

Física IV

Prática: Polarização e Lei de Malus

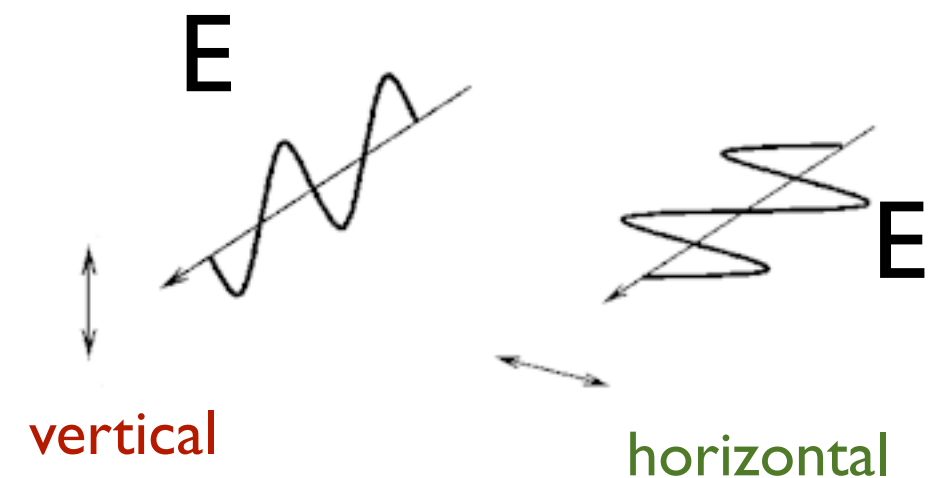
Baseado no material preparado por
Sandro Fonseca
Helena Malbouisson
Clemencia Mora

Polarização

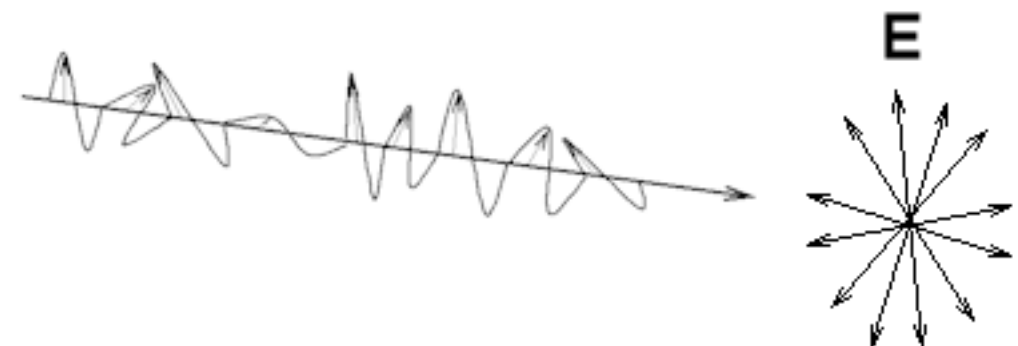
Polarização da radiação

- Polarização : a direção de oscilação do campo elétrico da O.E.

- se for fixo: polarização linear.

