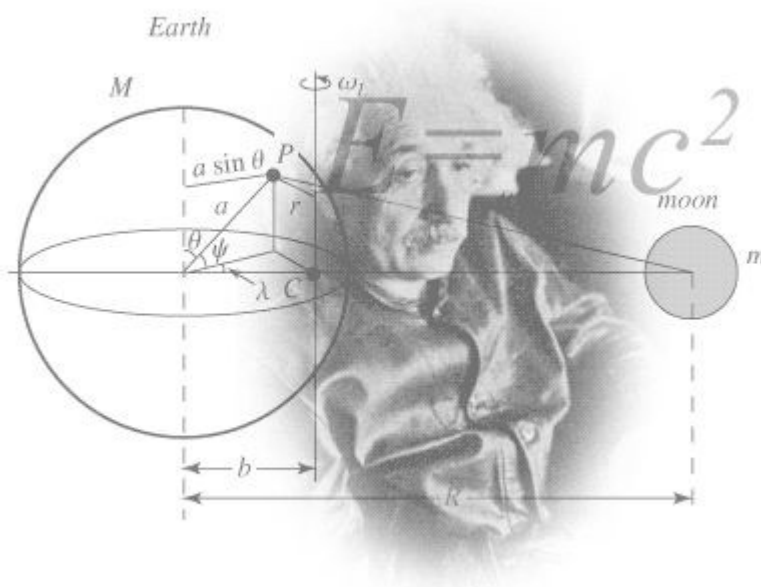


# Física Básica - Resolução de Problemas

**Ederson de Moura**

[ederbsd@gmail.com](mailto:ederbsd@gmail.com)



“Não tentes ser bem sucedido, tenta antes ser um homem de valor”. Albert Einstein.

Difícilmente se poderá exagerar a importância que tem na aprendizagem da Física a resolução de problemas. Se, por um lado, a resolução de problemas constitui o objetivo imediato do ensino da Física, o outro objetivo sendo a formação cultural, por outro lado, a referida resolução contribui poderosamente para compreensão mais adequada da teoria, para a familiarização com a ordem de grandeza das magnitudes em jogo e para o hábito no trato conveniente das unidades.

## 1 Introdução ao Estudo dos Vetores

**Grandeza escalar:** É definida apenas por um valor numérico que depende do sistema de unidades adotados, o que pode ser afetado de sinal positivo ou negativo. Exemplo: massa; volume; tempo; quantidade de trabalho; etc...

Os escalares são somados pelos métodos comuns da álgebra.

**Grandeza vetorial:** Além do valor numérico, denominado módulo ou intensidade, possui direção e sentido. Em alguns casos, a direção ou sentido poderá ficar subentendido. Exemplos:

1. *Deslocamento* - um avião percorre uma distância de 160 km, na direção sul.
2. *Velocidade* - um navio rumo na direção oeste, com a velocidade de 30 km por hora.
3. *Força* - uma força de 10 kgf é aplicada, em um corpo, verticalmente e para cima.

A grandeza vetorial é simbolizada por um vetor, que é representado por uma seta e desenhado em escalas. O comprimento, a direção e o sentido da seta representa, respectivamente, o módulo ou intensidade, a direção e o sentido da grandeza representada. São somados por métodos geométricos.

**Resultante:** de um sistema de vetores é um vetor único que produz o mesmo efeito desse sistema.

**Equilibrante:** de um sistema de vetores é um vetor que anula o efeito desse sistema. Possui a mesma intensidade e a mesma direção que a resultante, mas no sentido oposto.

**Soma de vetores pela regra do paralelogramo:** A resultante de dois vetores, que formam entre si um ângulo qualquer, pode ser representada pela diagonal de um paralelogramo, construído com os dois vetores como lados adjacentes, traçada a partir da origem comum desses vetores.

**Soma de vetores pela regra do polígono vetorial:** Esse método de determinação da resultante consiste em representar (em escala) os vetores, a partir de uma origem arbitrária, um em seguida ao outro, a origem de um na extremidade do anterior. A resultante é o vetor que vai do ponto de origem à extremidade do último vetor adicionado.

