

ROTEIRO p SIMULAÇÃO: LEI DE MALUS

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVO

- Verificar a Lei de Malus.

2 MATERIAL

Para a realização dos procedimentos será necessário acessar a simulação:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/lei-malus>

3 FUNDAMENTOS

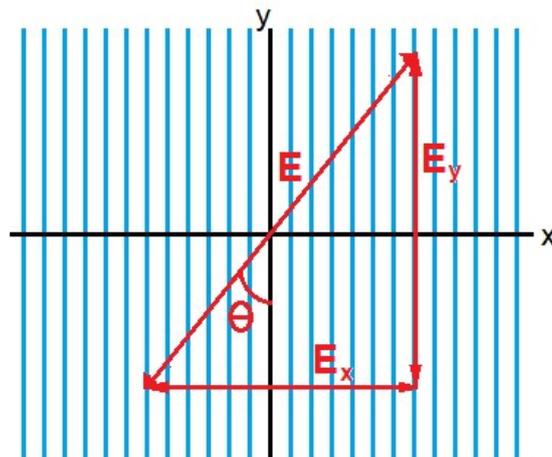
As fontes comuns de luz visível, de um modo geral, emitem luz cujos planos de vibração se distribuem ao acaso em torno da direção de propagação. Devido a esta orientação aleatória, se torna difícil verificar a verdadeira natureza transversal da luz.

Existem materiais que transmitem apenas os componentes das ondas luminosas cujos vetores do campo elétrico vibram paralelamente a uma certa direção e absorvem aqueles cujos vetores do campo elétrico vibram perpendicularmente aos primeiros; tais materiais são chamados de **Polaróides**.

A luz de uma fonte comum cujas direções do campo elétrico são distribuídas aleatoriamente, chamada de não polarizada, ao atravessar uma lâmina polarizadora, emerge com apenas uma direção de vibração do campo elétrico, portanto, plano-polarizada.

A Figura 1 mostra uma lâmina polarizadora no plano deste papel e o sentido de propagação da luz polarizada saindo do plano do papel em direção ao observador. A seta E representa o plano de vibração do campo elétrico da onda luminosa incidente sobre a lâmina polarizadora. O vetor E pode ser substituído por dois vetores componentes, E_x (de intensidade $E \sin \theta$) e E_y (de intensidade $E \cos \theta$), um paralelo à direção de polarização e o outro, perpendicular à mesma. Apenas o primeiro será transmitido, pois a lâmina polarizadora absorverá o outro vetor.

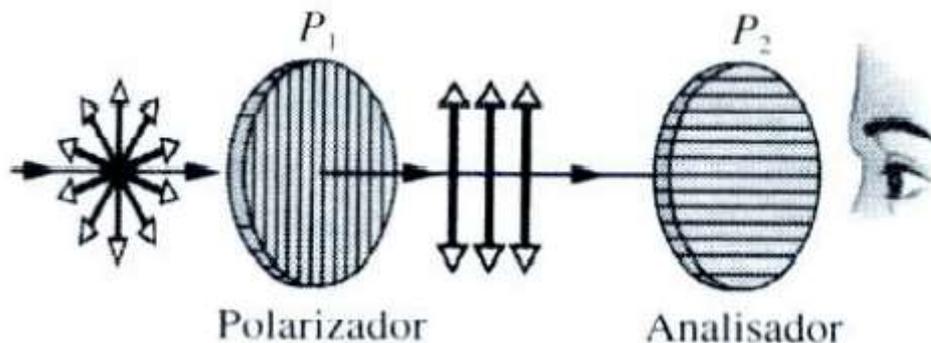
Figura 1 – Uma onda polarizada, fazendo um ângulo θ com a direção de polarização de uma lâmina polarizadora, somente a componente E_y é transmitida.



Fonte: próprio autor.

Colocando-se no trajeto luminoso uma segunda lâmina polarizadora (chamada analisadora), como mostra a Figura 2, verificamos que a luz transmitida por esta segunda lâmina varia de intensidade quando à giramos; havendo duas posições, defasadas entre si de 180° , para as quais a intensidade da luz transmitida se anula; este fenômeno só pode ser explicado admitindo que a luz se polariza, portanto a luz se propaga por meio de ondas transversais e as situações de transmissão mínima da luz correspondem à ortogonalidade entre as direções de polarização de P_1 e P_2 .

Figura 2 – Duas lâminas polarizadoras cruzadas. Não há transmissão da luz para o observador.



Fonte: [Microsoft Word - Luz polarizada.doc \(unicamp.br\)](#) Acesso em 24 de fev. de 2021.

