Refração, transmissão e reflexão da luz (40 pontos)[1]

O objetivo dessa prática é estudar os fenômenos de difração, transmissão e reflexão a partir do uso de simuladores. O simulador utilizado será o **PhET**. O link é o seguinte: `https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light`.

Parte A - Refração da luz (20 pontos)

Segundo o princípio de Fermat, a luz percorre sempre o caminho de menos tempo para ir de um ponto a outro, que quando não há troca de meios é apenas uma linha reta. O problema é quando há a troca de meio e a linha reta original não é mais o caminho mais rápido, por isso, ocorre o fenômeno chamado de refração, onde a luz desvia seu caminho para que o princípio de Fermat permaneça válido. Todo meio linear possui uma característica chamada índice de refração que é definido por $n = \frac{c}{v} > 1$, onde v é a velocidade da luz no meio e c no vácuo.

Considere uma superfície entre meios, um com um índice de refração n_1 e o outro com n_2. Um raio incide sobre essa superfície e sofre tanto refração como reflexão, veja a figura a seguir:

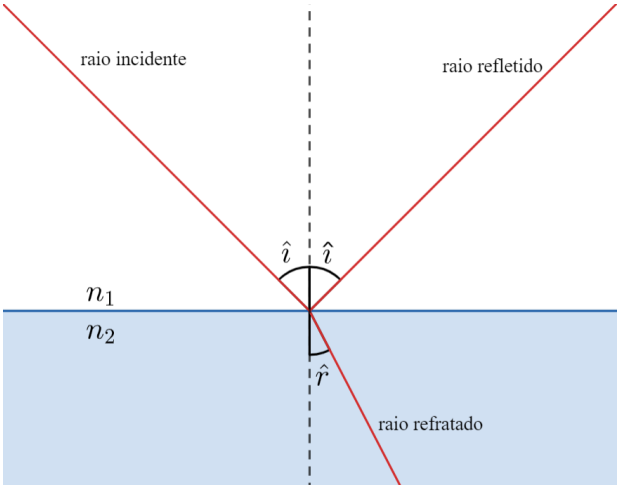

Figura 1: Luz incidindo em um meio

A lei de Snell nos diz que $n_1 \sin\hat{\imath} = n_2 \sin\hat{r}$, onde $\hat{\imath}$ e $\hat{r}$ são os ângulos dos raios com relação à normal da superfície, isto é, a linha que faz um ângulo de 90^o com ela.

Quando abrir o simulador, a tela que irá aparecer possui três opções, vá para **intro**. Entrando, aparecerão algumas opções, por enquanto, selecione **mistério A** para o meio onde está o laser e água para o outro meio, assim como mostra a figura a seguir.

Figura 2: Setup inicial

[1] Autoria de João Victor Evers

Usando essa configuração, faça as tarefas a seguir:

A.1	Rotacione o laser e perceba que existe um ângulo máximo com a normal para o qual há refração, esse é o ângulo limite $\hat{L}$. Selecione o transferidor e meça esse ângulo limite. Apresente sua incerteza.	1pt

A.2	Agora, rotacionando o laser em diferentes ângulos $\hat{\imath} < \hat{L}$, meça os ângulos dos raios refratados $\hat{r}$. Apresente uma tabela com as medidas e suas respectivas incertezas e faça um gráfico de $\hat{r} \times \hat{\imath}$.	5pt

A.3	Aprensente um gráfico adequado para a determinação do indíce de refração de A e o determine com sua respectiva incerteza.	5pt

A intensidade do feixe original é I_0. Nós podemos definir as seguintes razões:

$$T = \frac{I_T}{I_0}$$

$$R = \frac{I_R}{I_0}$$

onde I_T e I_R são as intensidades transmitidas (do feixe refratado) e refletidas (do feixe refletido), respectivemente. T e R são os coeficientes de transmissão e reflexão.

A.4	Orientando o laser em $\hat{\imath} = 0^{\text{o}}$, encontre os coeficientes de transmissão e reflexão com suas respectivas incertezas. Use o medidor de instensidade que está ao lado do tranferidor.	2pt

Agora selecione o **mistério B**. Para ele é difícil usar a água, pois o desvio é pouco, mas, de qualquer forma, use a água como o outro meio.

A.5	Meça o ângulo limite para essa interface. A partir disso, estime o índice de refração do mistério B com sua respectiva incerteza.	2,5pt

A.6	Faça um gráfico teórico de $\sin\hat{r} \times \sin\hat{\imath}$ para o mistério B a partir da estimativa do índice de .	2,5pt

A.7	Encontre os coeficientes de transmissão e reflexão para o mistério B.	2pt

Parte B: Transmissão e reflexão da luz (20 pontos)

Agora, vamos determinar o indíce de refração a partir dos coeficientes de transmissão e reflexão. Utilizando a teorio de ondas eletromagnéticas podemos relacionar os coeficientes de transmissão e reflexão com os indíces de refração das interfaces. Portanto, nessa parte você vai precisar selecionar o **mistério B** para o meio onde se encontra o laser e irá variar o índice de refração do outro meio.

Seja n_1 o índice de refração do meio onde incide o laser e n_2 o índice de refração do outro meio, podemos mostrar a partir da teoria de ondas eletromagnéticas que (para o laser orientado em $\hat{\imath} = 0^{\text{o}}$):

$$T = \frac{4n_1n_2}{(n_1+n_2)^2}$$

Perceba que essa função incialmente sobe e depois cai, no entanto, no intervalo possível de ser medido no simulador ela apenas cresce e passa por uma estabilidade, portanto *don't worry!* e faça o que se pede nos itens

seguinte.

B.1	Para diferentes valores de n_2 meça T e apresente uma tabela com os dados e suas respectivas incertezas.	5pt

B.2	Com os dados do item anterior faça um gráfico de $T \times n_2$.	5pt

A linearização para essa função requer *a little messy calculations*, por isso vamos fornecé-la. Para o intervalo medido (em que T só cresce, isto é, antes de atingir 100%), a linearização é a seguinte:

$$\frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{2-T}{T}\right)\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{T}{2-T}\right)^2}\right) = X$$

Onde X é uma nova variável definida como está acima.

B.3	Faça uma tabela dos valores linearizados, isto é, de $n_2 \times X$.	5pt

B.4	Faça um gráfico dos dados linearizados e a partir dele determine o índice de refração n_1 do mistério B.	5pt