

Trabalho de uma força

Resumo

Trabalho de uma força

Embora a ideia de trabalho pareça um gasto de energia de uma pessoa, não usamos o “trabalho de uma pessoa”. O trabalho é sempre associado a uma força, por isso usamos o trabalho de uma força. É o ato de transferir energia a um corpo.

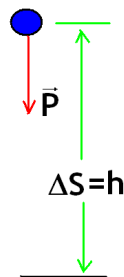
Para uma força constante que proporciona um deslocamento na direção da força, pode-se escrever:

$$W = F\Delta S$$

Mas quando a força e o vetor deslocamento fazem um ângulo θ entre si, a expressão do trabalho toma a forma

$$W = F\Delta S \cos \theta$$

Trabalho da Força Peso



$$W_{\text{peso}} = P\Delta S \cos \theta = P\Delta S \cos 0 = mgh$$

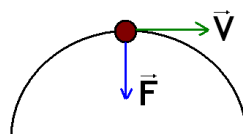
O trabalho da força peso não depende da trajetória, apenas da variação de altura.

Obs.: Se a força está a favor do movimento, o trabalho é dito *motor* e leva sinal positivo. Se a força está ao contrário do movimento, o trabalho é dito *resistente* e leva sinal negativo. Assim o trabalho da força peso de um corpo lançado verticalmente para cima será negativo na subida e positivo na descida.

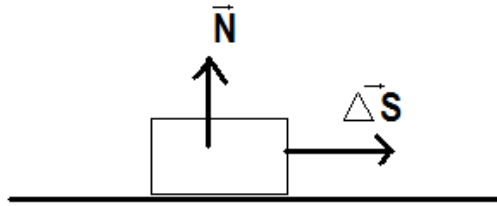
Trabalho de uma Força Perpendicular ao Deslocamento

$$W = F\Delta S \cos \theta = F\Delta S \cos 90^\circ = 0$$

A força perpendicular à velocidade não vai modificar a velocidade, assim não vai transmitir energia ao corpo.



Por exemplo: Um corpo sendo arrastado em uma superfície terá trabalho da força normal igual a zero. Não há contribuição energética por parte da normal para que o movimento se realize (ou fazendo uma análise matemática o ângulo entre a força e o deslocamento é de 90°).

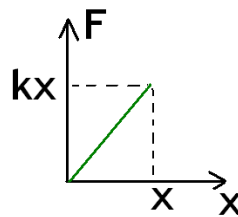


Trabalho de uma Força Elástica

A força elástica é uma força variável, assim seu trabalho é calculado pela área sob o gráfico.

$$\text{Área} = W$$

$$W_{El} = \frac{(kx)x}{2} = \frac{kx^2}{2}$$



Obs.: O deslocamento x é em relação ao equilíbrio.

- **Potência**

Uma máquina é caracterizada não pelo trabalho que efetua, mas pelo trabalho que pode efetuar em determinado intervalo de tempo, donde surge a noção de potência. Por exemplo, para um carro andar mais rápido, isto é, percorrer mesmas distâncias em intervalos de tempo menores, é necessário aumentar o ritmo de combustão do motor, ou seja, aumentar sua potência, cuja expressão é

$$Pot = \frac{\text{energia}}{\text{intervalo tempo}} = \frac{E}{\Delta t}$$

A energia também pode ser substituída por trabalho:

$$Pot = \frac{W}{\Delta t}$$

Unidade de Potência = J/s = W (watt) [também há o usual cal/s].

É comum também a citação do rendimento.

Imagine uma máquina que opera com 6000 Watts (potência útil). É fornecida a ela 9000 Watts (potência total), sendo que apenas 6000 Watts a máquina será capaz de absorver, dissipando em forma de calor ou som os 3000 Watts restantes.

O rendimento (η) é dado, portanto, por

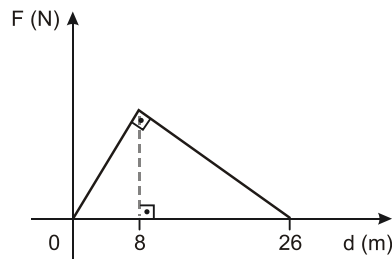
$$\eta = \frac{Pot_{UTIL}}{Pot_{TOTAL}}$$

Exercícios

1. Um bloco, puxado por meio de uma corda inextensível e de massa desprezível, desliza sobre uma superfície horizontal com atrito, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme. A corda faz um ângulo de 53° com a horizontal e a tração que ela transmite ao bloco é de 80 N. Se o bloco sofrer um deslocamento de 20 m ao longo da superfície, o trabalho realizado pela tração no bloco será de:

Dados: $\sin 53^\circ = 0,8$ e $\cos 53^\circ = 0,6$

- a) 480 J
b) 640 J
c) 960 J
d) 1280 J
e) 1600 J
2. Uma pessoa empurrou um carro por uma distância de 26 m, aplicando uma força F de mesma direção e sentido do deslocamento desse carro. O gráfico abaixo representa a variação da intensidade de F , em newtons, em função do deslocamento d , em metros.

