

Energia mecânica

Resumo

Energia

Energia e Trabalho são grandezas de mesma dimensão. Estão associados às forças que de alguma forma proporcionam ou podem proporcionar movimento.

A energia mecânica é a soma das energias potencial e cinética. A energia potencial pode ser do tipo gravitacional (associada à força peso) ou elástica (associada à força elástica).

$$E_{mec} = E_{cinética} + E_{potencial}$$

Potencial Gravitacional

(é necessário um desnível em relação a um referencial)

$$E_{PG} = mgh$$

Potencial Elástica

(é necessária a deformação no meio elástico)

$$E_{PE} = \frac{kx^2}{2}$$

Cinética

(é necessário que o corpo esteja em movimento)

$$E_{CIN} = \frac{mv^2}{2}$$

Obs.: Para a solução de exercícios de energia é preciso pensar da seguinte forma: Qual tipo de energia mecânica o corpo possui? Se tiver velocidade – tem energia cinética; se tiver altura em relação a um referencial – tem energia potencial gravitacional; se tiver mola ou meio elástico deformado – tem energia potencial elástica.

Teorema da Energia Cinética

Considere uma força constante F que atua sobre um corpo de massa m , na direção e no sentido do movimento e sendo F a sua força resultante.

O trabalho realizado é

$$W = F\Delta S = ma\Delta S$$

Mas

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Logo,

$$W = m \left(\frac{v^2 - v_0^2}{2} \right) = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \Delta E_{cin}$$

Conservação de Energia

O Princípio da Conservação da Energia diz que quando um número é calculado no início de um processo (o valor da energia), ele será o mesmo no fim do processo. A energia poderá sofrer mudanças na sua classificação, mas continuará sendo expressa pelo mesmo número.

Quando aplicamos o Princípio da Conservação de Energia em sistemas mecânicos, estamos dizendo que a energia mecânica será mecânica até o fim do processo, isto é, não será transformada em outra forma de energia.

$$E_{mec. inicial} = E_{mec. final}$$

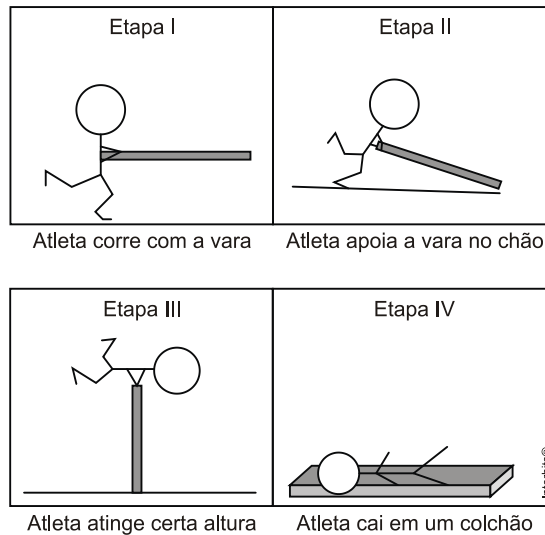
Quando a energia mecânica se torna outra forma de energia (usualmente calor) o sistema é chamado de não-conservativo (aparecem forças dissipativas como forças de atrito ou de resistência do ar), mas observe que mesmo um sistema chamado de não-conservativo é na verdade um sistema conservativo quando tratamos da totalidade das energias envolvidas.

$$E_{mec. inicial} = E_{mec. final} + calor$$

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

Exercícios

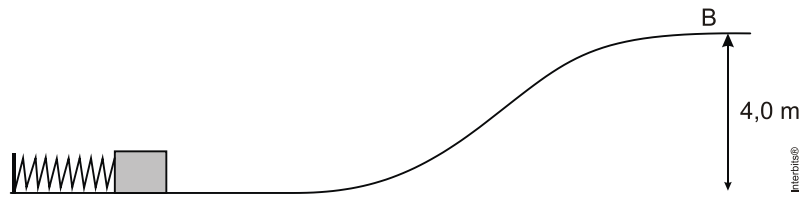
1. Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
 - a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
 - a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
 - a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
 - a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.
2. Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial. O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em
- um dínamo.
 - um freio de automóvel.
 - um motor a combustão.
 - uma usina hidroelétrica.
 - uma atiradeira (estilingue).