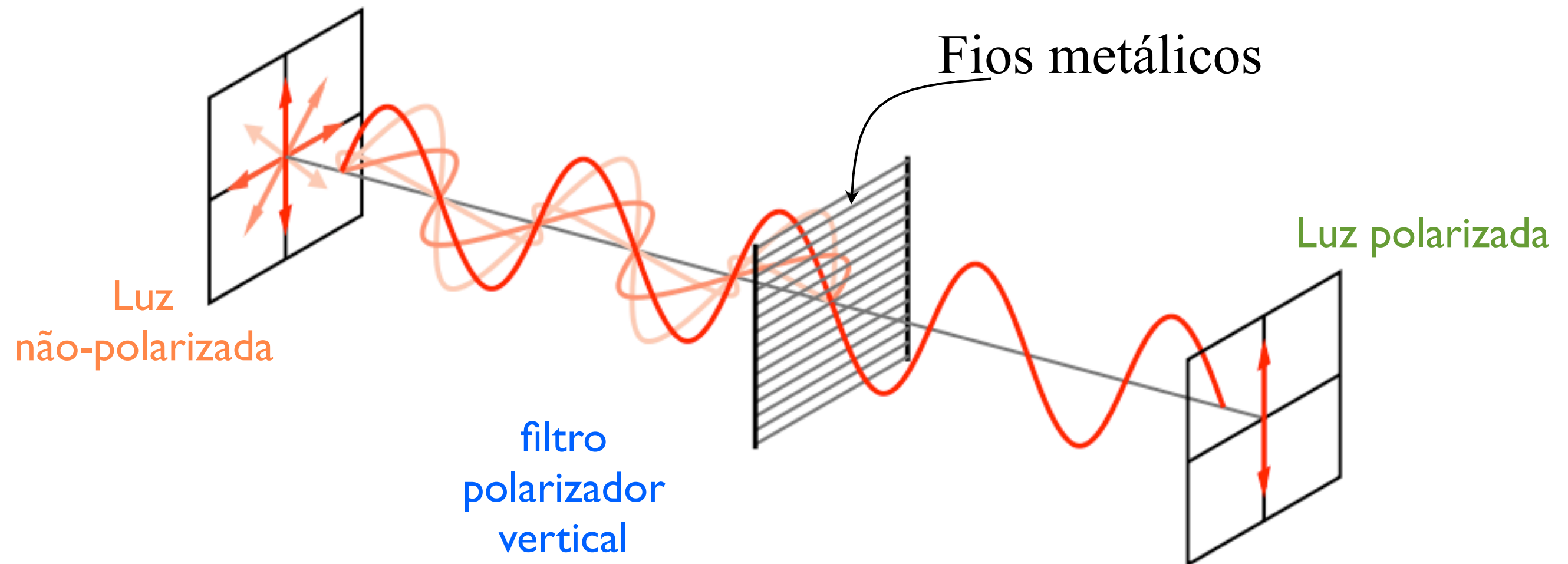


- Geralmente a luz natural (do sol, fontes incandescentes, radiação de corpo negro, etc) não está polarizada.



Polarizadores

- Utilizando um filtro polarizador podemos transformar a luz não-polarizada em polarizada
 - A componente **perpendicular** ao **eixo de polarização** é **absorvida** pelo material e a componente **paralela** é **transmitida**.



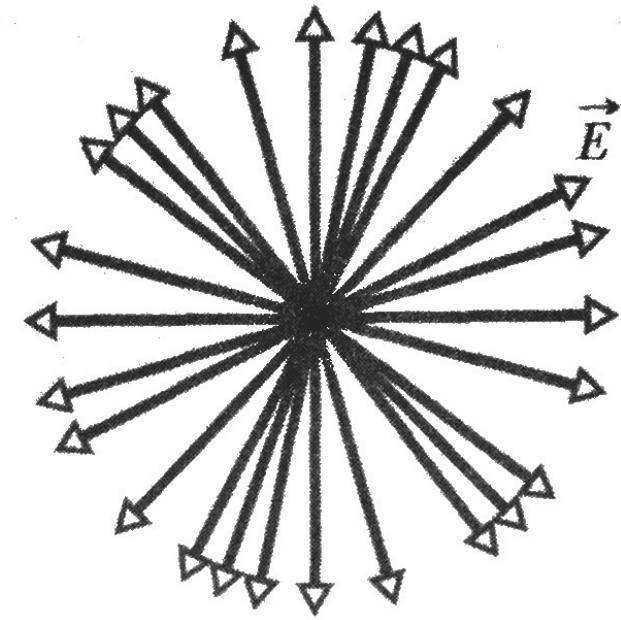
Intensidade da Luz Polarizada transmitida

Vamos considerar a intensidade da **luz não polarizada** transmitida por um polarizador.

