

Simulação: Desvio da Luz

Sequência desenvolvida por Lucas Augusto Lima de Souza como atividade da disciplina de Estágio Supervisionado III sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira DFI/UEM.

Objetivos:

- Determinar a relação entre o ângulo de incidência e o ângulo de refração de um feixe de luz ao passar de um meio para outro, utilizando a Lei de Snell.
- Demonstrar a aplicação da Lei de Snell para calcular o ângulo crítico, onde ocorre a reflexão interna total, ao passar de um meio mais denso para um meio menos denso.
- Compreender e calcular o índice de refração de diferentes materiais e explorar as propriedades da refração da luz em diferentes condições.

Problematização inicial:

Quando a luz viaja entre dois meios diferentes, sua velocidade e comprimento de onda mudam. O resultado é a "curvatura" da luz. Essa "curvatura" da luz é conhecida como refração. A "curvatura" segue uma relação matemática chamada Lei de Snell, nomeada em homenagem ao astrônomo holandês Willebrord Snellius (1580-1626). O objetivo deste experimento é determinar a relação entre o ângulo de incidência de um feixe de luz e o ângulo de refração do feixe ao passar de um meio para outro. Além disso, os alunos irão demonstrar a aplicação da Lei de Snell. Como consequência, os alunos serão capazes de determinar o ângulo crítico para um feixe de luz que viaja de um meio mais denso para um meio menos denso.

Sugestão de organização do tempo: 03 aulas.

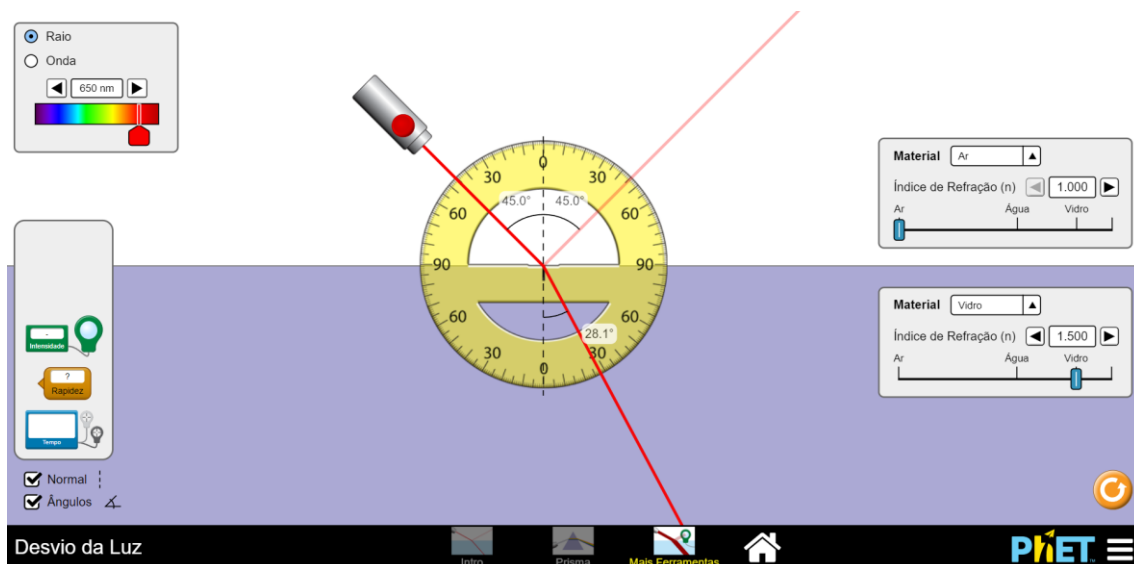
Conceitos principais:

Refração, ângulo de incidência, ângulo de refração, Lei de Snell, índice de refração, ângulo crítico.

Organização do conhecimento:

Parte I: Descobrendo a Lei de Snell com a Simulação "Desvio de Luz"

- **Início da Simulação:**
 - Acesse a simulação "Desvio da Luz" no site do Phet, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light
- **Ferramentas Adicionais:**
 - Clique na caixa "Mais ferramentas" para acessar ferramentas adicionais.