3. A ilustração abaixo representa um bloco de 2 kg de massa, que é comprimido contra uma mola de constante elástica $K = 200 \text{ N/m}$. Desprezando qualquer tipo de atrito, é **CORRETO** afirmar que, para que o bloco atinja o ponto B com uma velocidade de $1,0 \text{ m/s}$, é necessário comprimir a mola em:



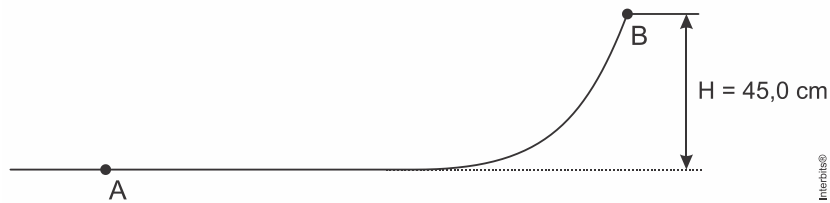
- a) 0,90 cm.
b) 90,0 cm.
c) 0,81 m.
d) 81,0 cm.
e) 9,0 cm.
4. Deixa-se cair um objeto de massa 500 g de uma altura de 5 m acima do solo. Assinale a alternativa que representa a velocidade do objeto, imediatamente, antes de tocar o solo, desprezando-se a resistência do ar.
- a) 10 m/s
b) $7,0 \text{ m/s}$
c) $5,0 \text{ m/s}$
d) 15 m/s
e) $2,5 \text{ m/s}$
5. Um automóvel, em movimento uniforme, anda por uma estrada plana, quando começa a descer uma ladeira, na qual o motorista faz com que o carro se mantenha sempre com velocidade escalar constante. Durante a descida, o que ocorre com as energias potencial, cinética e mecânica do carro?
- a) A energia mecânica mantém-se constante, já que a velocidade escalar não varia e, portanto, a energia cinética é constante.
b) A energia cinética aumenta, pois a energia potencial gravitacional diminui e quando uma se reduz, a outra cresce.
c) A energia potencial gravitacional mantém-se constante, já que há apenas forças conservativas agindo sobre o carro.
d) A energia mecânica diminui, pois a energia cinética se mantém constante, mas a energia potencial gravitacional diminui.
e) A energia cinética mantém-se constante, já que não há trabalho realizado sobre o carro.

6. Um elevador de carga de uma obra tem massa total de 100 kg. Ele desce preso por uma corda a partir de uma altura de 12 m do nível do solo com velocidade constante de 1,0 m/s. Ao chegar ao nível do solo, a corda é liberada, e o elevador é freado por uma mola apoiada num suporte abaixo do nível do solo. A mola pode ser considerada ideal, com constante elástica k , e ela afunda uma distância de 50 cm até frear completamente o elevador.

Considerando que a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 , e que todos os atritos sejam desprezíveis, o trabalho da força de tração na corda durante a descida dos 12 metros e o valor da constante da mola na frenagem valem, respectivamente, em kilojoules e em newtons por metro,

- a) 0; 400
 - b) 12; 400
 - c) -12; 4400
 - d) -12; 400
 - e) 12; 4400
7. Um carro, trafegando com velocidade escalar constante v , freia até parar, percorrendo uma distância de frenagem (Δs), devido à desaceleração do carro, considerada constante. Se o carro estiver trafegando com o dobro da velocidade anterior e nas mesmas condições, a nova distância de frenagem imposta ao carro em relação a anterior será
- a) $2 \cdot \Delta s$
 - b) $0,5 \cdot \Delta s$
 - c) $0,25 \cdot \Delta s$
 - d) $4 \cdot \Delta s$
 - e) $1 \cdot \Delta s$
8. Um carro, em um trecho retilíneo da estrada na qual trafegava, colidiu frontalmente com um poste. O motorista informou um determinado valor para a velocidade de seu veículo no momento do acidente. O perito de uma seguradora apurou, no entanto, que a velocidade correspondia a exatamente o dobro do valor informado pelo motorista.
- Considere E_{c1} a energia cinética do veículo calculada com a velocidade informada pelo motorista e E_{c2} aquela calculada com o valor apurado pelo perito.
- A razão $\frac{E_{c1}}{E_{c2}}$ corresponde a:
- a) $\frac{1}{2}$
 - b) $\frac{1}{4}$
 - c) 1
 - d) 2

9.



Um jovem movimenta-se com seu “skate” na pista da figura acima desde o ponto A até o ponto B, onde ele inverte seu sentido de movimento.

Desprezando-se os atritos de contato e considerando a aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, a velocidade que o jovem “skatista” tinha ao passar pelo ponto A é

- a) entre 11,0 km/h e 12,0 km/h
 - b) entre 10,0 km/h e 11,0 km/h
 - c) entre 13,0 km/h e 14,0 km/h
 - d) entre 15,0 km/h e 16,0 km/h
 - e) menor que 10,0 km/h
10. Em um experimento que valida a conservação da energia mecânica, um objeto de 4,0 kg colide horizontalmente com uma mola relaxada, de constante elástica de 100 N/m. Esse choque a comprime 1,6 cm. Qual é a velocidade, em m/s, desse objeto, antes de se chocar com a mola?
- a) 0,02
 - b) 0,40
 - c) 0,08
 - d) 0,13

Gabarito

1. C

Pela conservação da energia mecânica, toda energia cinética que o atleta adquire na etapa I, é transformada em energia potencial na etapa III, quando ele praticamente para no ar.

