

## Mesa de forças 1000694

### Manual de instruções

10/13 ALF



- 1 Pé
- 2 com pesos de entalhe
- 3 Pinças com polias de desvio
- 4 Barra central
- 5 Suporte para corda
- 6 Placa de trabalho

### 1. Descrição

A mesa de forças serve para a comprovação que a força é uma magnitude vetorial assim como para a análise quantitativa da composição e decomposição de forças.

A mesa de forças consiste numa placa de trabalho circular sobre um pé estável com escala dupla da divisão angular. Por sobre as três polias de desvio com pinças de fixação são pendurados pesos com ganchos em cordas. Os três conjuntos de pesos de entalhe de latão consistem em pesos de 2x 5 g, 2x 10 g, 2x 20 g e 2x 50 g cada um, assim como um suspensório de pesos de 50 g.

### 2. Dados técnicos

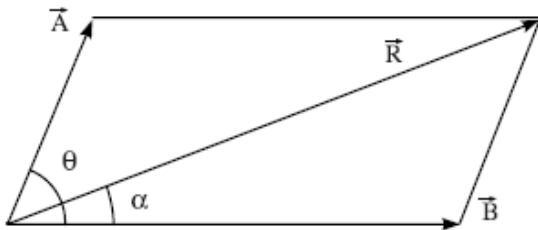
Dimensões:           aprox. 300 mm x 390 mm Ø  
 Escala:                0 até 360° com divisão de 1°  
 Massa:                 aprox. 3 kg

### 3. Princípio

Forças são magnitudes vetoriais. Por isso, a força compensatória resultante de duas forças agindo num mesmo ponto, não pode ser determinada só pelas suas magnitudes, mas também devem ser levadas em consideração as suas direções. A resultante de duas ou mais forças agindo num mesmo plano é uma força única no mesmo plano, a qual produz o mesmo efeito que a combinação das forças individuais.

Portanto, se uma força tem a mesma magnitude que a resultante, mais age contrária em direção, o corpo encontra-se então em situação de equilíbrio. A resultante pode ser determinada de modo analítico ou com métodos gráficos por meio de diferentes leis (paralelogramo de forças, triângulo de forças, polígono de forças).

Segundo a lei do paralelogramo de forças, duas forças que agem simultaneamente sobre um corpo são representadas na sua magnitude e direção por dois lados adjacentes de um paralelogramo. A resultante se produz tanto em magnitude como em direção a partir das diagonais que têm a sua saída no mesmo ponto.



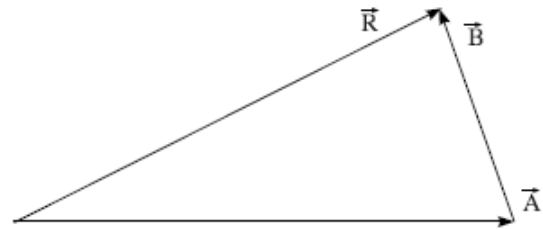
Este teorema pode ser expresso matematicamente da seguinte forma. Quando entre duas forças  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$  que agem sobre um corpo, existe o ângulo  $\theta$ , a resultante  $\vec{R}$  decorre de:

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

Se  $\alpha$  é o ângulo entre a resultante e a força  $\vec{A}$ , então será

$$\tan \alpha = \frac{B \sin \theta}{A + B \cos \theta}$$

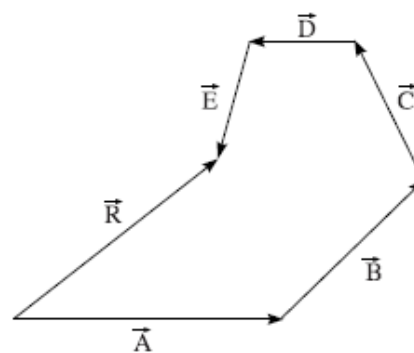
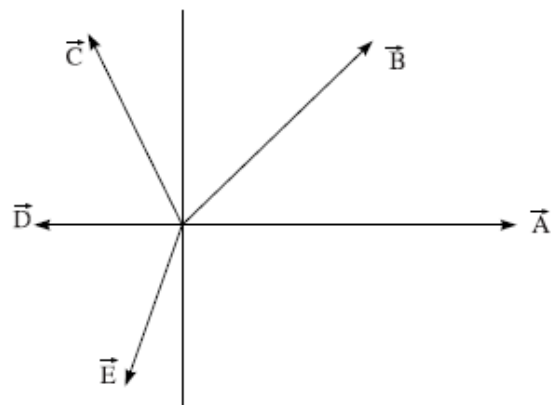
Segundo a lei do triângulo de forças, duas forças que agem simultaneamente sobre um corpo são representadas na sua magnitude e direção por dois lados de um triângulo que têm o mesmo sentido de direção. A resultante decorre, tanto em magnitude como na sua direção, do terceiro lado em sentido de direção contrária a ambos os lados anteriores.



$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$$

Disto resulta que um corpo se encontra em equilíbrio quando três forças agem sobre ele, que são representadas pelos três lados de um triângulo.

Se mais de duas forças agem simultaneamente sobre um corpo, então, a lei do polígono de forças encontra a sua aplicação. Segundo esta lei, várias forças com ponto de aplicação comum na sua magnitude e direção são representadas por um polígono aberto, cujos lados possuem o mesmo sentido de direção. A força compensatória resultante decorre do lado que fecha o polígono em direção contrária dos outros lados.



$$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} + \vec{E} = \vec{R}$$

Por isso, um corpo sobre o qual agem várias forças, encontra-se em equilíbrio, quando as forças podem ser representadas em forma de um polígono fechado. A soma dos vetores das forças individuais é igual a zero, e por isso, a resultante também é zero.

Uma observação mais detalhada destes fatos mostra que a lei do polígono de forças é só uma extensão simples da lei do triângulo de forças.

A mesa de forças é um instrumento adequado para a demonstração da adição de vetores e do equilíbrio de forças, assim como para a comprovação dos métodos gráficos e analíticos. O estado de equilíbrio entre duas ou três forças pode ser demonstrado, e tanto a magnitude como a direção de cada força pode ser determinada com facilidade.

## 4. Utilização

### 4.1 Montagem do aparelho

- Colocar o pé sobre uma superfície plana.
- Aparafusar a barra central verticalmente no pé.
- Pressionar a placa de trabalho com força sobre a barra central.
- Colocar a arruela sobre a furação central e aparafusar o suporte para as cordas.
- Montar as polias de desvio com pinças nas marcas de  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  e  $240^\circ$  da placa de trabalho.
- Colocar o anel sobre o suporte no ponto central da placa de trabalho.
- Colocar as cordas sobre as polias de desvio, pendurar os suspensórios para pesos e colocar pesos de entalhe iguais.
- O anel deveria encontrar-se em equilíbrio.

### 4.2 Exemplo de Experiência: adição de vetores

- Montar a mesa de força como descrito acima.
- Colocar uma massa de 20 g e outra de 50 g num suspensório de pesos em  $0^\circ$  e  $120^\circ$ .
- Estabelecer o equilíbrio colocando massas e escolhendo um ângulo adequado no terceiro suspensório. Para a verificação, levantar o anel e deixá-lo cair. Se o anel cair de volta no centro, foi atingido o estado de equilíbrio. Em caso contrário, mais ajustes devem ser feitos.
- Calcular a magnitude e a direção da força necessária para atingir o equilíbrio. Comparação da magnitude teórica com o valor obtido experimentalmente.
- Desenhar conforme a escala as diferentes forças em direção e magnitude; comprovação da lei do triângulo de forças.
- Repetir a experiência com massas e ângulos diferentes.