- **Configuração da Simulação:**
 - Ligue o laser e arraste o transferidor circular para que ele fique centralizado ao longo da linha normal e na fronteira entre os dois meios.

- Arraste a ferramenta de medição de velocidade das ferramentas localizadas no canto inferior esquerdo da simulação.
- O laser pode ser arrastado para alterar o ângulo de incidência. Experimente diferentes parâmetros na simulação.
- Certifique-se de selecionar "Raio" e marcar a caixa "Ângulos" para visualizar os ângulos de incidência e refração.

A parte superior, o ar, é considerada como o meio 1.

- **Índice de refração** (n_1): Ar (configuração padrão)
- **Ângulo de incidência** (θ_1): Medido a partir da linha normal (linha tracejada)
- **Ângulo de refração** (θ_2): Medido a partir da linha normal

A parte inferior é considerada como o meio 2

- **Índice de refração** (n_2): A configuração inicial é vidro com 1,5.

O índice de refração, representado pela letra n , é definido como a razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz em um meio $n = \frac{c}{v}$ onde $c = 3.0 \times 10^8$ m/s. À medida que a luz passa para diferentes substâncias, a velocidade da luz diminui. Para nossos propósitos, a velocidade da luz no vácuo será a mesma que a do ar.

(1) Use a ferramenta de velocidade para medir a velocidade da luz no vidro. Escreva a velocidade em termos de c .

_____.

(2) Use a definição de índice de refração para verificar que o índice de refração do vidro é 1,5. Mostre todo o seu trabalho na caixa abaixo.

(3) A relação entre a velocidade, a frequência e o comprimento de onda de uma onda são dados por $v = f \cdot \lambda$. Como a frequência permanece constante quando a luz viaja entre diferentes meios, uma expressão pode ser escrita para resolver para λ_2 . Para o meio 1, temos $v_1 = f \cdot \lambda_1$, e para o meio 2, temos $v_2 = f \cdot \lambda_2$. Fazendo a substituição apropriada, escreva uma expressão matemática para λ_2 em termos de v_1, v_2 e λ_1 . Mostre todo o seu trabalho.

--

(4) Defina os seguintes parâmetros de dados iniciais e complete a tabela abaixo. Escreva todas as velocidades em termos da velocidade da luz, c . Registre seus valores para $\text{sen}(\theta_1)$ e $\text{sen}(\theta_2)$ com três algarismos significativos. Registre seus valores para λ_2 em nanômetros.

Dados 1	Dados 2	Dados 3
$\lambda_1 = 650 \text{ nm}$	$\lambda_1 = 460 \text{ nm}$	$\lambda_1 = 542 \text{ nm}$
$n_1 = 1.250$	$n_1 = 1.000$	$n_1 = 1.500$
$n_2 = 1.548$	$n_2 = 1.333$	$n_2 = 1.244$
$\theta_1 = 55.0^\circ$	$\theta_1 = 35.0^\circ$	$\theta_1 = 40.0^\circ$

Dados	θ_1	v_1	v_2	$\text{sen}(\theta_1)$	$\text{sen}(\theta_2)$	λ_2
1						
2						
3						

(5) Use os dados acima e complete a tabela abaixo para as razões fornecidas. Registre seus valores com 3 algarismos significativos.

Dados	$\frac{\text{sen}(\theta_1)}{\text{sen}(\theta_2)}$	$\frac{n_2}{n_1}$	$\frac{v_1}{v_2}$	$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$
1				
2				
3				

(6) Com base no padrão que você vê acima para as razões entre diferentes conjuntos de dados, escreva uma expressão matemática completa para a Lei de Snell. Verifique sua expressão consultando a Lei de Snell em seu livro didático, na internet ou perguntando ao seu professor.

(7) Todas as razões têm valores do meio 1 no numerador. Usando a definição de índice de refração, escreva expressões para n_1 e n_2 em termos de c , v_1 e v_2 .

