



Olimpíada Brasileira Online de Física Experimental

2ª Fase - 15 e 16 de Novembro de 2025

Nome: _____

Série: _____

Nível MD
Ensino Médio
1ª a 3ª série

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **1ª a 3ª série do ensino médio**. Ela contém 3 experimentos somando 100 pontos.
- II. A duração máxima desta prova é de **quatro horas**. Além do tempo de prova, serão concedidos **5 minutos** correspondentes ao preenchimento online do gabarito.
- III. É permitido o uso de calculadoras.
- IV. A prova deve ser feita individualmente e não é permitido falar sobre a solução das questões durante o período de aplicação da prova **dias 15 e 16 de Novembro de 2025**.
- V. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: aceleração gravitacional na superfície da terra $g = 10 \text{ m/s}^2$; calor específico da água líquida $c_a = 1 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$; calor latente de fusão do gelo $L = 80 \text{ cal/g}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; densidade da água líquida $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

Apoio:





Curiosidades:

Marcelo Damy de Souza Santos (Campinas, 14 de julho de 1914 – São Paulo, 29 de novembro de 2009) foi um dos mais importantes físicos experimentais do Brasil, pioneiro no campo da física nuclear e de reatores. Professor e diretor do Instituto de Física da USP, foi membro da Academia Brasileira de Ciências e peça-chave na criação do Instituto de Energia Atômica (atual IPEN). Liderou a equipe responsável pelo projeto e construção do primeiro reator nuclear da América Latina, o IEA-R1, inaugurado em 1957. Suas pesquisas sobre raios cósmicos e física de nêutrons são de grande relevância. Foi agraciado com a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico, deixando um legado indelével para a ciência e tecnologia nuclear no país.



1 Cinemática de uma captura

Introdução

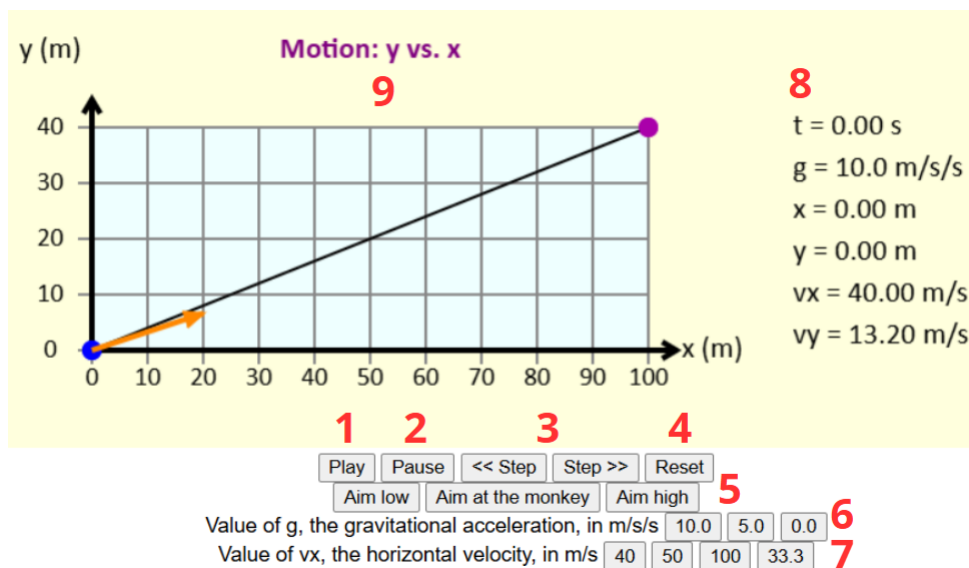
Um pesquisador deseja atingir um animal com um dardo tranquilizante para poder estudá-lo e, depois, devolvê-lo à natureza. Porém, o animal, que estava pendurado em uma árvore, cai no mesmo instante em que o dardo é atirado, proporcionando uma dificuldade maior para acertá-lo.

Durante todo o experimento, considere o animal como um ponto material e desconsidere a influência da resistência do ar. Em outras palavras, o movimento do dardo será um lançamento oblíquo sob a influência da gravidade da Terra, enquanto o movimento do animal será uma queda livre.

Durante este experimento, você pode desprezar as incertezas em seus cálculos.