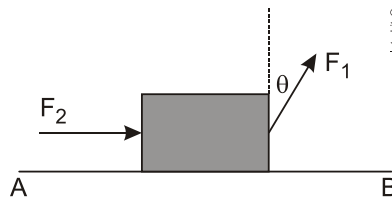


Desprezando o atrito, o trabalho total, em joules, realizado por F , equivale a:

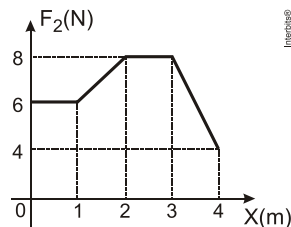
- a) 117
b) 130
c) 143
d) 156
3. Para transportar terra adubada retirada da compostagem, um agricultor enche um carrinho de mão e o leva até o local de plantio aplicando uma força horizontal, constante e de intensidade igual a 200 N. Se durante esse transporte, a força resultante aplicada foi capaz de realizar um trabalho de 1.800 J, então, a distância entre o monte de compostagem e o local de plantio foi, em metros,
- a) 6.
b) 9.
c) 12.
d) 16.
e) 18.

Lembre-se de que o trabalho realizado por uma força, durante a realização de um deslocamento, é o produto da intensidade dessa força pelo deslocamento.

4. O Cristo Redentor, localizado no Corcovado, encontra-se a 710 m do nível no mar e pesa 1.140 ton. Considerando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, é correto afirmar que o trabalho total realizado para levar todo o material que compõe a estátua até o topo do Corcovado foi de, no mínimo:
- a) 114.000 kJ
 - b) 505.875 kJ
 - c) 1.010.750 kJ
 - d) 2.023.500 kJ
 - e) 8.094.000 kJ
5. Um corpo de massa m desliza sobre o plano horizontal, sem atrito ao longo do eixo AB, sob ação das forças F_1 e F_2 de acordo com a figura a seguir. A força F_1 é constante, tem módulo igual a 10 N e forma com a vertical um ângulo $\theta = 30^\circ$.



A força F_2 varia de acordo com o gráfico a seguir:



Dados $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 1/2$

O trabalho realizado pelas forças () para que o corpo sofra um deslocamento de 0 a 4m, em joules, vale

- a) 20
- b) 47
- c) 27
- d) 50
- e) 40

6. Um elevador de 500 kg deve subir uma carga de 2,5 toneladas a uma altura de 20 metros, em um tempo inferior a 25 segundos. Qual deve ser a potência média mínima do motor do elevador, em kW?

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$

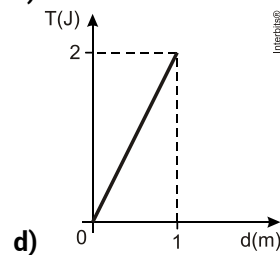
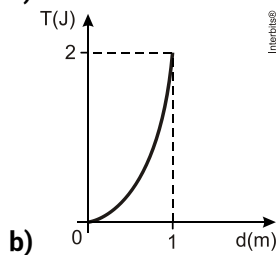
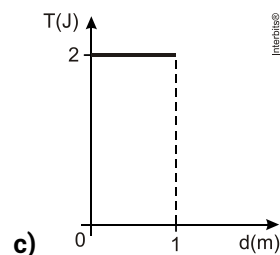
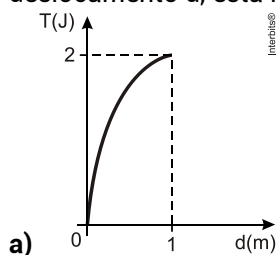
- a) 20
- b) 16
- c) 24
- d) 38
- e) 15

7. Um motor ideal é usado para acionar uma bomba de rendimento igual a 40%, cuja função é elevar 300 litros de água por minuto a uma altura de 20 m. Esse motor consome óleo combustível de poder calorífico igual a $4,0 \times 10^7 \text{ J/kg}$. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $d_{\text{água}} = 1,0 \text{ kg/L}$. Qual é a potência efetiva do motor utilizado nessa tarefa e qual foi o consumo de óleo, em kg, utilizado pelo motor, em uma hora de trabalho?