**Componente de um vetor:** é o seu valor efetivo em uma dada direção. A componente horizontal é o seu valor efetivo na direção horizontal. Um vetor pode ser considerado como resultante de dois ou mais vetores componentes, desde que, somados, o reproduzam.

- Determinar a resultante de duas forças, uma de 4 kgf e outra de 3 kgf aplicadas no ponto O e que formam entre si um ângulo de:

- $90^\circ$
- $60^\circ$

**Solução gráfica:**

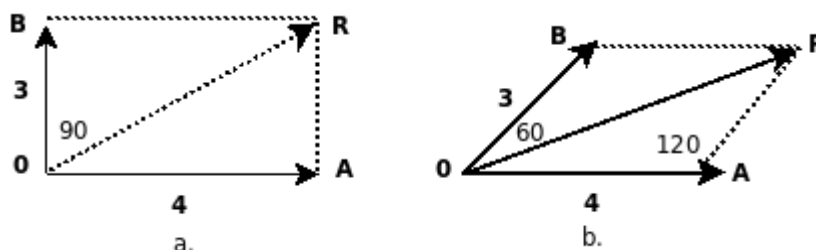


Figura 1

Em cada caso, escolher uma escala adequada, traçar os vetores OA e OB que representam, respectivamente, as forças 4 kgf e 3 kgf, e que formam entre si os ângulos dados.

Completar o paralelogramo, traçando BR paralela a OA e AR paralela a OB. A diagonal OR representa, em cada caso, o vetor resultante das duas forças.

Em (a) OR, medindo em escala, corresponde a 5 kgf.

Em (b) OR, medindo em escala, corresponde a 6,1 kgf.

**Pelo cálculo:**

a) - OAR é um triângulo retângulo. Então,  $OR^2 = 3^2 + 4^2 = 25$   
 $OR = 5 \text{ kgf}$

b) - OAR = 120° ; pela lei dos co-senos:

$$OR^2 = OA^2 + AR^2 - 2 \cdot OA \cdot AR \cdot \cos 120^\circ, \cos 120^\circ = -\cos(180 - 120)^\circ = -\cos 60^\circ$$

$$OR^2 = 4^2 + 3^2 - 2(4)(3)(-0,5) = 16 + 9 + 12 = 37 \quad OR = 6,1 \text{ kgf}$$

- Resolver o problema 1 pela regra do polinômio vetorial.

**Solução gráfica:**

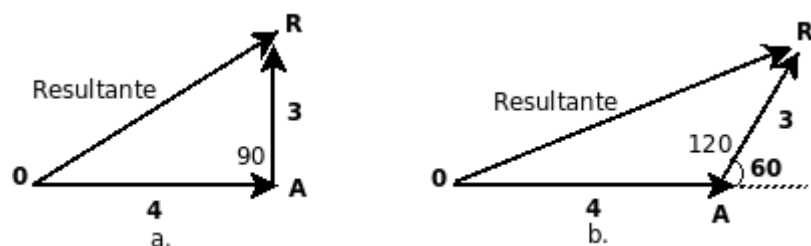


Figura 2

Em cada caso, traçar OA, que representa a força de 4 kgf. De A, traçar AR = 3 kgf, na direção da força de 3 kgf e OR para complementar o triângulo.

O Vetor OR é a resultante e a sua intensidade é igual a 5 kgf em (a) e 6,1 kgf em (b). O cálculo é exatamente o mesmo que o do problema 1.

3. Quatro forças A = 6 kgf, B = 4 kgf, C = 8 kgf, D = 4 kgf, são aplicadas em um objeto, no ponto O, nas direções nordeste, noroeste, oeste e sul, respectivamente. Construir o diagrama das forças e determinar a resultante.

Partindo de O, reapresentam-se os vetores A, B, C e D em sucessão. Coloca-se a origem de cada um na extremidade do precedente. R3 medido na escala, corresponde a 7 kgf.