Apresentando o simulador

Para realizar o experimento, utilizaremos um simulador criado por Andrew Duffy, que você pode acessar clicando [aqui](#). Assim que você acessar o simulador, se deparará com o seguinte cenário:



Nessa interface, podemos encontrar os seguintes elementos:

1. Ao apertar o botão "Play", a simulação começará. Se você pausar a simulação com o botão "Pause", aperte "Play" para que a simulação continue de onde parou.



Olimpíada Brasileira Online de Física Experimental



2. Ao apertar o botão "Pause", a simulação irá pausar, permitindo que você tire medidas de maneira mais controlada.
3. Os botões «<Step" e "Step»" servem para analisar a simulação em intervalos discretos de tempo. Ao apertar o primeiro, você retrocede a simulação em 0,01s. Ao apertar o último, você avança a simulação em 0,01s. Essa é uma ótima maneira de controlar suas medidas.
4. Ao apertar o botão "Reset", a simulação irá voltar para o tempo em que $t = 0$ s. Atenção: este botão NÃO reinicia as configurações do simulador, como a velocidade inicial e a gravidade local.
5. Aqui, você consegue controlar a maneira como o projétil será lançado. Ao apertar o botão "Aim low", o projétil será lançado em um ângulo menor em relação à horizontal. Ao apertar o botão "Aim high", o projétil será lançado em um ângulo maior com a horizontal. Ao apertar "Aim at the monkey", o projétil irá mirar no animal a cada instante da trajetória. Atenção: você pode apenas ativar uma dessas configurações por vez. Ao ativar uma, você automaticamente já desativa a anterior e a simulação recomeça.
6. Aqui, você pode controlar o valor da gravidade local dentre 3 valores: 10m/s^2 , 5m/s^2 e 0m/s^2 (sem gravidade). Atenção: você pode apenas ativar uma dessas configurações por vez. Ao ativar uma, você automaticamente já desativa a anterior e a simulação recomeça.
7. Aqui, você pode controlar a velocidade horizontal do projétil dentre 4 valores: 40m/s , 50m/s , 100m/s e $33,3\text{m/s}$. Perceba que essa velocidade é constante ao longo da trajetória. Atenção: você pode apenas ativar uma dessas configurações por vez. Ao ativar uma, você automaticamente já desativa a anterior e a simulação recomeça.
8. Nesta área, você pode visualizar alguns parâmetros da simulação que mudam ao longo da trajetória. Perceba que a gravidade g e a velocidade horizontal v_x são constantes ao longo da simulação, apesar de poderem ser variadas nas configurações originais. As coordenadas do projétil x (coordenada horizontal) e y (coordenada vertical) também são exibidas para qualquer instante de tempo t (que também é exibido). Por fim, a velocidade vertical do projétil ao longo da trajetória também é mostrada.
9. Nesta área, encontra-se um gráfico do movimento, que revela como as posições do projétil e do animal mudam com o passar do tempo. É preferível que você faça a maioria das medidas com respeito ao projétil por meio dos dados exibidos na direita, ao invés de usar o gráfico. Porém, o gráfico pode ser útil para tomar medidas acerca do animal.

Os textos escritos abaixo do simulador não são relevantes para realizar o experimento. Uma observação é importante é que o simulador sempre termina quando o projétil chega em $x = 100\text{m}$

Parte A: Lançamento Oblíquo

Agora, iremos analisar o lançamento oblíquo realizado pelo projétil. Nesta parte, configure a gravidade local para ser $g = 10\text{m/s}^2$, a velocidade horizontal para ser $v_x = 40\text{m/s}$ e a direção como "Aim high".

Item A.1

(4 pontos)

Faça uma tabela da velocidade vertical v_y do projétil para diferentes instantes de tempo. Confirme por uma regressão entre os dados que a dependência entre os termos é linear e que é possível encontrar a gravidade local por meio dessa regressão.



Olimpíada Brasileira Online de Física Experimental



v_y (m/s)	t (s)

Tabela: v_y x t

Item A.2

(7 pontos)

Faça uma tabela da coordenada vertical y do projétil para diferentes valores da coordenada horizontal x .

y (m)	x (m)

Tabela: y x x

Item A.3

(7 pontos)

Linearize os dados da tabela anterior e registre tais dados linearizados em uma nova tabela. Por meio dessa linearização, confirme que a trajetória do projétil é uma parábola.

