

27/04/09

### Prova 1 de F129

1) Uma balança de dois braços é um instrumento há muito utilizado para se medirem massas e é construída conforme o desenho simplificado abaixo.

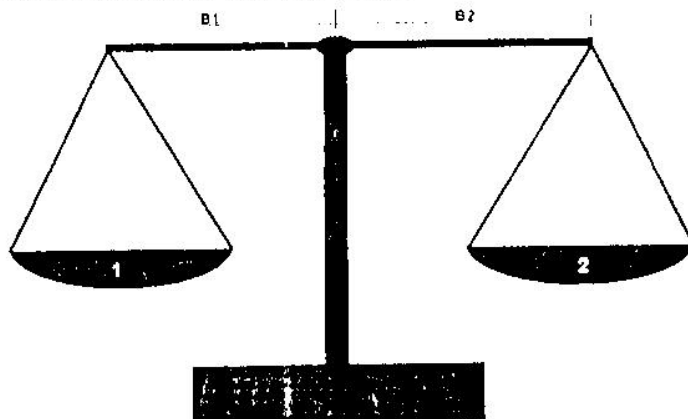


Figura 1: Esquema da balança de dois braços.

Ela possui dois braços, de comprimentos  $B1$  e  $B2$ , conectados a um eixo central, estando um prato ligado ao final de cada braço. A balança é construída de forma que esteja em equilíbrio quando não houver massa sobre ambos os pratos.

Quando há uma massa  $m_1$  no prato 1 e uma massa  $m_2$  no prato 2, para que o sistema esteja em equilíbrio deve ser satisfeita a condição de igualdade entre os torques, ou seja:

$$m_1 \cdot g \cdot B1 = m_2 \cdot g \cdot B2$$

Para a utilização deste tipo de balança é necessário possuir massas de referência, com valores aferidos previamente. Assim, sabendo-se o valor desta massa, pode-se determinar o valor da massa desconhecida.

a) Se o sistema estiver em equilíbrio, estando uma massa de referência  $m_R$  no prato 1 e uma massa desconhecida  $m_d$  no prato 2, qual é a expressão explícita para  $m_d$ ? (0,1)

b) Para facilitar o processo de medida, os fabricantes buscam que o comprimento seja igual para os dois braços. Assumindo que isto seja verdade, qual seria a expressão explícita para  $m_d$  no caso descrito na letra anterior? (0,2)

c) Cite 2 fontes relevantes de erros no processo de medida e diga como reduzi-los. (1,2)

d) Ao colocarmos as massas de referência,  $m_R$ , no prato 1 e a massa desconhecida,  $m_d$ , no prato 2 nós obtemos os seguintes valores de  $m_R$  para atingir o equilíbrio:

Tabela 1: valores da massa de referência no equilíbrio.

Medida nº	Massa ( $\pm 0,01\text{kg}$ )
1	1,02
2	1,04

3	1,00
4	1,10
5	1,08
6	1,02
7	1,05
8	1,08
9	1,05
10	1,06

Supondo que os comprimentos dos braços são iguais, obtenha o melhor valor para a massa  $m_d$  com o erro da medida (1,0)

e) Ao colocarmos as massas de referência,  $m_R$ , no prato 2 e a mesma massa desconhecida,  $m_d$ , no prato 1 e repetirmos o processo da situação anterior encontramos um valor de  $(0,96 \pm 0,03)\text{kg}$ . Sabendo-se que as medidas foram executadas de forma bastante cuidadosa, a qual fonte podemos atribuir tal discrepância? (0,5)

f) Escreva as expressões explícitas, como no item (a), para a massa desconhecida  $m_d$  em duas situações:

- i) quando  $m_d$  está no prato 1 e a massa de referência  $m_R^{(2)}$ , no prato 2;
- ii) quando  $m_d$  está no prato 2 e a massa de referência  $m_R^{(1)}$ , no prato 1 ( $m_R^{(1)}$  não necessariamente igual a  $m_R^{(2)}$ ).

Então, utilizando os valores para  $m_d$  dos itens (d) e (e), encontre o valor mais correto para  $m_d$ . Não se preocupe com o erro, apenas o denote por  $\Delta m$ . Escreva o resultado com três algarismos significativos. (1,5)

g) Para calibrarmos a balança utilizamos massas previamente aferidas em ambos os pratos. Colocamos a massa  $m_1$  no prato 1 e a massa  $m_2$  no prato 2 e anotamos os valores que fazem com que o sistema entre em equilíbrio:

Tabela 2: valores das massas utilizadas na calibração.

Medida nº	$m_1 (\pm 0,01\text{kg})$	$m_2 (\pm 0,01\text{kg})$
1	1,06	0,95
2	1,12	1,02
3	1,18	1,04
4	1,24	1,10
5	1,30	1,14
6	1,36	1,23
7	1,42	1,25
8	1,48	1,31

A partir destes dados faça um gráfico e obtenha dele uma relação entre os braços da balança. Escreva o resultado com três algarismos significativos. (1,5)

h) Utilizando nossa balança recém calibrada colocamos uma nova massa desconhecida no prato 1 e o sistema entra em equilíbrio com uma massa de referência no valor de  $(5,78 \pm 0,03)\text{kg}$  no prato 2. Qual é o melhor valor para a massa desconhecida?

Novamente não se preocupe em calcular o erro, apenas o denote por  $\Delta m$ . Escreva o resultado com três algarismos significativos. (0,5)

2) Buscamos estudar as funções que definem as energias potencial gravitacional e cinética. Sabendo que o trabalho efetuado pela força peso de um corpo de massa  $m$  que cai livremente de uma altura  $h$ , medida com relação a algum referencial, sob ação da gravidade  $g$ , é dado por  $\tau = m \cdot g \cdot h$  nós chegamos à função  $E_p = mgh$  para a energia potencial gravitacional. Resta definirmos a forma da função energia cinética. Para isso, propomos o seguinte modelo, utilizando leis de potência:

$$\text{Energia cinética: } E_K = \alpha \cdot m^\beta \cdot v^\gamma$$

Onde  $m$  é a massa do corpo,  $v$  sua velocidade e  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são constantes desconhecidas.

O objetivo é medir as três constantes desconhecidas através de um experimento que utilize o material disponível no laboratório de F129. Para isso:

- Partindo do modelo proposto mostre as equações que serão utilizadas (suponha  $g$  conhecido). Dica: As medições poderão ser realizadas mais de uma vez. (0,5)
- Descreva a montagem e o procedimento experimental em detalhes ressaltando os cuidados experimentais a serem tomados. (1,5)
- Explique como devem ser analisados os dados. (1,5)

**Fórmulas úteis:**

$$\Delta x_{est} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x} - x_i)^2}{N(N-1)}}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N}$$

$$\Delta x_{total} = \sqrt{(\Delta x_{est})^2 + (\Delta x_{inst})^2}$$