

# Campeonato de Física 2020

Gabriel Telles

24 de agosto

## Problema 4 - Grupos B e C

### Tempo de Reação

Entre um estímulo visual e a sua reação a ele decorre um intervalo de tempo, chamado *tempo de reação*, o qual costuma ser da ordem de décimos de segundo. Esse valor é parte essencial da incerteza nas medidas envolvendo reações humanas, como uma pessoa cronometrando um movimento, por exemplo. Uma das maneiras mais fáceis de se estimar o próprio tempo de reação é, com a ajuda de outra pessoa, usar uma régua ou um cronômetro.

- Descreva um método para estimar seu tempo de reação usando um dos materiais mencionados acima.
- Repita no mínimo 5 vezes o método proposto. Faça uma tabela com os dados relevantes, e chegue a um valor final para o seu tempo de reação.

### Pêndulo Físico

#### Introdução

Considere um pêndulo físico: um corpo rígido, de centro de massa  $C$ , suspenso por um ponto  $O$ , posto a rotacionar por um eixo perpendicular ao plano do corpo. Seja  $a$  a distância  $OC$ . Neste problema você construirá um pêndulo físico, estudará seu período variando a distância  $a$  e encontrará o valor da aceleração da gravidade local  $g$ .

#### Construção

O corpo rígido a ser utilizado será um retângulo (na prática, é claro, será um paralelepípedo, mas isso pouco ou nada influenciará nos resultados). Recomenda-se fortemente o uso de um pedaço retangular de papelão, pois pode ser recortado facilmente de qualquer caixa de papelão (na confecção do experimento, usamos uma face de caixa de sapato). A vantagem do papelão é sua leveza (facilita o manuseio), facilidade de perfuração (para variar o ponto  $O$ ) e sua disponibilidade. Entretanto, na falta de tal material, fica aberta a possibilidade de usar materiais semelhantes, desde que devidamente relatado. Para suspender o pêndulo, você tem mais liberdade. Na nossa confecção, usamos um pequeno

prego para perfurar o papelão e servir de pivô. Testamos o prego num furo pré-existente da parede, e também colado com fita na borda de uma prateleira, de modo a deixar o pêndulo livre para oscilar.

c) Construa um pêndulo físico, baseando-se nas instruções acima. Quais são suas dimensões? Localize o centro de massa do seu pêndulo. Envie duas fotos: uma foto dos materiais utilizados e outra do pêndulo montado. Descreva brevemente os materiais e o suporte.

## Modelo teórico

d) Calcule o período  $T$  de um pêndulo físico retangular, de dimensões  $b$  e  $h$ , suspenso por um ponto  $O$  distante  $a$  do centro de massa  $C$ . Para simplificar a notação, escreva o momento de inércia em relação a  $C$  como  $I_c$ , considerando que o pêndulo tem massa  $m$  uniformemente distribuída. Faça um esboço teórico do período em função de  $a$ . Para qual distância o período é mínimo?

## Experimento

e) Suspenda o pêndulo a uma determinada distância  $a$  do centro de massa e meça seu período  $T$ . Repita o processo para no mínimo 10 distâncias diferentes. Faça uma tabela com os valores medidos de  $T$  e de  $a$ , com suas respectivas incertezas. Como você estimou (e minimizou) essas incertezas?

f) Represente os dados coletados em um gráfico (de preferência em papel milimetrado, ou análogo virtual) de  $T$  em função de  $a$ .

## Análise de dados

g) Use combinações convenientes das variáveis para expressar seus dados por meio de uma reta. Quais os coeficientes linear e angular dessa reta teórica?

h) Faça uma regressão linear (incluindo um gráfico) com os dados coletados, e obtenha a aceleração da gravidade  $g$  e a razão entre o momento de inércia do corpo e sua massa  $I_c/m$ . Calcule a incerteza para ambos os valores, justificando seus cálculos.

i) Os valores teóricos para a gravidade e para a razão  $I_c/m$  estão dentro da sua margem de erro experimental? Caso não, discuta efeitos que expliquem o valor encontrado.

## Dicas

### DICA 1 (26/08):

Outras sugestões para a construção do pêndulo: o apoio entre pêndulo e suporte também pode ser um palito de dente ou clipe de papel; o suporte pode ser uma gaveta, mesa, prateleira, ou você pode construir seu próprio apoio com papelão.

Lembre-se de incluir tanto o erro estatístico (obtido pela incerteza nos coeficientes da reta linearizada) quanto o erro sistemático no cálculo da incerteza da aceleração da gravidade.

**DICA 2 (29/08):** Para linearizar a equação do período, uma possibilidade é elevá-la ao quadrado e depois multiplicá-la por  $a$ . Fazendo  $y = T^2a$  e  $x = a^2$ , chega-se numa equação linear, da qual podemos extrair a aceleração da gravidade e a razão  $I_c/m$ . Ao realizar uma regressão linear pelo Método dos Mínimos Quadrados, por exemplo, obtêm-se também as incertezas estatísticas nos coeficientes, as quais podem ser propagadas para os valores desejados.

