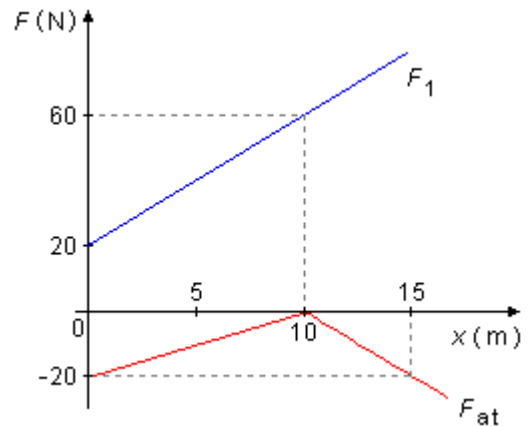


O gráfico representa a variação das forças F_1 e F_{at} (força de atrito) que agem num corpo que se desloca sobre o eixo Ox . Calcular:

- O trabalho da força F_1 para arrastar o corpo nos primeiros 10 m;
- O trabalho da força de atrito enquanto o corpo é arrastado nos primeiros 10 m;
- O trabalho da força resultante para arrastar o corpo nos primeiros 15 m.



Solução

a) O trabalho da força F_1 será numericamente igual a área do trapézio sob a reta que representa esta força (em azul) e o eixo Ox entre 0 e 10 m, marcada em cinza na figura 1 ao lado. A área do trapézio é dada pela equação

$$A = \frac{(B + b)h}{2}$$

onde temos a base maior $B = 60$, base menor $b = 20$ e altura $h = 10$

$$\mathfrak{T} = A = \frac{(60 + 20) \cdot 10}{2}$$

$$\mathfrak{T} = 400 \text{ J}$$

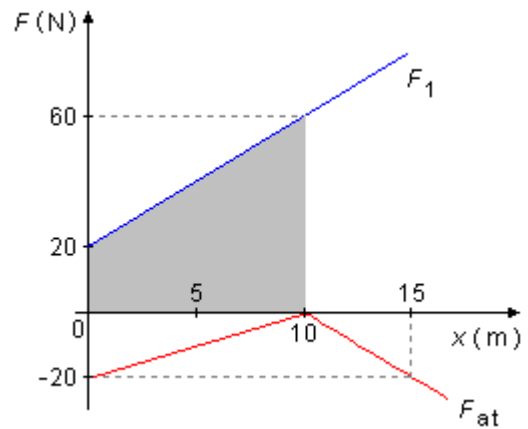


figura 1

b) O trabalho da força de atrito F_{at} será numericamente igual à área do triângulo sob o eixo Ox e limitado pela reta que representa a força de atrito (em vermelho) entre 0 e 10 m, como mostrado no desenho da figura 2 abaixo. A área do triângulo (em cinza) será

$$A = \frac{Bh}{2}$$

onde temos a base do triângulo $B = 10$ e altura $h = -20$

$$\mathfrak{T} = A = \frac{10 \cdot (-20)}{2}$$

$$\mathfrak{T} = -100 \text{ J}$$

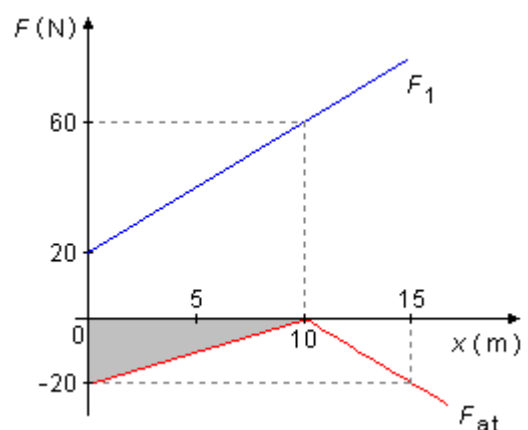


figura 2

c) O trabalho da força resultante R será dado pela soma das áreas que representam o trabalho da força F_1 acima do eixo Ox (área 1 na figura 3) e da força de atrito F_{at} abaixo do eixo Ox (áreas 2 e 3 na figura 3) entre 0 e 15 m.

Para o cálculo da área acima do eixo Ox precisamos saber o valor da força F_1 em 15 m, para isso vamos determinar a equação da reta que representa a força F_1 . A equação da reta é

$$F(x) = ax + b$$

Para determinar os coeficientes a e b vemos do gráfico que a reta deve passar pelos pontos $(x, F) = (0, 20)$ e $(x, F) = (10, 60)$, substituindo esses valores na equação da reta acima, teremos o seguinte sistema

$$\begin{cases} 20 = a \cdot 0 + b \\ 60 = a \cdot 10 + b \end{cases}$$

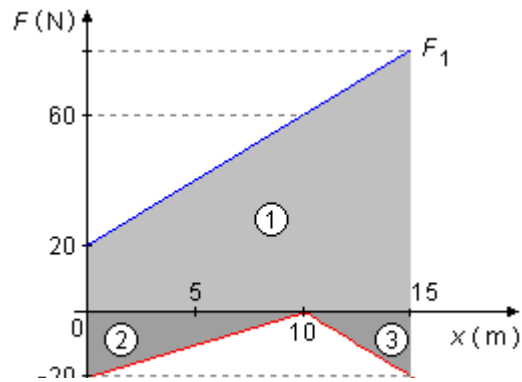


figura 3

este é um sistema de duas equações a duas incógnitas, os coeficientes a e b , da primeira equação temos que $b = 20$, substituindo esse valor na segunda equação temos

$$10a + 20 = 60$$

$$10a = 60 - 20$$

$$a = \frac{40}{10}$$

$$a = 4$$

substituindo os valores de a e b na equação da reta a força será dada pela expressão

$$F(x) = 4x + 20$$

para $x = 15$ m a força será igual a

$$F(15) = 4 \cdot 15 + 20$$

$$F(15) = 60 + 20$$

$$F(15) = 80 \text{ N}$$

Então o trabalho da força F_1 entre 0 e 15 m será numericamente igual a área (1) do trapézio em cinza claro, onde base maior $B = 60$; base menor $b = 20$ e altura $h = 15$

$$\mathfrak{T}_1 = A = \frac{(60 + 20) \cdot 15}{2}$$

$$\mathfrak{T}_1 = 750 \text{ J}$$

O trabalho da força de atrito pode ser calculado em duas partes, primeiro pela área do triângulo entre 0 e 10 m (área (2) na figura 3 acima em cinza escuro) já calculado no item (b) e igual a $\mathfrak{T}_2 = -100 \text{ J}$. A segunda parte deve ser calculada pela área (3) do triângulo entre 10 m e 15 m, para essa área temos base do triângulo $b = 5$ e altura $h = -20$

$$\mathfrak{T}_3 = A = \frac{5 \cdot (-20)}{2}$$

$$\mathfrak{T}_3 = -50 \text{ J}$$

Finalmente o trabalho da força resultante (R) será dado pela soma das três partes calculadas

$$\mathfrak{I}_R = \mathfrak{I}_1 + \mathfrak{I}_2 + \mathfrak{I}_3$$
$$\mathfrak{I}_R = 750 + (-100) + (-50)$$

$$\mathfrak{I}_R = 600 \text{ J}$$