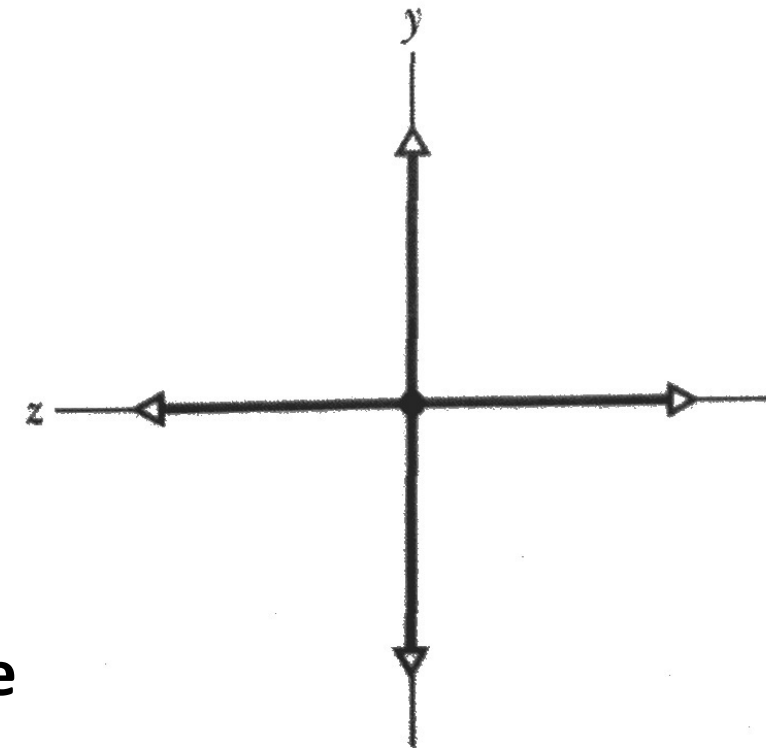
- Seja uma onda não polarizada, como mostra a figura (a), sendo o eixo y a direção de polarização;
- Podemos decompor as oscilações do campo elétrico em componentes y e z (como mostra a figura (b));
- As componentes y serão transmitidas e as componentes z serão absorvidas pelo material;
- Quando as componentes z são absorvidas, metade da intensidade I_0 da onda original é perdida;
- A intensidade I da luz que emerge do filtro é portanto:

$$I = \frac{I_0}{2}$$

← Regra da metade



(a)



(b)

Intensidade da Luz Polarizada transmitida

- Seja uma onda de luz polarizada, prestes a atravessar um filtro polarizador;
- Podemos separar \mathbf{E} nas componentes y (direção de polarização) e z ;
- $E_y = E \cos \theta$;
- $E_z = E \sin \theta$;
- A intensidade de uma onda eletromagnética é dada por:

$$I = \frac{1}{2c\mu_0} E^2$$

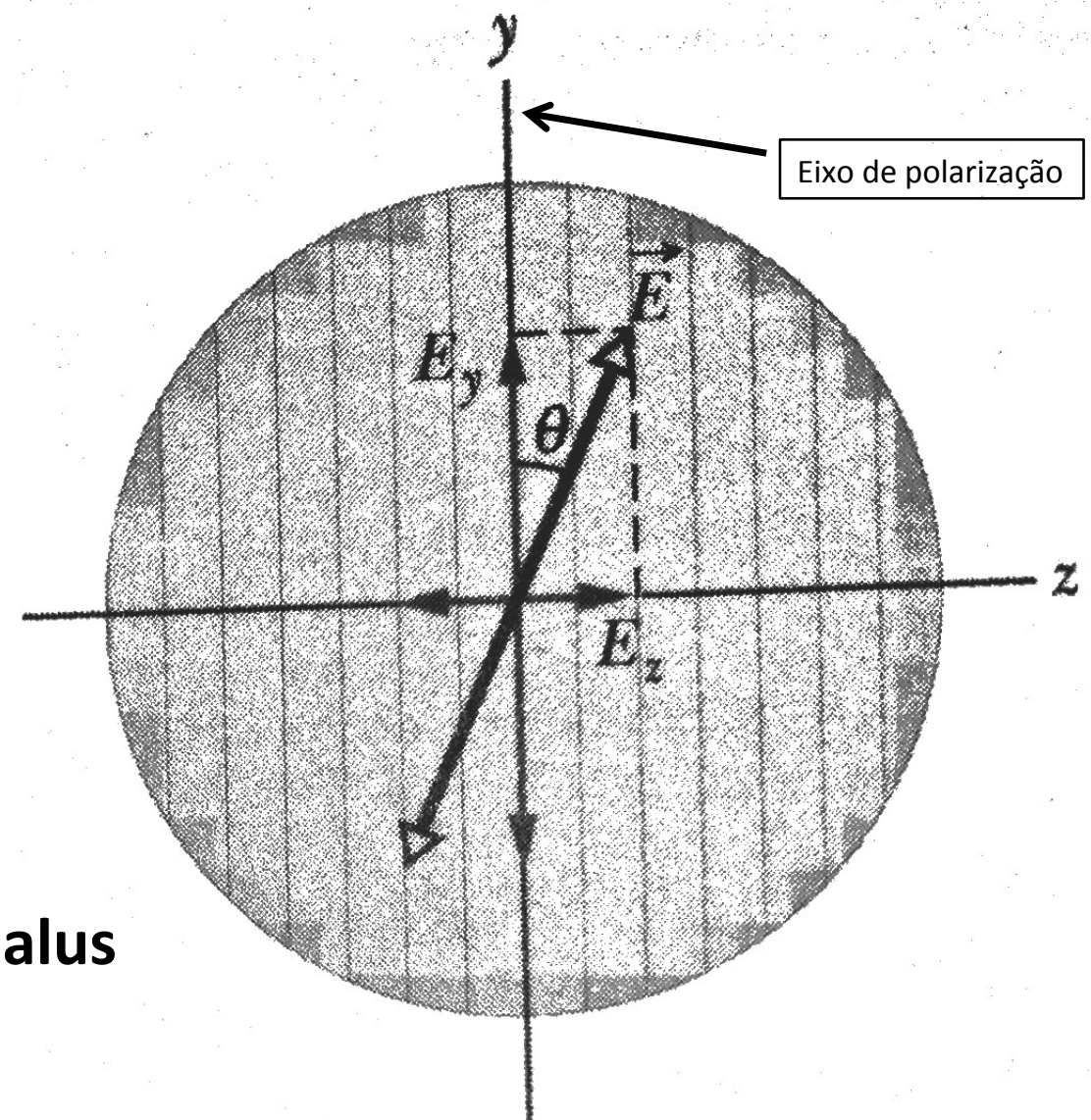
- A intensidade I da onda emergente é proporcional a E_y ;
- A intensidade I_0 da onda original é proporcional a E ;
- Logo $I/I_0 = E^2 \cos^2 \theta / E^2 = \cos^2 \theta$;