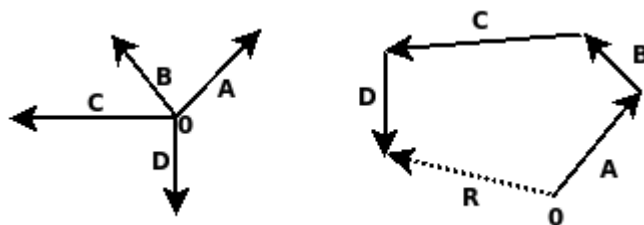


Figura 3

4. A resultante de duas forças em ângulos reto é 100 kgf. Uma delas faz ângulo de  $30^\circ$  com a resultante. Determinar essa força.

Construir um retângulo com uma diagonal que faça um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal e corresponda a 100 kgf. Ou, construir um triângulo retângulo em que a hipotenusa faça um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal e corresponda a 100 kgf.

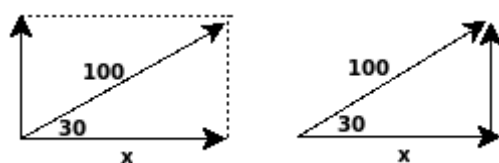


Figura 4

$$x = 100 \times \cos 30^\circ = 100 \times 0,866 = 86,6 \text{ kgf}$$

5. Duas forças em ângulo reto têm uma resultante de 10 kgf. Uma delas é de 6 kgf. Determinar a outra.

Seja y a força pedida. Construir um retângulo em que um lado represente 6 kgf, a diagonal 10 kgf e o outro lado a força y. Ou, construir um triângulo retângulo em que a hipotenusa corresponda a 10 kgf e um dos catetos a 6 kgf.

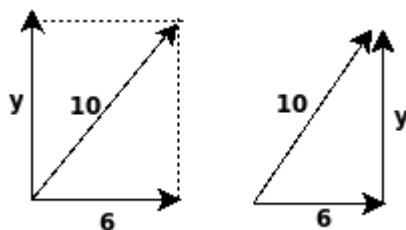
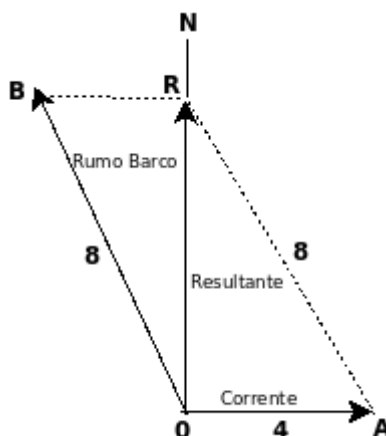


Figura 5

$$y^2 = 10^2 - 6^2 = 100 - 36 \Rightarrow y = 8 \text{ kgf}$$

6. Um barco desloca-se com a velocidade de 8 km/h na água em repouso. Com que ângulo em relação à praia, deve o barco navegar para atingir um ponto diretamente oposto, admitindo, agora, a velocidade da corrente de 4 km/h?

**Solução gráfica:**



Escolher uma escala adequada, traçar OA, que representa a velocidade da corrente, 4 km/h. Traçar ON, uma linha ilimitada, para representar a direção resultante do barco. Centro B em A e raio 8 descrever um círculo, que corta ON em R. Unir AR. Completar o paralelogramo AB. Então OB é a direção de navegação do barco, AOB é o ângulo pedido, e seu valor é de  $120^\circ$ .

**Pelo cálculo:**

$$\sin ROB = \frac{v}{8} = 0,5 \Rightarrow ROB = 30^\circ \Rightarrow AOB = 90^\circ + 30^\circ = 120^\circ$$

Resolução de problemas:

1. Duas forças, de 8 kgf e de 10 kgf, formam entre si um ângulo de  $60^\circ$ . Determinar a intensidade da resultante.

Resposta: 15,6 kgf

2. Decompor uma força de 10 kgf em duas componentes em ângulo reto, de modo que uma delas faça um ângulo de  $45^\circ$  com a força inicial. Resolver graficamente e pelo cálculo.

Resposta: Cada componente é de 7,07 kgf.

