

Advertência sobre segurança: não se encoste ao separador entre os postos de trabalho, pois este pode cair. Esta queda pode propagar-se perigosamente ao longo de fila de mesas por “efeito dominó”, originando uma catástrofe sem precedentes nas Olimpíadas Ibero-Americanas.

Instruções

1. O tempo disponível é 2,5 horas.
2. Utilizar somente a caneta e demais materiais fornecidos, que devem ser devolvidos no final da prova.
3. Escrever claramente o seu nome, apelido/sobrenome e país no quadro abaixo. Escrever também o número de folhas que utilizou na resolução da prova.
4. NÃO escrever os dados anteriores nem qualquer outra marca de identificação nas restantes folhas.
5. Se precisar de sair temporariamente da sala para ir à “casa de banho”/banheiro, por exemplo, faça-o saber a um dos professores presentes no local de exame.
6. Quando terminar, organize todas as folhas de maneira lógica, e coloque-as no envelope com o enunciado. Não é permitido levar consigo qualquer papel nem qualquer outro material que esteja no posto de trabalho. Em especial, **DEIXE OS ÍMANS NO POSTO DE TRABALHO.**

Apelidos/Sobrenomes:	
Nomes:	
País:	

Medir momentos magnéticos com réguas graduadas

Um íman permanente cilíndrico pode ser representado como um solenóide no qual circula uma corrente eléctrica/eléctrica constante. O íman é caracterizado pelo seu momento magnético, \vec{m} , que se exprime em $A \cdot m^2$. Para determinar o momento magnético de um material utiliza-se normalmente um *magnetómetro*, que é um dispositivo que pode funcionar de muitas maneiras diferentes (desde a indução magnética numa bobina detectora/detectora até à interferência quântica em supercondutores), e que quase sempre recorre a equipamento electrónico/electrónico sofisticado.

Neste problema ir-se-á medir o momento magnético de um íman permanente comercial, usando dispositivos tão simples como réguas graduadas... e um segundo íman idêntico ao primeiro.

Estão disponíveis para a experiência:

- 1) Dois ímanes permanentes idênticos de massa $M = 0,20 \pm 0,01 \text{ g}$ cada um.
- 2) Réguas graduadas.
- 3) Fita adesiva.
- 4) Papel.
- 5) Suporte universal com pinças (os ímanes estão agarrados ao suporte).

O problema consiste na determinação do momento magnético dos ímanes, utilizando exclusivamente os elementos acima enumerados, por dois métodos diferentes.

Explique detalhadamente um dos métodos, isto é, descreva-o, determine experimentalmente o valor do momento magnético e determine o seu erro. [7 pontos]

Para o segundo método, basta descrevê-lo e realizar pelo menos uma medição do valor do momento magnético. Não é preciso fazer tratamento de erros. [3 pontos]

Encontrará de seguida um conjunto de expressões e dados que poderão ser úteis, e que se consideram válidos para os ímanes desta experiência:

- 1) O módulo da força que um íman de momento magnético m exerce sobre um segundo íman idêntico que se encontra à distância z do primeiro, sobre o eixo de simetria do sistema (ver Figura 1), é:

$$F_{\text{vertical}} = \frac{3\mu_0}{2\pi} \frac{m^2}{z^4} \quad (\text{E1.1})$$

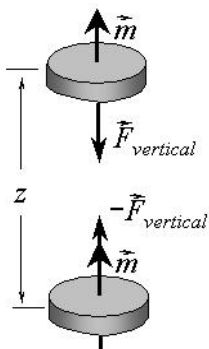


Figura 1: A figura representa o caso em que a força é atractiva/atractiva, mas esta será repulsiva se os momentos magnéticos dos ímanes tiverem sentidos opostos.

2) O módulo da força que um íman de momento magnético m exerce sobre um segundo íman idêntico que se encontra ao lado do primeiro e à distância r deste (ver Figura 2) é:

$$F_{lateral} = \frac{3\mu_0}{4\pi} \frac{m^2}{r^4} \quad (E1.2)$$

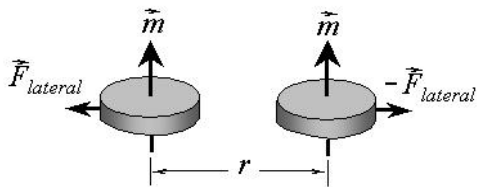
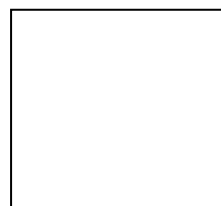


Figura 2: A figura representa o caso em que a força é repulsiva, mas esta será atractiva/atrativa se os momentos magnéticos dos ímãs tiverem sentidos opostos.

3) O coeficiente de atrito estático entre a superfície plana de um íman e a régua ou o esquadro é $\mu_{estático} = 0,58 \pm 0,08$.

$$4) g \approx 9,80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \mu_0 \approx 1,26 \times 10^{-6} \frac{\text{m kg}}{\text{s}^2 \text{ A}^2}$$



Advertência: não pressione com força sobre o interruptor grande do cronômetro/cronômetro pois é bastante frágil.

Instruções

1. O tempo disponível é 2,5 horas.
2. Utilizar somente a caneta e demais materiais fornecidos, que devem ser devolvidos no final da prova.
3. Escrever claramente o seu nome, apelido/sobrenome e país no quadro abaixo. Escrever também o número de folhas que utilizou na resolução da prova.
4. NÃO escrever os dados anteriores nem qualquer outra marca de identificação nas restantes folhas.
5. Se precisar de sair temporariamente da sala para ir à “casa de banho”/banheiro, por exemplo, faça-o saber a um dos professores presentes no local de exame.
6. Quando terminar, organize todas as folhas de maneira lógica, e coloque-as no envelope do enunciado. Não é permitido levar consigo qualquer papel.

Apelidos/Sobrenomes:	
Nomes:	
País:	

O voo/vôo da forma de papel [10 pontos]

A força de resistência sobre um corpo em movimento num fluido depende da velocidade do corpo e pode ser descrita, em geral, pela seguinte equação:

$$F_r = cv^\gamma, \quad (\text{E2.1})$$

onde c e γ são constantes que dependem da forma do corpo e da natureza do fluido. A força tem, obviamente, o sentido contrário ao movimento do corpo.

Nesta experiência, o corpo é uma ou mais formas de papel sobrepostas, que se deixam cair com a parte aberta virada para cima (isto é, caem numa posição inversa à de um pára-quedas) e o fluido é o ar. *Nesta experiência a velocidade é aproximadamente constante durante toda a queda sempre que esta dure mais de um segundo.*

O objectivo/objetivo desta experiência é determinar experimentalmente o expoente γ definido na equação (E2.1) para formas de papel em queda no ar.

Estão disponíveis:

- 3 formas de papel da mesma massa
- um cronómetro/cronómetro
- fita adesiva para marcar o ponto de lançamento
- papel milimétrico e papel logarítmico (log-log)

A *forma* das formas de papel afecta/afeta significativamente os tempos de queda. Por isso deverá ter especial cuidado na sua manipulação para não as deformar no decurso da experiência. Se isso acontecer, pode pedir a um dos professores presentes na sala para substituir a forma.