$f(y)$	$g(x)$

Tabela: $f(y)$ x $g(x)$

Parte B: Curva de perseguição

Nesta parte, vamos focar na configuração "Aim at the monkey". Use uma velocidade horizontal de 33,3m/s e a gravidade local como 10m/s² durante esta parte;

Item B.1

(2 pontos)

Encontre, por meios teóricos, uma expressão para a distância entre os dois corpos como função do tempo e de parâmetros relevantes da simulação

Item B.2

(12 pontos)

Faça uma tabela registrando os seguintes valores para diferentes instantes: as posições x e y do projétil, o tempo, uma estimativa da posição y do animal e, por fim, um cálculo da distância entre os dois corpos r .

Item B.3

(3 pontos)

Faça uma regressão entre os seus dados e descubra os coeficientes da reta entre r e t . O seu resultado é compatível com o esperado?



y' (m)	y (m)	x (m)	r (m)	t (s)

Tabela: $y' \times y \times x \times r \times t$

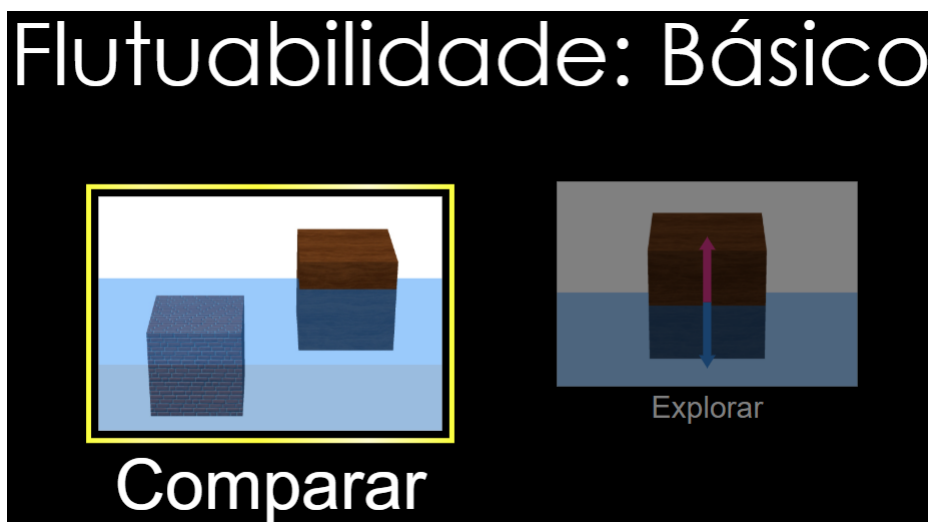
2 Hidrostática e balanças!

Introdução

Neste experimento, vamos estudar a física de objetos afundando em líquidos, com base em conceitos básicos de hidrostática. Além disso, vamos analisar como a inserção de uma balança modifica o experimento. Durante este experimento, você pode desprezar incertezas em seus cálculos.