3. Decompor uma força de 100 kgf em duas componentes em ângulo reto, de modo que uma delas faça um ângulo de  $30^\circ$  com a força inicial. Resolver graficamente e pelo cálculo.

Resposta: 50 kgf e 86,6 kgf.

4. Um homem anda 50 m para este, 30 m para o sul, 20 m para oeste e 10 m para o norte. Determinar de que distância se afastou do ponto de partida.

Resposta: 36 m.

5. Duas forças de 100 kgf formam entre si um ângulo de  $120^\circ$ . Determinar a intensidade da resultante e da equilibrante.

Resposta: 20 km/h.

6. Calcular a equilibrante do sistema constituído pelas forças concorrentes coplanares de 100 kgf, 141,4 kgf e 100 kgf, que fazem respectivamente ângulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $240^\circ$  com a horizontal.

Resposta: Componente vertical, 63,4 kgf; componente horizontal, 137 kgf; equilibrante 151 kgf.

7. Um trem elétrico que trafega à velocidade de 15 mi/h é lançada uma bola, em ângulo reto com a direção do movimento do trem e com a velocidade de 20 ft/s. Qual a velocidade inicial da bola, relativa à terra.

Resposta: 29,7 ft/s.

8. Um navio se desloca da direção este, à velocidade de 10 km/h. Qual deve ser a velocidade de um outro navio, que navega na direção de  $30^\circ$  nordeste, para que fique sempre ao norte do primeiro.

Resposta: 20 km/h.

9. Um cavalo exerce uma força de 150 kgf para puxar uma barca, ao longo de um canal, à qual está preso por uma corda de 15 m. A barca é conservada a 3 m da margem. Calcular:

- a) O valor efetivo da força que tende a puxar o barco ao longo do canal;
- b) A força que deve ser exercida pelo leme, para conservar a barca a 3 m da margem do canal.

Resposta: a) 294 kgf; b) 30 kgf

## 2 Equilíbrio de Forças Paralelas

**Momento de uma força:** ou torção, em relação a um eixo é a capacidade de uma força produzir rotação em torno desse eixo. É medido pelo produto de intensidade da força pela distância do eixo de rotação à linha de ação da força.

Se a força for expressa em gramas e a distância em centímetros, a unidade do momento será o centímetro-grama (cm.g).

**Equilíbrio:** um corpo está em equilíbrio de translação quando em repouso ou em movimento retilíneo com velocidade constante. Está em equilíbrio de rotação quando gira com velocidade constante em torno de um eixo fixo (ou quando absolutamente não gira).

Um sistema de forças aplicado em um corpo, está em equilíbrio quando sua ação não tem a tendência de produzir nem movimento de rotação, nem movimento de translação.

### Condições de equilíbrio de forças paralelas:

1. A soma algébrica das forças aplicadas em um corpo, em qualquer sentido, deve ser zero. Forças aplicadas segundo um sentido são consideradas positivas e segundo o sentido oposto, negativas.  
Quando esta condição for satisfeita não haverá resultante aplicada ao corpo (e, por conseguinte, o corpo não terá aceleração linear). Em outras palavras o sistema de forças não tenderá a produzir movimento retilíneo no corpo.
2. A soma algébrica do momento de todas as forças, em torno de qualquer eixo, é zero. Isto equivale a dizer que a soma dos momentos, orientados segundo o movimento dos ponteiros de um relógio, em torno de um eixo é igual a soma dos momentos orientados segundo o movimento contrário aos ponteiros de um relógio, em torno desse eixo.  
Quando esta condição for satisfeita, não haverá torção ou momento resultante aplicado ao corpo (e, por conseguinte, o corpo não terá acelerado angular). Se inicialmente estiver em repouso, ele não começará a girar, e se inicialmente estiver girando,

manter-se-á com a mesma rotação.

**Um conjugado:** é formado por duas forças não colineares, de intensidades iguais, direções paralelas e sentidos opostos.

O momento de um conjugado é igual ao produto de uma das forças pela distância entre elas.

Um conjugado só pode ser equilibrado por outro conjugado de momento igual e de sentido oposto.