- a) $P_{ef} = 1000W ; m = 0,225 \text{ kg}$
- b) $P_{ef} = 500W ; m = 0,225 \text{ kg}$
- c) $P_{ef} = 1000W ; m = 0,220 \text{ kg}$
- d) $P_{ef} = 500W ; m = 0,235 \text{ kg}$
- e) $P_{ef} = 1500W ; m = 0,235 \text{ kg}$

8. Um homem arrasta uma cadeira sobre um piso plano, percorrendo em linha reta uma distância de 1 m. Durante todo o percurso, a força que ele exerce sobre a cadeira possui intensidade igual a 4 N e direção de 60° em relação ao piso.

O gráfico que melhor representa o trabalho T, realizado por essa força ao longo de todo o deslocamento d, está indicado em:



9. A tabela reproduz o rótulo de informações nutricionais de um pacote de farinha de trigo.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
(Porção de 50g ou 1/2 xícara de farinha de trigo)		
Quantidade por porção		%VD(%)
Valor energético	170kcal = 714kJ	9%
Carboidratos	36,0g	12%
Proteínas	4,9g	7%
Gorduras totais	0,7g	1%
Gorduras saturadas	0,0g	0%
Gorduras trans	0,0g	—
Fibra alimentar	1,6g	6%
Sódio	0,0mg	0%
Ferro	2,1mg	15%
Ácido fólico (vit. B9)	76µg	19%

Considerando o Valor energético informado no rótulo, essa quantidade de energia corresponde ao trabalho realizado ao arrastar um corpo contra uma força de atrito de 50N, com velocidade constante, por uma distância de, aproximadamente,

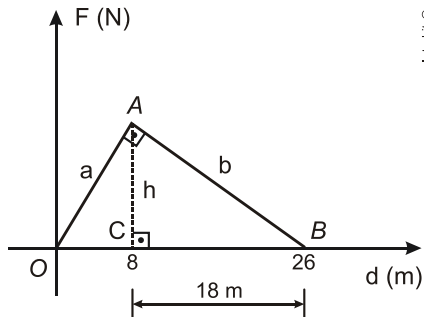
- a) 3,4m.
 - b) 14,3m.
 - c) 1,4km.
 - d) 3,4km.
 - e) 14,3km.
10. Em um corredor horizontal, um estudante puxa uma mochila de rodinhas de 6 kg pela haste, que faz 60° com o chão. A força aplicada pelo estudante é a mesma necessária para levantar um peso de 1,5 kg, com velocidade constante. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o trabalho, em Joule, realizado para puxar a mochila por uma distância de 30 m é
- a) Zero.
 - b) 225,0.
 - c) 389,7.
 - d) 900,0.

Gabarito

1. C

Aplicação de fórmula: $W = F \cdot d \cdot \cos \theta = 80 \times 20 \times 0,6 = 960 \text{ J}$

2. D



No triângulo OAB : $a^2 + b^2 = 26^2 \Rightarrow a^2 + b^2 = 676$. (I)

No triângulo OAC : $a^2 = 8^2 + h^2$. (II)

No triângulo ABC : $b^2 = 18^2 + h^2$. (III)

Substituindo (II) e (III) em (I):

$8^2 + h^2 + 18^2 + h^2 = 676 \Rightarrow 2h^2 = 288 \Rightarrow h^2 = 144 \Rightarrow h = 12 \text{ m}$. O trabalho da força pela força \vec{F} ($W_{\vec{F}}$) é numericamente igual à "área" entre a linha do gráfico e o eixo do deslocamento.

$$W_{\vec{F}} = \frac{26 \times 12}{2} \Rightarrow W_{\vec{F}} = 156 \text{ J}$$

3. B

$$W = Fd \cos \alpha \Rightarrow 1800 = 200d \cos 0^\circ \Rightarrow d = \frac{1800}{200} \Rightarrow \boxed{d = 9 \text{ m}}$$

4. E

Dados: $m = 1.140 \text{ ton} = 1,14 \times 10^6 \text{ kg}$; $h = 710 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$W_{\vec{F}} = mgh = (1,14 \times 10^6)(10)(710) = 8,094 \times 10^9 \text{ J} = 8.094.000 \times 10^3 \text{ J} \Rightarrow$$