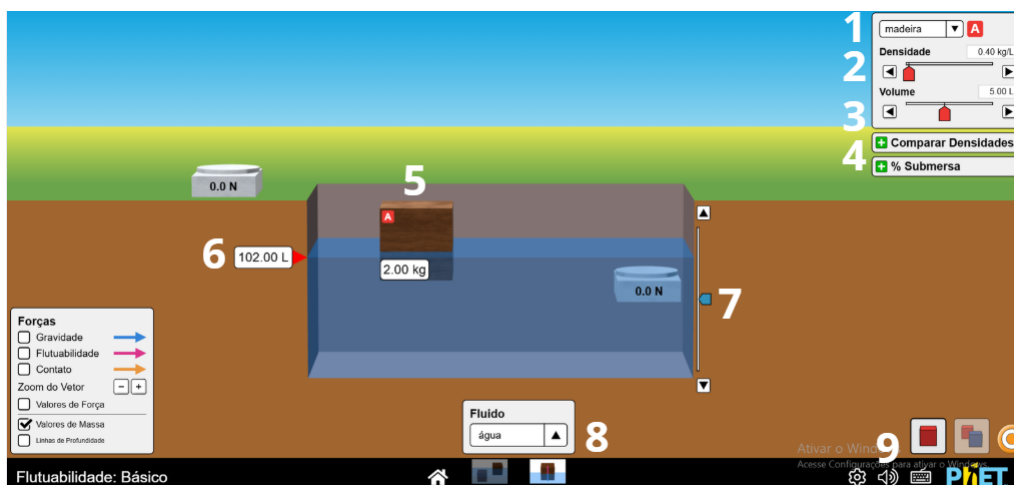
Apresentando o simulador

Para realizar o experimento, utilizaremos um simulador do PHET, que você pode acessar clicando [aqui](#). Assim que você acessar o simulador, se deparará com o seguinte cenário:



Atenção: Clique em "Explorar" e NÃO em "Comparar". Após clicar em explorar, a seguinte interface irá aparecer: Nessa interface, podemos encontrar os seguintes elementos:

1. Aqui, você pode alterar o material do cubo. Esse botão é irrelevante para o experimento, já que você pode alterar as propriedades de outras maneiras melhores.
2. Aqui, você pode alterar a densidade do cubo como preferir.
3. Aqui, você pode alterar o volume do cubo como preferir.
4. Ao apertar cada um desses botões "+", novas informações sobre a simulação serão mostradas a você. Elas são a densidade do líquido utilizado e a porcentagem de volume do cubo que está submersa. É recomendável que você deixe essas abas abertas durante todo o experimento.
5. Este é o cubo utilizado na simulação. Você pode movê-lo como quiser ao longo do espaço da simulação, segurando-o com o cursor do computador. Perceba também que a massa do cubo é informada dentro de um espaço branco localizado no canto inferior esquerdo.



6. Este espaço em branco mostra o volume da água presente somado com qualquer volume submerso.
7. Neste espaço, você pode alterar a altura da balança, que está presa à parede. Você pode fazer isso movendo a seta azul com o cursor ou apertando nos botões em formato de seta.
8. Aqui, você pode escolher o líquido que será utilizado na simulação. É importante destacar que cada líquido possui densidades diferentes, porém possui o mesmo volume.
9. Ao apertar este botão abaixo do número 9, você pode desativar o som da simulação, se assim preferir.

O simulador apresenta diversos outros botões e opções, mas esses outros recursos não são relevantes ao experimento.

Parte A: Relação entre volumes

Nesta parte, vamos analisar a física acerca da flutuabilidade do bloco e outros fatores relevantes. Por enquanto, use "mercúrio" como seu líquido escolhido.

Item A.1

(1 ponto)

Determine o volume da balança e o volume da água por meio de um detalhado procedimento experimental.

Item A.2

(5 pontos)

A porcentagem de volume submerso se relaciona diretamente com a densidade do cubo. Sendo assim, faça uma tabela com a porcentagem submersa para diferentes valores de densidade.

r (%)	ρ (kg/L)

Tabela: $r \times \rho$

Item A.3

(2 pontos)

Por meio de uma regressão entre os dados, determine o valor da densidade da água. Ele é compatível com o valor mostrado no simulador?



Olimpíada Brasileira Online de Física Experimental



Parte B: Uso da balança

Agora, vamos analisar o papel da balança na nossa simulação. Considere a balança como um paralelepípedo. Durante esta parte, você pode variar os valores da densidade e do volume do cubo conforme achar melhor. Porém, use água como seu líquido!

Item B.1

(2 pontos)

Estime a gravidade local, a área da balança e a altura da balança por meio de um detalhado procedimento experimental.

A partir de agora, sempre deixe o cubo diretamente acima da balança. Certifique-se de que eles realmente estejam em contato, pois isso será importante. Além disso, considere que o volume submerso se refere apenas ao volume do cubo e não ao da balança.

Item B.2

(5 pontos)

Registre a força de contato medida pela balança (Normal) para diferentes valores de volume submerso em uma tabela. Lembre-se de manter o volume e a densidade do cubo constantes ao longo de suas medidas.

F (N)	V_S (L)

Tabela: F x V_S

Item B.3

(8 pontos)

Faça um gráfico com os dados anteriores. Por meio do método gráfico ou uma regressão linear, determine os coeficientes da reta.