LEI DE MALUS

Consideremos dois polarizadores como na Figura 2. Parte da luz, não polarizada, que incide no polarizador, P_1 , será absorvida e parte será transmitida segundo a orientação do polarizador. Consideremos que a amplitude do campo elétrico da luz transmitida seja E , e que essa luz transmitida incida no analisador, P_2 , formando um ângulo θ com a direção de polarização do analisador, como mostra a Figura 1 (observe que θ é o ângulo entre os dois polarizadores). O analisador transmitirá apenas a componente $E_y = E \cos\theta$. Como a intensidade da radiação é proporcional ao quadrado do campo elétrico, temos:

$$I = I_m \cos^2\theta \quad (1)$$

Onde I_m é a intensidade máxima transmitida e θ é o ângulo entre os dois polarizadores. A equação 1 é conhecida como a Lei de Malus.

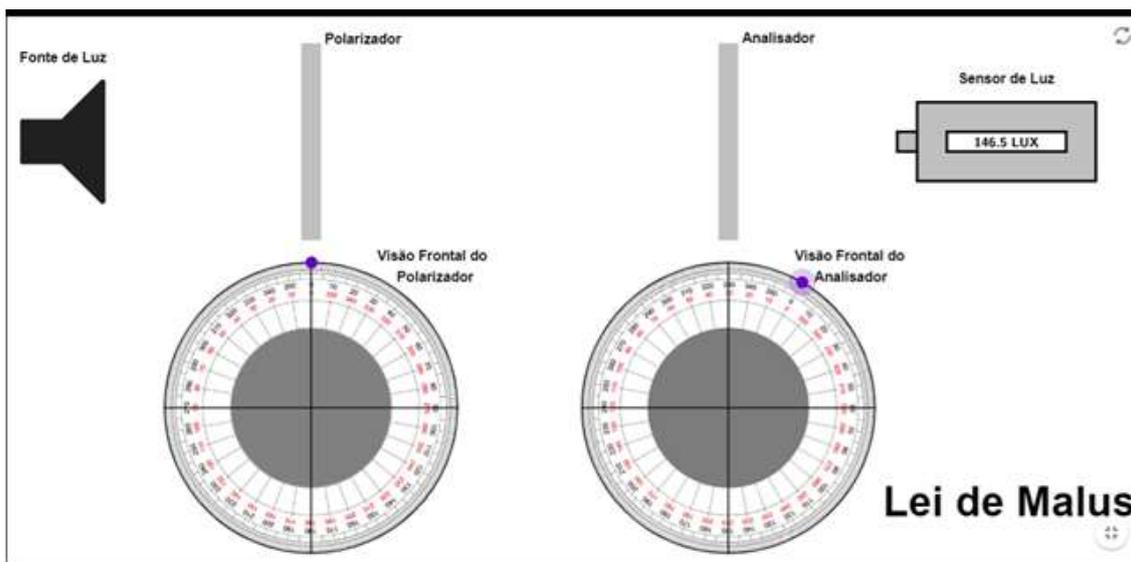
4 PROCEDIMENTOS

Para a realização destes procedimentos faça uso da simulação Lei de Malus: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/lei-malus>

Na Figura 3. Podemos ver a tela da simulação Lei de Malus após orientar o polarizador verticalmente e o analisador de modo a fazer um ângulo de 30° com o polarizador. O sensor de luz indica uma intensidade de 146,5 Lux. Nesta simulação a luz, não polarizada, emitida pela fonte de luz à esquerda, incide no Polarizador, que transmite ao Analisador luz polarizada. A intensidade da luz transmitida pelo Analisador é medida por um sensor de luz à direita. Na simulação é possível ter uma visão frontal do Polarizador e do Analisador. Tanto o Polarizador quanto o Analisador podem ser rotacionados clicando no ponto em sua borda e arrastando-o.

OBS: A simulação foi programada para variar um pouco a intensidade máxima de luz a cada reinicialização, desta forma as medidas devem ser feitas em uma mesma inicialização.

Figura 3 - Tela da simulação Lei de Malus.



Fonte: próprio autor.

- 1 Fixe o polarizador em uma orientação qualquer.
- 2 Gire o Analisador de modo que a orientação do Analisador em relação ao Polarizador esteja de acordo com os ângulos indicados na Tabela 1. Anote a intensidade de luz para cada ângulo indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Intensidade de luz transmitida em função do ângulo entre Polarizador e Analisador.

θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
Intensidade de Luz									
θ	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°
Intensidade de Luz									
θ	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°
Intensidade de Luz									
θ	270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°
Intensidade de Luz									

5 QUESTIONÁRIO

1. Faça o gráfico da intensidade de luz em função do ângulo entre o Polarizador e o Analisador com os dados da Tabela 1.
2. Para que ângulos entre Polarizador e Analisador a intensidade é zero? Justifique.
3. Para que ângulos entre Polarizador e Analisador a intensidade é máxima? Justifique.
4. Faz diferença no experimento se o polarizador é mantido parado e somente o analisador é rotacionado ou o contrário? Justifique.