Trabalho de uma força

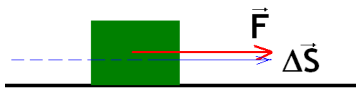
Resumo

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.

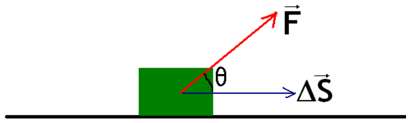
Para uma força constante que proporciona um deslocamento na direção da força, pode-se escrever:

$$W = F\Delta S$$

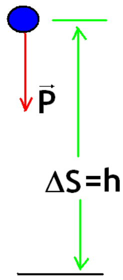


Mas quando a força e o vetor deslocamento fazem um ângulo θ entre si, a expressão do trabalho toma a forma

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



Trabalho da Força Peso



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

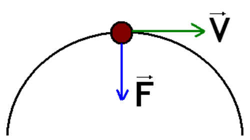
O trabalho da força peso não depende da trajetória, apenas da variação de altura.

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.

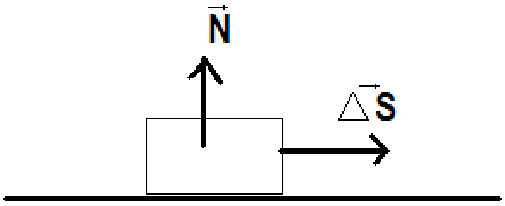
Trabalho de uma Força Perpendicular ao Deslocamento

$$W = F\Delta S\cos\theta = F\Delta S\cos 90° = 0$$

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

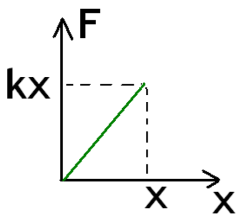


Por exemplo: Um corpo sendo arrastado em uma superfície terá trabalho da força normal igual a zero. Não há contribuição energética por parte da normal para que o movimento se realize (ou fazendo uma análise matemática o ângulo entre a força e o deslocamento é de 90º).



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

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

  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

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

Quer ver este material pelo Dex? Clique aqui

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: sen 53° = 0,8 e cos 53° = 0,6

a) 480 J

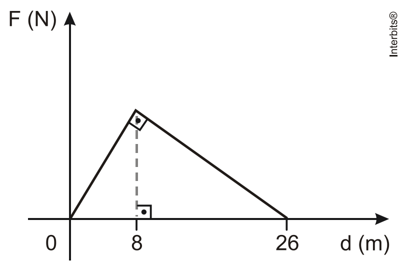
b) 640 J

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 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

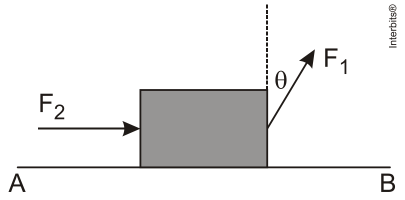
b) 505.875 kJ

c) 1.010.750 kJ

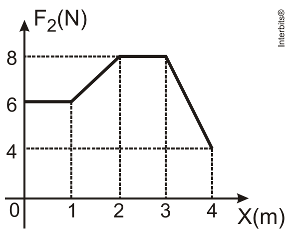
d) 2.023.500 kJ

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 $\theta = 30^o$.



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



Dados sem 30º = cos = 60º = 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: $g = 10\ m/s^2$

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 $4,0 \times 10^7$ J/kg. Considerando $g = 10\ m/s^2$ e $d_{água} = 1,0\ kg/L$, . 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) $P_{ef} = 1000W\ ; m = 0,225\ kg$