Item B.4

(2 pontos)

Nos últimos itens, nós verificamos que a relação entre as grandezas é linear nas condições mostradas. Agora, demonstre esse resultado teoricamente e encontre a força de contato em função dos parâmetros da simulação. O seu resultado é condizente com os coeficientes encontrados no item anterior?

Agora que sabemos a fórmula para tal força, podemos analisar uma outra dependência interessante. A partir de agora, mantenha a altura da balança constante e escolha uma altura de forma que, *para qualquer volume*, o cubo ainda se mantenha entre a água e o ar, sem estar completamente em um meio nem no outro.

Item B.5

(8 pontos)

Mantendo a densidade do cubo constante, registre medidas da força de contato para diferentes valores do volume cubo.

Item B.6

(8 pontos)

Com base na equação teórica encontrada no item B4, linearize seus dados da maneira que achar mais conveniente e registre seus novos dados linearizados em uma tabela.



F (N)	V (L)

Tabela: $F \times V$

$f(F)$	$g(V)$

Tabela: $f(F) \times g(V)$

Item B.7

(3 pontos)

Por meio de uma regressão linear ou pelo método gráfico, encontre os coeficientes da linearização feita. Mostre que eles são condizentes com o esperado pelo seu desenvolvimento teórico anterior.

3 Analisando difrações

Introdução

Neste experimento, vamos estudar a difração da luz em diferentes contextos. Para isso, vamos analisar fotos de um experimento de difração realizado presencialmente, sem o uso de simuladores.

Apresentando o experimento

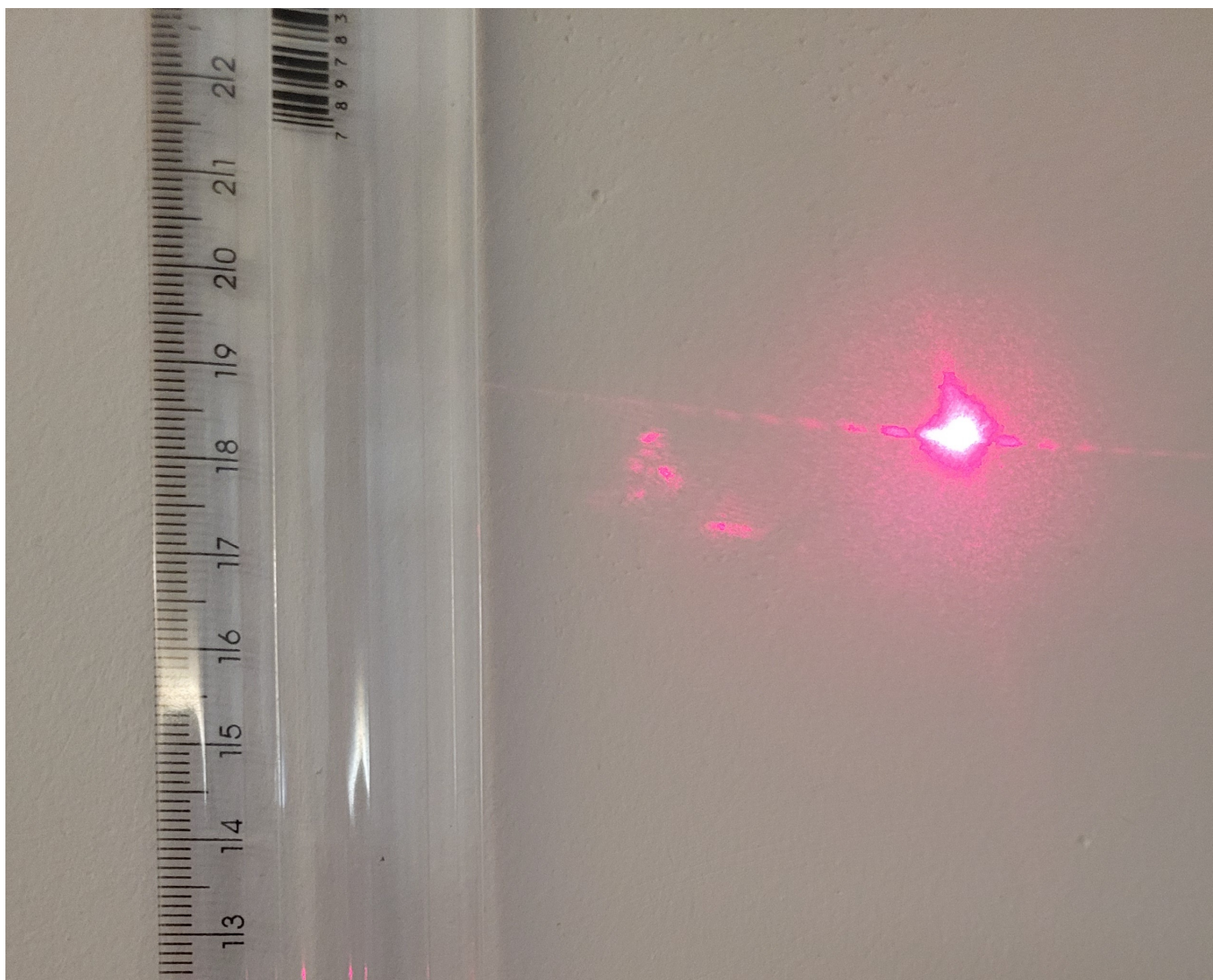
Como dito, não será necessário o uso de simuladores neste experimento, pois você apenas terá que analisar as fotos presentes. Em todas as fotos, desconsidere efeitos de paralaxe e possíveis imprecisões causadas pelo ângulo em que a foto foi tirada.

