14° .

Perceba que, de fato, a luz se aproxima da normal.

- g) Essa reta normal é apenas mais uma reta perpendicular (perpendicular e normal são sinônimos), só que agora do outro lado do prisma, conforme ilustrado.

h) Agora, ao sair do prisma, ocorre o contrário. O raio de luz está saindo do meio mais lento para o meio mais rápido. No meio mais rápido, portanto, a luz deverá fazer, em relação à normal, um ângulo mais aberto. Assim, a luz se afasta da normal ao sair do prisma.

i) Como as faces dessa secção do prisma são lados paralelos de um retângulo, então o ângulo de incidência deverá ser, também, 14° .

j) Usando novamente a lei de Snell

$$\begin{aligned} & \text{(no prisma)} \quad \text{(no ar)} \\ & n_3 \operatorname{sen}\theta_3 = n_4 \operatorname{sen}\theta_4 \\ & 4,0 \times 0,24 = 1,0 \times \operatorname{sen}\theta_4 \\ & \therefore \operatorname{sen}\theta_4 = 0,96 \end{aligned}$$

k) Como os lados opostos do retângulo são paralelos e ambos os raios de luz fazem, no ar, ângulo de 74° , pode-se afirmar que esses raios são paralelos.

O desenvolvimento anterior será estudado no futuro como "a trajetória de um raio de luz em uma lâmina de faces paralelas". Nesse estudo, será possível calcular o desvio lateral sofrido pelo raio de luz.

