

Sociedade Portuguesa de Física  
Olimpíadas de Física - Etapa Regional

23 de abril de 2022

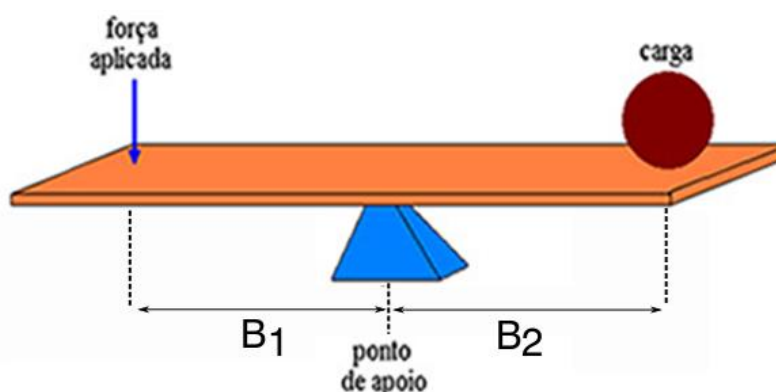
Duração: 1 h 25 min

**Prova Experimental - Escalão A**

***A balança da mercearia***

“Dai-me uma alavanca e um ponto de apoio e levantarei o mundo”

A frase acima é atribuída a **Arquimedes**, filósofo da antiguidade, responsável por importantíssimas contribuições para a Física Clássica como a Lei da Impulsão e a Lei da Alavanca. É esta última que irás verificar na prova de hoje.



Uma alavanca ideal é composta por uma barra rígida, sem massa, e um ponto de apoio (fulcro). A posição da barra em relação ao fulcro determina o comprimento dos dois braços da alavanca: o braço da carga e o braço da força. A Lei da Alavanca estipula que haverá equilíbrio quando forem iguais os produtos entre o comprimento de cada braço e a correspondente força aplicada:

$$F_1 \times B_1 = F_2 \times B_2 \quad (1)$$

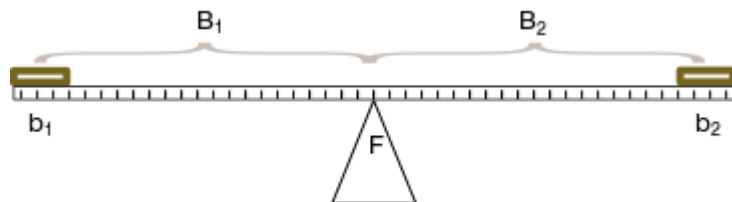
Na equação (1),  $F_1$  e  $F_2$  são as forças aplicadas em cada um dos braços, sendo  $B_1$  e  $B_2$  os respetivos comprimentos. Nesta prova irás verificar a Lei da Alavanca usando uma alavanca em que podes alterar a posição do fulcro.

## Material disponível:

- Fulcro (perfil de alumínio, em forma de L, com 5 cm de comprimento)
- Alavanca (régua de madeira com 25 cm de comprimento)
- Massas de referência (anilhas de aço)

## 1: Lei da Alavanca

- Calibração: começa por determinar o centro da tua alavanca, equilibrando-a no fulcro, sem qualquer massa de referência. Este será o ponto ( $F$ ) em relação ao qual irás medir os braços. Caso consideres necessário, marca o ponto  $F$  com um ligeiro traço **a lápis** na madeira, que no final da prova deves ter o cuidado de apagar.
- Verificação da Lei da Alavanca: coloca uma massa de referência ( $n_1 = 1, n_2 = 1$ ) em cada braço da alavanca de modo a equilibrar a alavanca. Repete o procedimento para diferentes posições das massas de referência. Preenche as colunas a cinzento da tabela seguinte com as posições, na escala da régua, das massas de referência (como referência utiliza o centro do furo das anilhas,  $b_1$  e  $b_2$ ) e do fulcro ( $F$ ). O fulcro é o mesmo que determinaste anteriormente. Para cada braço da alavanca,  $B_1$  e  $B_2$ , calcula o produto do braço pelo número de massas de referência, que neste caso são iguais a 1.



$n_1$	$b_1$ (cm)	$F$ (cm)	$b_2$ (cm)	$n_2$	$B_1 \times n_1$	$B_2 \times n_2$
1				1		
1		'''		1		
1		'''		1		
1		'''		1		
1		'''		1		

Comenta os resultados obtidos:

---



---

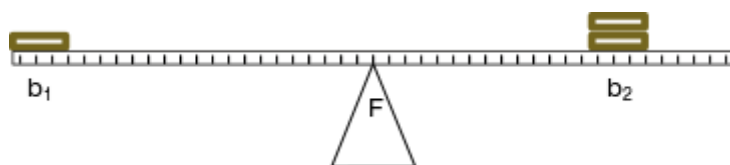


---

## 2: Fulcro Fixo

De acordo com a lei da alavanca, ao variar o número de massas de referência num dos braços da alavanca, mantendo apenas uma massa de referência no outro braço, o comprimento dos braços deve ser ajustado de modo a equilibrar a alavanca, mantendo o produto da força pelo braço igual de ambos os lados do fulcro. É isso que irás verificar no próximo ponto:

- I. Coloca uma massa de referência ( $n_1 = 1$ ) na extremidade do braço 1 e um número crescente de massas de referência ( $n_2 = 1, 2, 3, 4, 5$ ) no braço 2, ajustando a posição das últimas de modo a equilibrar a alavanca. Preenche as células a cinzento na tabela com as tuas medidas e, para cada braço da alavanca, calcula o produto do braço pelo correspondente número de massas de referência,  $n_1$  e  $n_2$ .



$n_1$	$b_1$ (cm)	$F$ (cm)	$b_2$ (cm)	$n_2$	$B_1 \times n_1$	$B_2 \times n_2$
1				1		
1	'''	'''		2		
1	'''	'''		3		
1	'''	'''		4		
1	'''	'''		5		

Tendo em conta a Lei da Alavanca, como justificas o que observas?

---



---



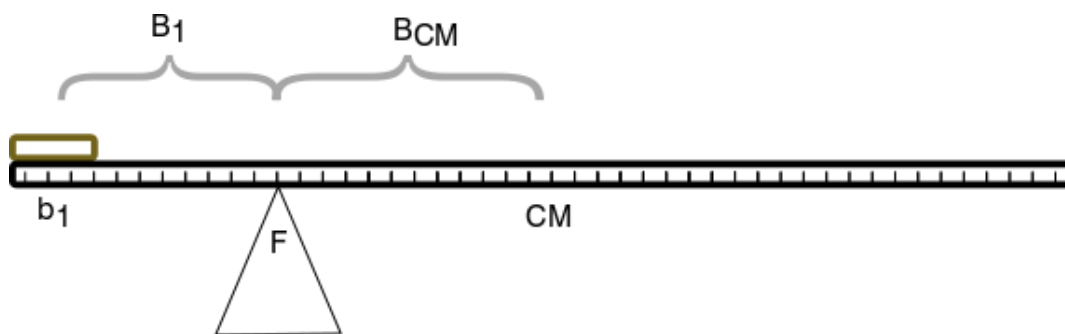
---

### 3: Determinação da massa da alavanca

- I. Coloca uma massa de referência numa das extremidades da alavanca e desloca o fulcro de modo a equilibrar a alavanca, tal como mostra a figura em baixo.
- II. Determina o braço dessa massa de referência ( $B_1$ ).  $B_1 = \underline{\hspace{2cm}}$
- III. O Centro de Massa da alavanca (CM na figura) corresponde ao ponto F que determinaste na parte 1 (Lei da Alavanca). Usando esse valor e aquele que medes agora para a posição de F, calcula o braço do Centro de Massa da alavanca ( $B_{CM}$ ).

$$B_{CM} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- IV. Admitindo que o peso da alavanca está aplicado no seu Centro de Massa e sendo  $m = 5.5 \text{ g}$  o valor da massa de referência, obtém a massa  $M$  da alavanca tendo em conta que  $m \times B_1 = M \times B_{CM}$ .  $M = \underline{\hspace{2cm}}$



### 4: Fulcro Variável

Irás agora fazer variar a posição do fulcro, mantendo as posições das massas de referência ( $b_1$  e  $b_2$ ) constantes e variando o número de massas de referência no braço 2.

- I. Começa por colocar uma massa de referência em cada extremidade da alavanca ( $n_1 = n_2 = 1$ ).
- II. Em seguida, coloca um número crescente de massas de referência ( $n_2$ ) na extremidade do braço 2. Para cada valor de  $n_2$ , ajusta a posição do fulcro de modo a equilibrar a alavanca. Preenche as células a cinzento da tabela e, para cada braço da alavanca, calcula o produto do braço pelo correspondente número de massas de referência.



$n_1$	$b_1$ (cm)	$F$ (cm)	$b_2$ (cm)	$n_2$	$B_1 \times n_1$	$B_2 \times n_2$
1				1		
1				2		
1				3		
1				4		
1				5		
1				6		

Explica o efeito da massa da alavanca nos resultados obtidos:

---



---



---

## 5: Correção do efeito da massa da alavanca

- I. Para as medidas registadas na tabela anterior, obtém os produtos das massas de referência pelos braços em cada um dos lados da alavanca, acrescentando no braço 1 a contribuição do produto da massa da alavanca pelo seu braço relativamente ao fulcro ( $B_{CM} \times M$ ).

$n_1$	$n_2$	$F$ (cm)	$B_{CM}$ (cm)	$B_1 \times n_1 \times m + B_{CM} \times M$	$B_2 \times n_2 \times m$
1	1				
1	2				
1	3				
1	4				
1	5				
1	6				

Comenta os resultados obtidos:

---



---



---