

Qual é a espessura de um fio de cabelo?



Introdução

Em nosso dia-a-dia utilizamos vários aparelhos para realizar medidas de comprimento, espessura, altura, etc. entre os quais podemos citar a régua e a trena. Para pequenas dimensões, no entanto, temos de usar aparelhos um pouco mais específicos e menos conhecidos do grande público, tais como o paquímetro e o micrômetro.

Mesmos esses instrumentos, contudo, não podem medir dimensões tão pequenas como a espessura de um fio de cabelo. Então, como podemos realizar este tipo de medida com equipamentos amplamente acessíveis?

Neste experimento ensinaremos a medir a espessura de um fio de cabelo utilizando um apontador laser.

Materiais Necessários

- *Um laser de comprimento de onda conhecido
- *Um fio de cabelo
- *Trena
- *Régua
- *Folha de papel A4
- *Lápis



Laser e fio de cabelo.

Cadastrada por
Gianinni Machado Pelizer

Material - onde encontrar
em laboratórios e lojas especializadas

Material - quanto custa
até 10 reais

Tempo de apresentação
até 30 minutos

Dificuldade
intermediário

Segurança
requer cuidados básicos

Qual é a espessura de um fio de cabelo?



Passo 1

Montagem

Prenda uma folha de papel A4 na parede a uma distância conhecida do fio de cabelo. Em nosso experimento esta distância era igual a 2,66 metros.

O fio de cabelo pode ser preso com fita crepe em um suporte improvisado feito de papelão (figura 1).

Em seguida, direcione o laser de modo que ele incida sobre uma folha de papel após passar pelo fio de cabelo, conforme a figura 2.

O laser utilizado no experimento é da cor vermelha e comprimento de onda igual a 660 nm.

Observação de segurança: o laser oferece risco de cegar se apontado ao olho humano, portanto, tenha muito cuidado ao manuseá-lo!

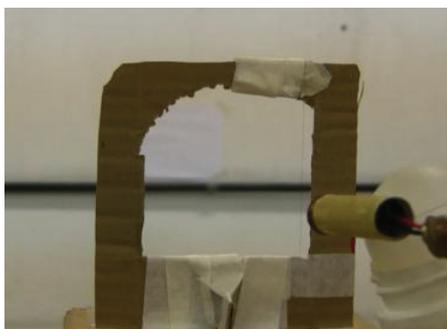


Figura 1 - Fio de cabelo preso no suporte de papelão.

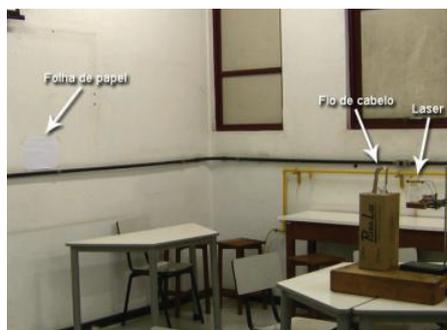


Figura 2 - Montagem do experimento.

Qual é a espessura de um fio de cabelo?



Passo 2

Difração do laser

Com a montagem feita, apague a luz e ligue o laser. Note, então, que na folha de papel surge um padrão de traços luminosos e regiões escuras. Com um lápis, contorne este padrão conforme as figuras 3, 4 e 5.

Em nosso experimento encontramos uma distância de aproximadamente dois centímetros entre o centro de maior luminosidade e o centro da primeira região escura.

O vídeo abaixo mostra a realização do experimento.

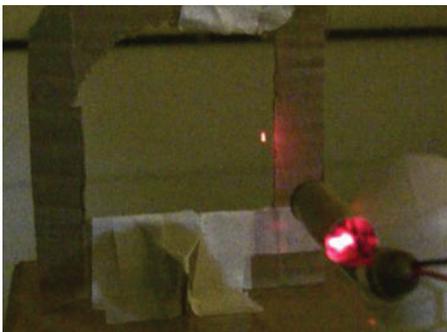


Figura 3 - Laser direcionado para o fio de cabelo.

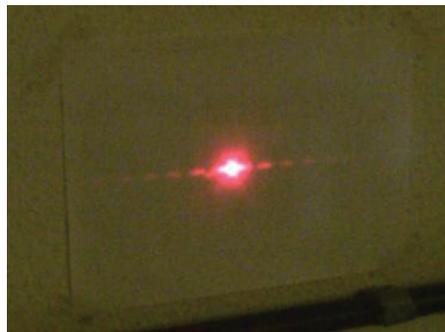


Figura 4 - Padrão de difração do laser projetado na folha de papel.

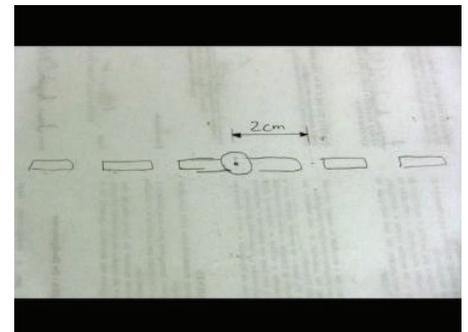


Figura 5 - Contorno da imagem de difração do laser feito a lápis.



Vídeo.

Qual é a espessura de um fio de cabelo?



Passo 3

Cálculo da espessura do fio de cabelo

O fenômeno que dá origem ao surgimento das regiões luminosas e escuras sobre a folha de papel é conhecido como difração. A difração é um fenômeno que ocorre quando uma onda passa por um orifício ou contorna um objeto cuja dimensão é da mesma ordem de grandeza de seu comprimento de onda. No caso do laser interceptado pelo fio de cabelo, a difração dá origem a dois feixes de laser difratados (o que passa à esquerda e o que passa à direita do fio de cabelo) e esses feixes interferem um no outro. Assim, os padrões de claro e escuro típicos da difração podem ser também interpretados como efeitos da interferência.

Quando o laser incide sobre o fio de cabelo ele é difratado tal como se estivesse incidindo sobre uma fenda de uma placa opaca com abertura igual à espessura do fio de cabelo (Princípio de Babinet).

Os dois feixes de laser que são gerados pela interceptação do feixe original pelo fio de cabelo podem chegar ao anteparo em fase (região clara) ou fora de fase (região escura).

Para calcularmos a espessura do fio usaremos uma fórmula que relaciona a espessura do fio (E), o comprimento de onda do laser (λ) e o ângulo θ formado por duas direções: uma delas vai do fio de cabelo até o centro do máximo central da região clara que se forma sobre o anteparo; a outra vai do fio até o centro da primeira região escura à esquerda ou à direita do máximo central. A fórmula é: $E \sin \theta = \lambda$. Na figura 6 mostramos que o ângulo θ na montagem que utilizamos pode ser determinado a partir do cateto oposto e do cateto adjacente de um triângulo retângulo.

Como a distância do fio até a folha de papel é muito superior à distância do máximo central até o ponto central da primeira região escura, podemos considerar que $\sin \theta \sim \text{tg } \theta$.

Desta forma, temos:

$$\sin \theta \sim \text{tg } \theta = 0,02/2,66 = 0,75 \times 10^{-2}$$

$$E = (\lambda) / \sin \theta = (660 \times 10^{-9}) / 0,75 \times 10^{-2} = 8,80 \times 10^{-5} \text{ m}$$

O valor encontrado está dentro da ordem de grandeza esperada, pois a espessura média de um fio de cabelo humano é de $7 \times 10^{-5} \text{ m}$.

Ilustração fora de escala

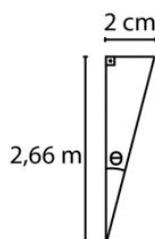


Figura 6.