Em todas as fotos, uma régua aparece. Ela possui marcações principais em cm, mas também marcações menores para medir mm.

Em todos os experimentos, assuma que a distância da fonte até o anteparo é $D = 50\text{cm}$ e que o laser possui um comprimento de onda de $\lambda = 650\text{nm}$

Parte A: Um fio de cabelo

Nesta parte, vamos analisar a difração da luz em um fio de cabelo. Aqui está a foto que será analisada:



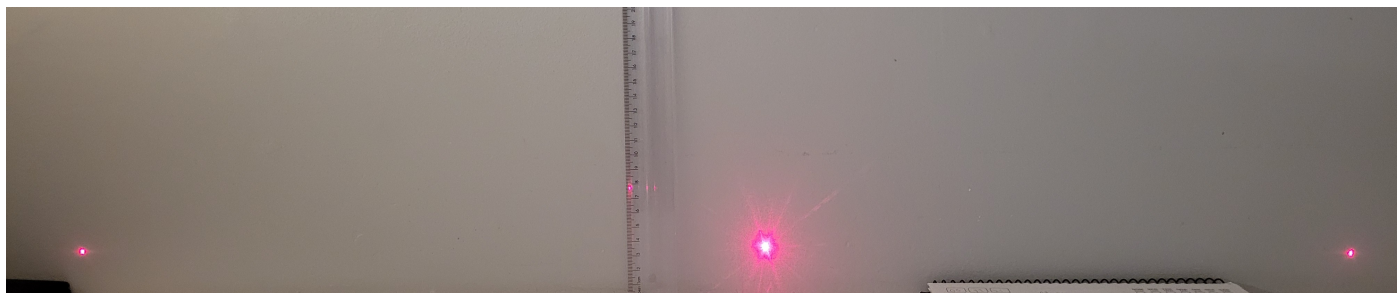
Item A.1

(10 pontos)

Estime o diâmetro do fio de cabelo por meio de medidas na imagem. Lembre-se de detalhar seu desenvolvimento teórico e seu procedimento experimental, além de buscar maneiras de tornar seu resultado mais preciso. Se achar necessário, faça uma tabela de dados relevantes.

Parte B: Redes de difração

Nesta parte, lidaremos com uma rede de difração. A foto relacionada com a rede de difração é esta:





Olimpíada Brasileira Online de Física Experimental



Talvez seja útil saber que o comprimento do pedaço da régua que aparece nesta imagem é de aproximadamente 20,1cm, caso você não consiga vê-lo bem.

Item B.1	(10 pontos)
Estime o número de linhas por mm nessa rede de difração. Lembre-se de detalhar seu desenvolvimento teórico e seu procedimento experimental, além de buscar maneiras de tornar seu resultado mais preciso. Se achar necessário, faça uma tabela de dados relevantes.	