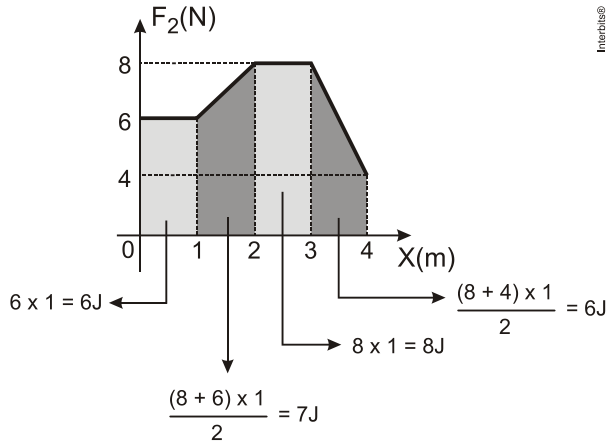
$$W_{\vec{F}} = 8.094.000 \text{ kJ}$$

5. B

$$W_1 = (F \sin 30^\circ) \times d = 10 \times 0,5 \times 4 = 20 \text{ J}$$

$$W_2 \stackrel{\text{Numericamente}}{=} \text{área}$$

A figura abaixo mostra o cálculo da área.



$$W_2 = 6 + 7 + 8 + 6 = 27J$$

$$W = W_1 + W_2 = 20 + 27 = 47J$$

6. C

No caso, a potência mínima será dada por:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{(500 + 2500) \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 24000 \text{ W} = 24 \text{ kW}$$

7. A

Dados: $z = 300 \text{ L/min}$; $h = 20 \text{ m}$; $\eta = 0,4$; $p = 4 \times 10^7 \text{ j/kg}$; $d = 1 \text{ kg/L}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A potência efetiva é a potência útil, usada na elevação da água.

$$P_{ef} = \frac{m g h}{\Delta t} = \frac{d V g h}{\Delta t} = \frac{1 \times 300 \times 10 \times 20}{60} \Rightarrow$$

$$P_{ef} = 1.000 \text{ W}.$$

Calculando a potência total:

$$\eta = \frac{P_{ef}}{P_{total}} \Rightarrow 0,4 = \frac{1000}{P_{total}} \Rightarrow P_{total} = 2.500 \text{ W}.$$

A energia consumida em 1 hora é:

$$\Delta E = P_{total} \Delta t \Rightarrow \Delta E = 2.500 \times 3.600 = 9 \times 10^6 \text{ J}.$$

Usando o poder calorífico, calculamos a massa de óleo consumida em 1 hora.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ kg óleo} \rightarrow 4 \times 10^7 \text{ J} \\ m \text{ kg óleo} \rightarrow 9 \times 10^6 \text{ J} \end{array} \right\} \Rightarrow m = \frac{9 \times 10^6}{4 \times 10^7} \Rightarrow$$

$$m = 0,225 \text{ kg}.$$

8. D

Dados: $F = 4 \text{ N}$; $d = 1 \text{ m}$; $\alpha = 60^\circ$

O trabalho de força constante é calculado pela expressão:

$$T = F d \cos\alpha.$$

Essa expressão mostra que o trabalho (T) de força constante é diretamente proporcional ao deslocamento (d); portanto, o gráfico $T = f(d)$ é uma **reta que passa pela origem**.

Para os valores fornecidos:

$$T = 4(1) \cos 60^\circ = 4(0,5) \Rightarrow T = 2 \text{ J.}$$

9. E

Em módulo, o trabalho da força de atrito ($W_{F_{\text{at}}}$) deve ser igual ao valor energético.

$$|W_{F_{\text{at}}}| = F_{\text{at}} \Delta S \Rightarrow \Delta S = \frac{|W_{F_{\text{at}}}|}{F_{\text{at}}} = \frac{714 \times 10^3}{50} \Rightarrow \Delta S = 14,28 \times 10^3 \text{ m} \Rightarrow$$

$\Delta S \cong 14,3 \text{ km.}$

10. B

Dados: $m_1 = 6 \text{ kg}$; $m_2 = 1,5 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\Delta S = 30 \text{ m}$; $\alpha = 60^\circ$.

Se a força \vec{F} é a necessária para levantar o corpo de massa m_2 com velocidade constante, então a intensidade dessa força é:

$$F = P_2 = m_2 g = 15 \text{ N.}$$

O trabalho realizado (W) para arrastar a mochila é:

$$W = F \Delta S \cos 60^\circ = (15)(30)(0,5) \Rightarrow W = 225 \text{ J.}$$