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

5

Vamos considerar a intensidade da **luz polarizada** transmitida por um polarizador.

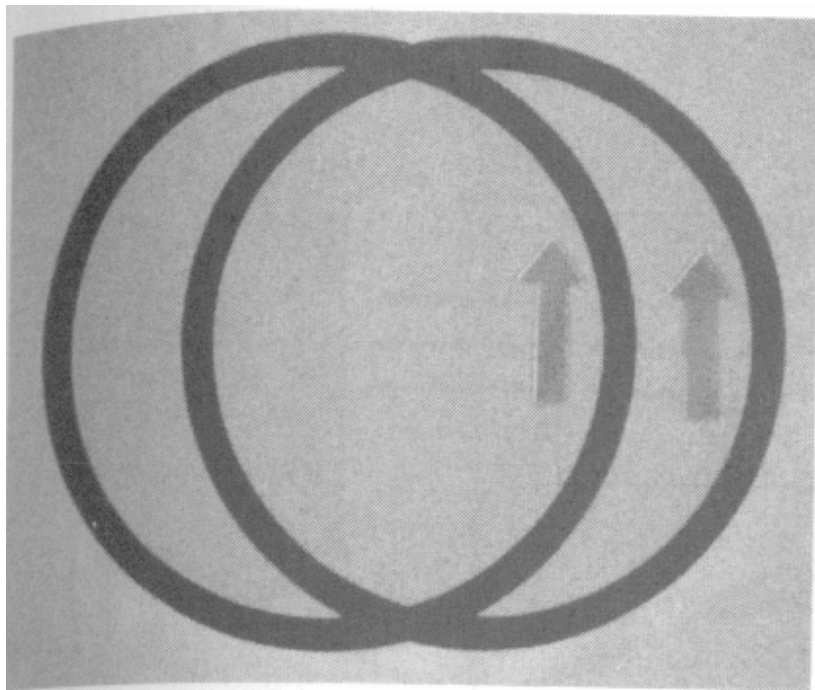
Onda polarizada, antes de atravessar o filtro polarizador