Usando as expressões, mostre que $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2}$

Parte II – Reflexão Total Interna

(1) Como você pode ter observado em suas observações quando a luz viaja de um meio mais denso, como a água ($n = 1,33$), para um meio menos denso, como o ar ($n = 1,00$), o raio de luz se desvia da normal (a linha tracejada). Em um ângulo específico, chamado de ângulo crítico, o raio de luz se desvia 90 graus da normal. Defina os seguintes parâmetros de dados iniciais e complete a tabela abaixo.

Dados 1
$\lambda_1 = 650 \text{ nm}$
$n_1 = 1.250$
$n_2 = 1.548$
$\theta_1 = 55.0^\circ$

θ_1 (graus)	θ_2 (graus)	Ângulos Refletidos (Graus)
20		
40		
60		
80		

(2) O que acontece quando o ângulo refratado se aproxima de 90 graus?

(3) Com base no que acontece, estime o ângulo crítico, θ_{critico} , para a interface água-ar: _____.

(4) Use a Lei de Snell para derivar uma fórmula para o ângulo crítico em termos de n_1 , n_2 e $\text{sen}(\theta_{\text{critico}})$, onde $\text{sen}(\theta_2) = \text{sen}(90^\circ)$ e $\text{sen}(\theta_1) = \text{sen}(\theta_{\text{critico}})$. Verifique sua fórmula usando seu livro didático, a internet ou perguntando ao seu professor. Mostre todo o seu trabalho.

Para as questões 5 a 7, use o comprimento de onda do laser como 650 nm

(5) Estime o ângulo crítico para uma interface vidro ($n_1 = 1,500$) – ar ($n_2 = 1,000$) usando a simulação. _____.

(6) Calcule o ângulo crítico para a fronteira vidro-ar. _____.

(7) Calcule o ângulo crítico para uma fronteira "Mistério A" – ar. _____.

(8) Usando a internet ou uma tabela do seu livro didático, determine o que poderia ser "Mistério A": _____.

Parte III – Resolução de problemas usando a Lei de Snell

- 1) Um mergulhador em um barco (índice de refração = 1,000) ilumina um coral fosforescente com uma luz violeta (415 nm) em direção à água (índice de refração = 1,336). Com qual comprimento de onda, em nanômetros, a luz atinge o coral? Qual é a velocidade da luz quando atinge o coral, em termos de c ? (Dica: a velocidade da luz no ar é $1,00c$)
- 2) Uma superfície de vidro duplo consiste em uma camada de óleo sobre uma camada de água (índice de refração = 1,333). Um feixe de laser vermelho (650 nm) se move entre as duas superfícies, passando pelo óleo a uma velocidade de $0,71c$ e na água a uma velocidade de $0,75c$. O ângulo de incidência na fronteira entre o óleo e a água é de 32 graus. Qual

é o índice de refração do óleo? Qual é o ângulo de refração, medido a partir da normal, para o feixe de laser vermelho entrando na água?

Aplicação do conhecimento:

Relacione a técnica de pesca com arpão (explicada abaixo) com o conteúdo abordado na simulação e logo em seguida responda a pergunta:

os pescadores frequentemente usam a técnica de pesca com arpão para capturar peixes. Quando um arpão é lançado em direção a um peixe, a luz que viaja do peixe até os olhos do pescador passa através da água e é refratada na superfície da água. Esse fenômeno pode afetar a percepção do pescador sobre a posição exata do peixe.

Pergunta:

Como o conhecimento sobre o índice de refração e a Lei de Snell pode ajudar um pescador a melhorar sua técnica de pesca com arpão?

- Considere como a refração da luz ao passar da água para o ar pode criar uma ilusão ótica, fazendo com que o peixe pareça estar em uma posição diferente de onde realmente está.
- Explique como entender a refração pode ajudar o pescador a ajustar o ângulo de lançamento do arpão para compensar essa ilusão e aumentar as chances de acerto.