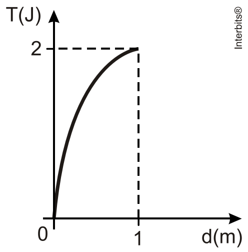
b) $P_{ef} = 500W\ ; m = 0,225\ kg$

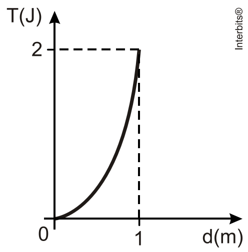
c) $P_{ef} = 1000W\ ; m = 0,220\ kg$

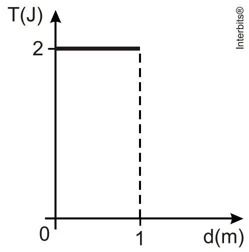
d) $P_{ef} = 500W\ ; m = 0,235\ kg$

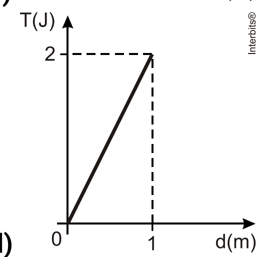
e) $P_{ef} = 1500W\ ; m = 0,235\ kg$

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:

a)


b)


c)


d)


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

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

a) $3,4\,m$.

b) $14,3\,m$.

c) $1,4\,km$.

d) $3,4\,km$.

e) $14,3\,km$.

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.

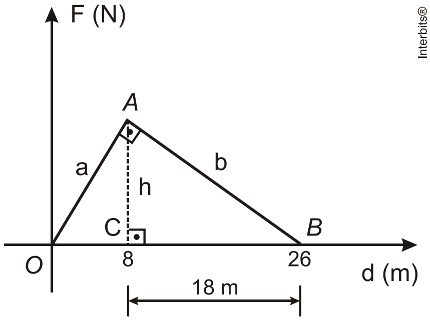
d) 900,0.

Gabarito

1. C

Aplicação de fórmula: $W = F.d.\cos\theta = 80x20x0,6 = 960J$

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):

$8^2 + h^2 + 18^2 + h^2 = 676 \;\Rightarrow\; 2h^2 = 288 \;\Rightarrow\; h^2 = 144 \;\Rightarrow\; h = 12$ m. O trabalho da força pela força $\vec{F}$ $\left(W_{\vec{F}}\right)$ 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

$$W = F d \cos\alpha \;\Rightarrow\; 1\,800 = 200\, d \cos 0° \;\Rightarrow\; d = \frac{1\,800}{200} \;\Rightarrow\; \boxed{d = 9\text{m.}}$$

4. E

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

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

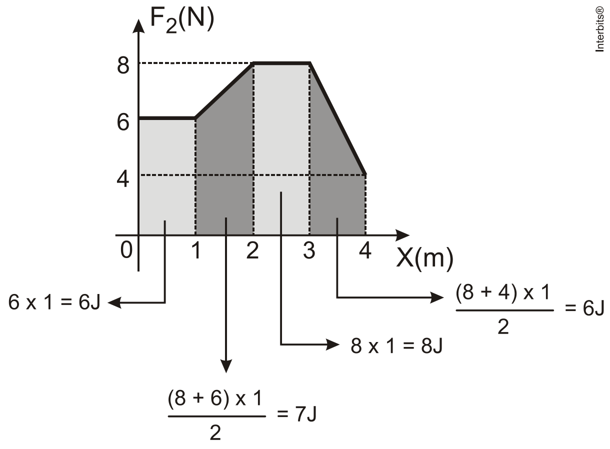
$W_{\vec{F}} = 8.094.000$ kJ.

5. B

$$W_1 = (F\text{sen}30^0)xd = 10x0,5x4 = 20J$$

$$W_2 \overset{\text{Numericamente}}{=\!=} \text{área}$$

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:

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

7. A

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

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

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

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

Calculando a potência total:

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

A energia consumida em 1 hora é:

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

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

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

$$m = 0,225\ \ kg.$$

8. D

Dados: **F** = 4 N; **d** = 1 m; α = 60°

O trabalho de força constante é calculado pela expressão:

T = F d cosα.

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:

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

9. E

Em módulo, o trabalho da força de atrito $\left(W_{Fat}\right)$ deve ser igual ao valor energético.

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

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

10. B

Dados: $\mathbf{m_1}$ = 6 kg; $\mathbf{m_2}$ = 1,5 kg; **g** = 10 m/s^2; **ΔS =** 30 m; α = 60°.

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

$F = P_2 = m_2\,g = 15$ N.

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

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