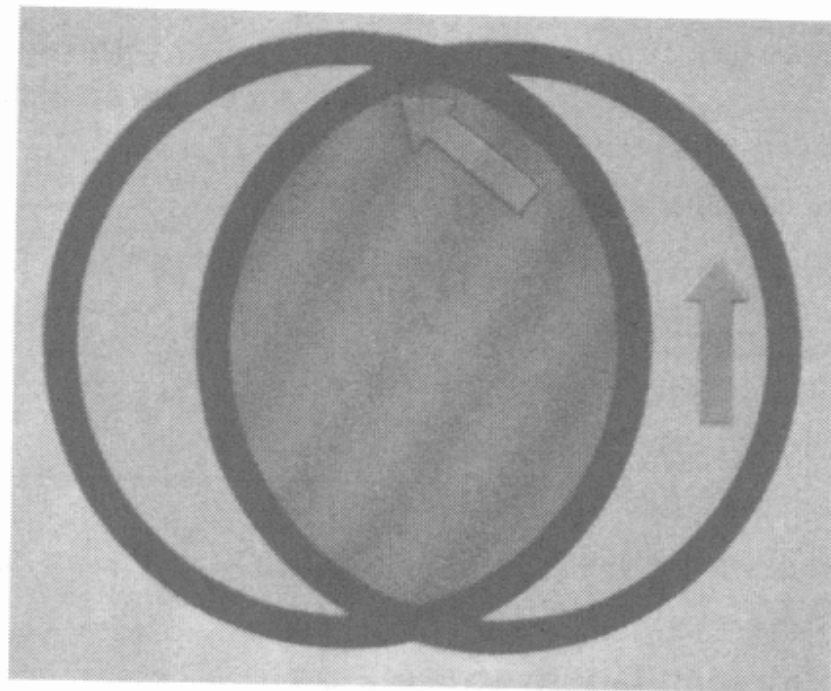
← Lei de Malus

Polarizadores

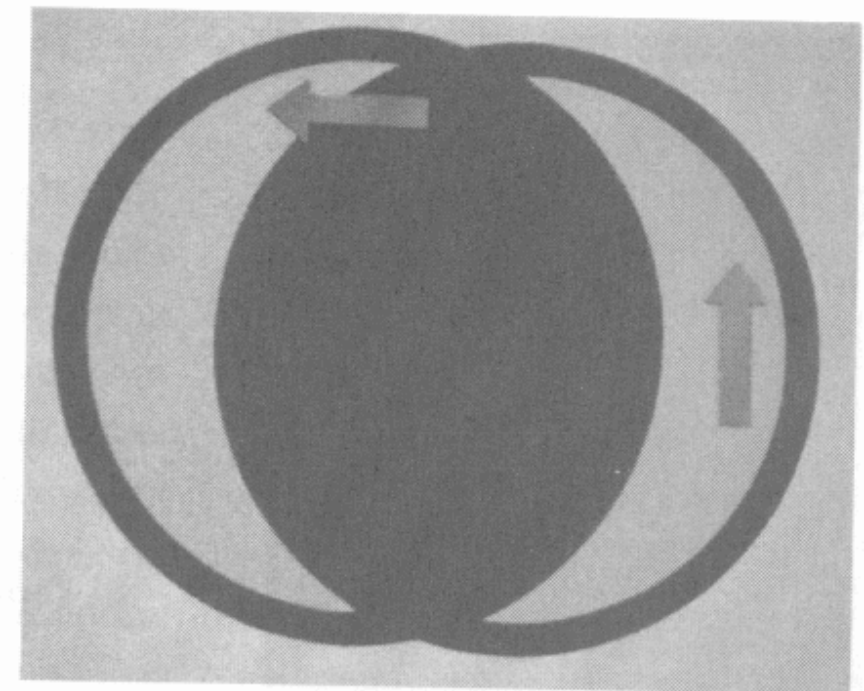
Visualização através de um polarizador:



(a)



(b)



(c)

Prática: Polarização e Lei de Malus

Objetivo

- Verificação Experimental da Lei de Malus

Como mostrado anteriormente:

$$I = I_m \times \cos^2 \theta$$

$$\frac{I}{I_m} = \cos^2 \theta$$

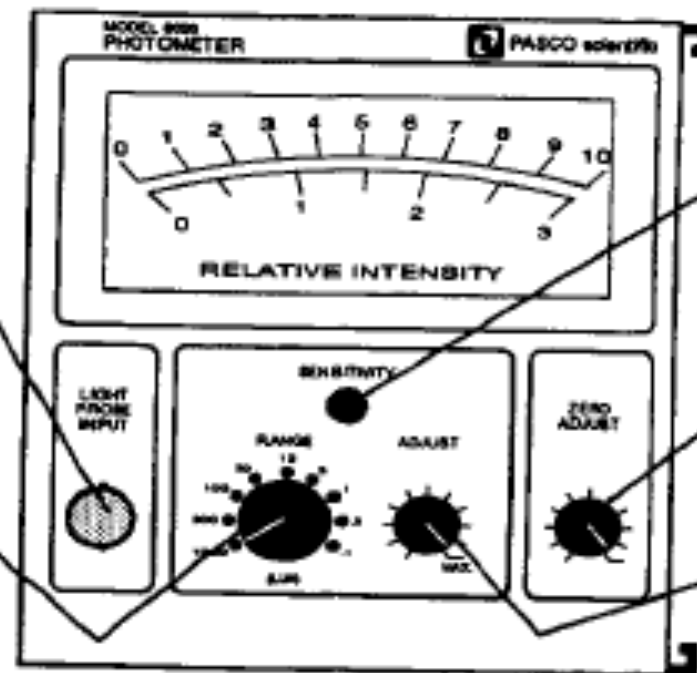
Material Utilizado

- fonte incandescente de luz
- fonte LASER
- fotômetro
- 3 polarizadores
- ponta de prova de fibra óptica
- banco óptico
- suporte para a ponta de prova

Procedimentos

Fibra Óptica: conecte a fibra óptica ao fotômetro, mas se desejar maior sensibilidade do aparelho, deixe a luz incidir diretamente sobre o conector.

Intervalo de Sensibilidade: selecione o maior valor para que sua intensidade de referência leve o ponteiro ao valor máximo da escala.



Zero Mecânico: lembre-se de deligar o aparelho caso deseje zerá-lo mecanicamente.

Ajuste Eletrônico do Zero: quando for zerar o aparelho eletronicamente lembre-se de cobrir a fibra óptica ou a fonte de luz.

Ajuste de Sensibilidade: após selecionar o intervalo de sensibilidade, ajuste o ponteiro de forma que ele atinja o valor máximo da escala.

Figura 2.3: Painel de Controle do Fotômetro

Verificação Qualitativa da Lei de Malus

Procedimento

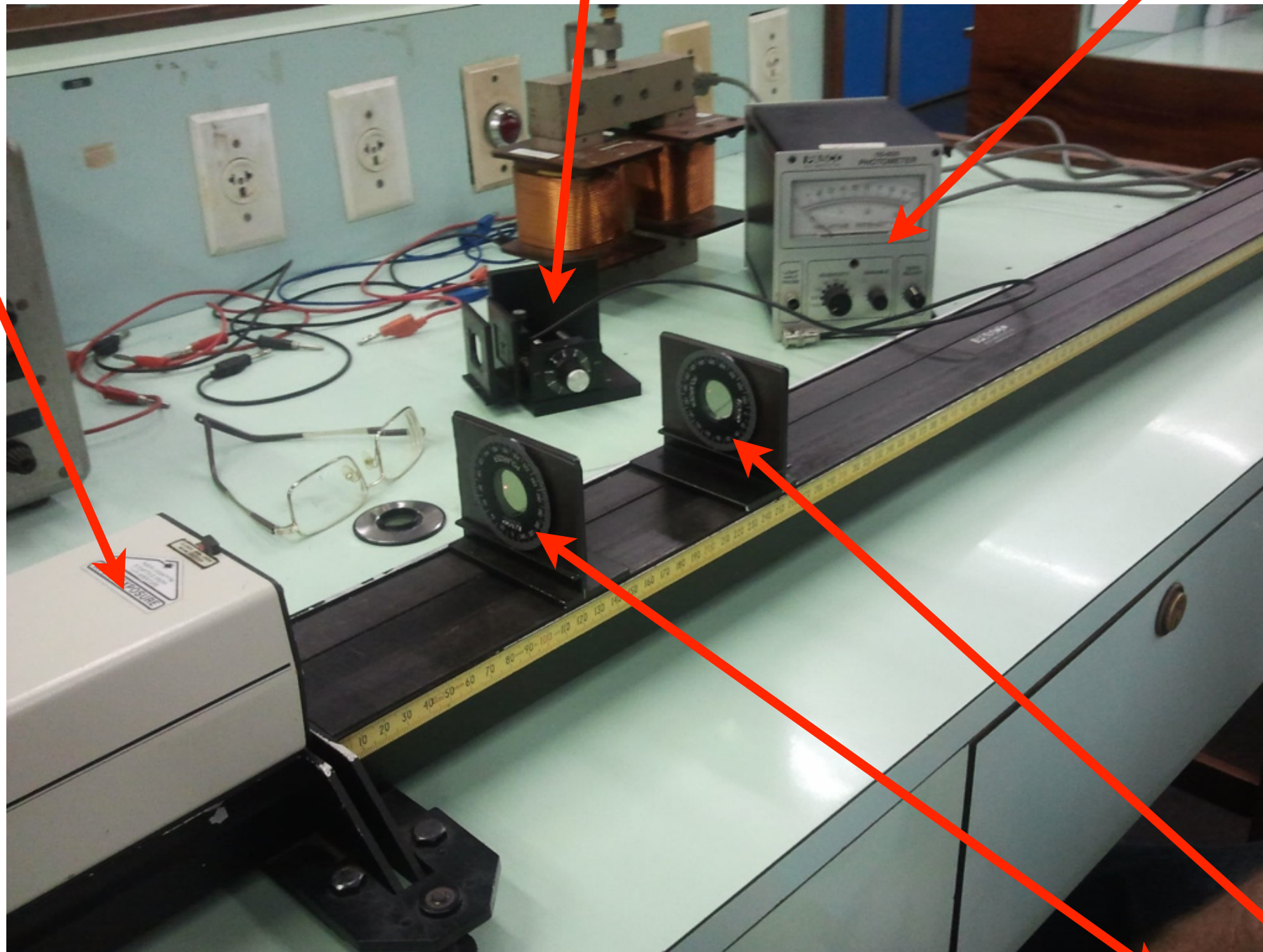
- Use a fonte **laser** e, no lugar da fotocélula, use um anteparo;
- Coloque inicialmente o polarizador e o analisador com seus eixos de polarização em paralelo;
- Ligue a fonte de luz, gire gradativamente o analisador e observe a variação da intensidade da luz no anteparo;
- A seguir, coloque o polarizador e analisador em condição de ortogonalidade, isto é, com seus eixos de polarização defasados de 90 graus. Observe que não há transmissão de luz ao anteparo. Coloque então um polarizador adicional imediatamente após o primeiro, fazendo com este um ângulo de 45 graus. Observe se há luz transmitida ao anteparo.
- A seguir, gire gradativamente de 360 graus o segundo polarizador, observando a luz incidente no anteparo. Interprete os fenômenos observados. Justifique o que foi observado.

LASER

Suporte + Fibra

Fotómetro

Setup Experimental



Polarizadores

Verificação Quantitativa da Lei de Malus

Procedimento

Calibração de Ponto Zero do Fotômetro:

1. Regule o seletor de sensibilidade do fotômetro (botão “sensitivity”) para a **maior escala** (escala 1000, menor sensibilidade);
2. Retire a fibra ótica do fotômetro e **cubra a entrada de luz com um objeto preto**;
3. Com a luz da sala apagada, regule o seletor de sensibilidade do fotômetro para a **menor escala** (escala 0.1, de maior sensibilidade);
4. Ajuste o botão de ajuste do zero (“ZERO ADJUST”) de forma que o ponteiro do fotômetro se posicione **em cima do zero** da escala.;
5. Depois de realizado o ajuste, **gire o seletor de sensibilidade até a escala 1000 e então retire o objeto preto do fotômetro.**

Determinação da intensidade máxima:

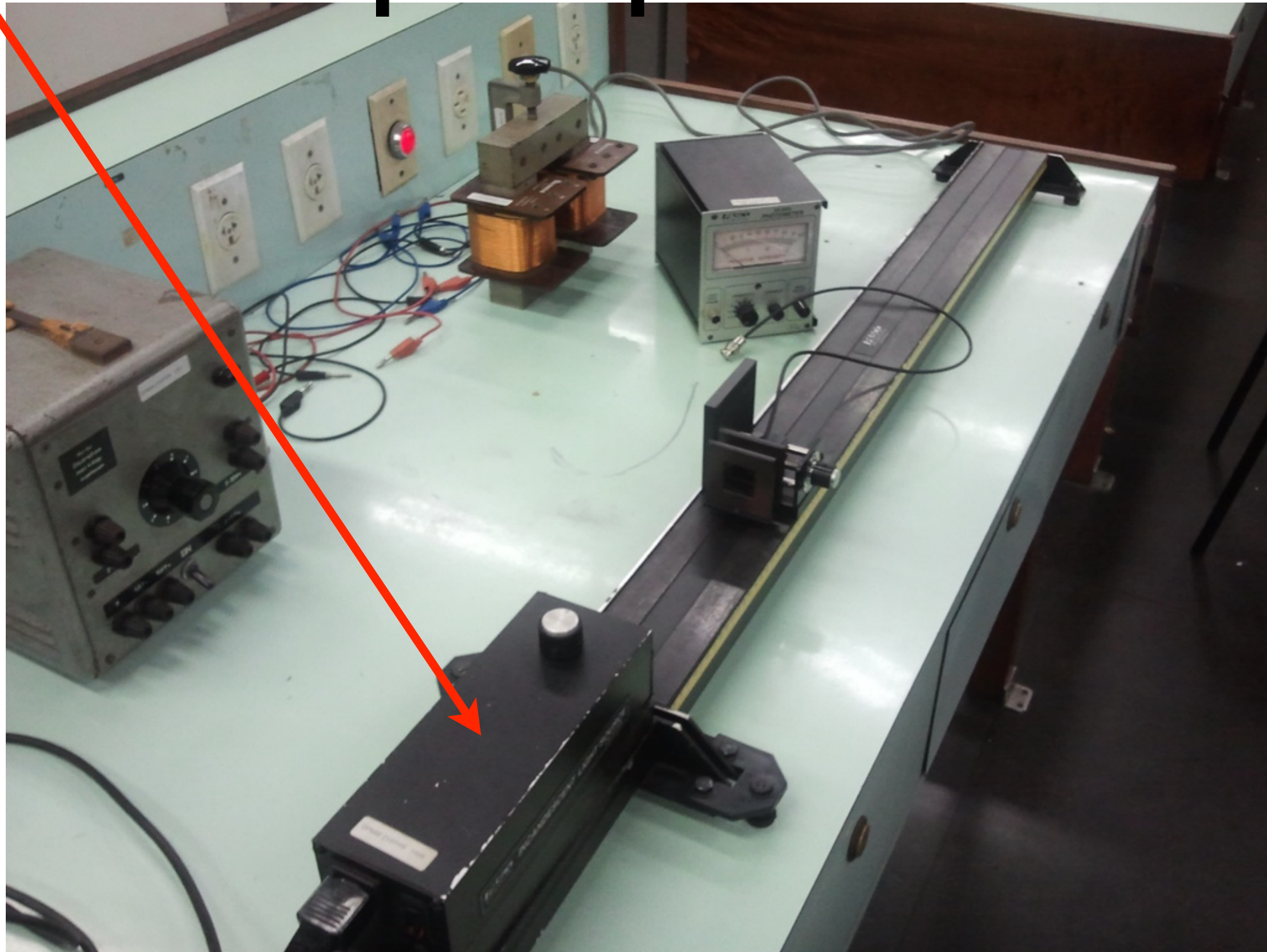
- Com o detector posicionado na **distância mínima**, (ou seja, **máxima intensidade**), regule o seletor de sensibilidade para o **maior valor possível, tal que o ponteiro permaneça no máximo da escala** (10), utilizando para isso o botão de ajuste de sensibilidade

Procedimento

- Substitua a fonte laser pela fonte de **luz incandescente** e o anteparo pelo **fotômetro**. Retire o segundo polarizador introduzido anteriormente;
- Verifique os ajustes do fotômetro. Defina uma intensidade de referência (por exemplo, aquela em que os **eixos de polarização** do polarizador e analisador estão em **paralelo**); Porque a intensidade de referência deve ser determinada desta maneira?
- Gire o analisador, a partir de uma posição de referência (0 graus), até 90 graus fazendo leituras periódicas no fotômetro, de 10 graus em 10 graus;

Luz incandescente

Setup Experimental



Resultados

- Verifique a lei de Malus comparando a curva obtida no item anterior com o resultado teórico, para isso, utilize os valores dos coeficientes angular e linear, bem como os respectivos erros fornecidos pelo método dos mínimos quadrados.

- Construa o gráfico:

$$\frac{I}{I_m} = \cos^2 \theta$$