OBS: Cabe ressaltar que o sistema é não conservativo (incrementativo), pois no esforço para saltar, o atleta consome energia química do seu organismo, transformando parte em energia mecânica, portanto, aumentando a energia mecânica do sistema.

2. E

O processo de conversão de energia no caso mencionado é o da transformação de energia potencial elástica em energia cinética. O estilingue também usa esse mesmo processo de transformação de energia.

3. B

Dados: $m = 2 \text{ kg}$; $K = 200 \text{ N/m}$; $v = 1 \text{ m/s}$; $h = 4 \text{ m}$.

O sistema é conservativo. Então:

$$E_{\text{Mec}}^A = E_{\text{Mec}}^B \Rightarrow \frac{K x^2}{2} = m g h + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \frac{200 x^2}{2} = 2(10)(4) + \frac{2(1)^2}{2} \Rightarrow$$

$$x = \pm \sqrt{\frac{81}{100}} \Rightarrow x = \pm 0,9 \text{ m}.$$

Ignorando a resposta negativa:

$x = 90,0 \text{ cm}$.

4. A

Sabendo que se trata de uma queda livre (velocidade inicial v_0 é nula), onde a altura inicial é de 5 metros e a massa do corpo é de 0,5 kg, podemos resolver de duas formas distintas.

1ª Solução – Queda Livre:

Utilizando a equação de Torricelli, temos que:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

Onde,

$$a = g$$

$$\Delta S = h$$

$$v_0 = 0$$

Temos que,

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$v^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$v = \sqrt{100}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

2ª Solução – Conservação de Energia Mecânica:

Sabendo que inicialmente o corpo está em repouso, podemos dizer que:

$$E_{m_i} = E_{m_f}$$

$$E_{p_{g_i}} = E_{c_f}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

5. D

- Energia potencial: $E_P = m \cdot g \cdot h$. Sendo uma descida, a altura diminui, a energia potencial diminui.

- Energia cinética: $E_C = \frac{m \cdot v^2}{2}$. Sendo constante a velocidade, a energia cinética também é constante.

- Energia mecânica: $E_M = E_C + E_P$. Se a energia potencial diminui e a energia cinética é constante, a energia mecânica diminui.

6. C

Dados: $M = 100 \text{ kg}$; $h = 12 \text{ m}$; $v_0 = 1 \text{ m/s}$; $x = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $v = 0$.

O teorema da energia cinética (T.E.C.) será aplicado às duas situações.

Durante a descida dos 12 metros a velocidade é constante, portanto a variação da energia cinética é nula. As forças atuantes no elevador são o peso e a força de tração na corda. Assim:

$$\text{T.E.C.: } W_{\vec{R}} = \Delta E_{\text{cin}} \Rightarrow W_{\vec{P}} + W_{\vec{F}} = 0 \Rightarrow W_{\vec{F}} = -Mgh = -100(10)(12) = 12.000 \text{ J} \Rightarrow$$

$$W_{\vec{F}} = -12 \text{ kJ.}$$

Durante a frenagem até o repouso, agem no elevador o peso e a força elástica.

$$\text{T.E.C.: } W_{\vec{R}} = \Delta E_{\text{cin}} \Rightarrow W_{\vec{P}} + W_{\vec{F}_{\text{el}}} = \frac{M}{2}(v^2 - v_0^2) \Rightarrow$$

$$Mgx - \frac{kx^2}{2} = \frac{M}{2}(0 - 1^2) \Rightarrow 100(10)(0,5) - \frac{k(0,5)^2}{2} = -\frac{100}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{k}{8} = 550 \Rightarrow k = 4.400 \text{ N/m.}$$

7. D

Essa questão pode ser resolvida mentalmente, basta você lembrar o teorema trabalho-conservação de energia (2) e da definição de trabalho (1), com isso você terá a seguinte equação: $F \cdot \Delta S = -\frac{1}{2}mv_i^2$, e fica fácil de visualizar que se dobrarmos a velocidade (que está elevada ao quadrado) a distância terá que quadruplicar.

Segue logo abaixo uma prova matemática:

$$W = F \cdot \Delta S \quad (1)$$

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad (2)$$

$$W = 0 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$W = -\frac{1}{2}mv_i^2 \quad (3)$$

Substituindo (1) em (3), temos:

$$F \cdot \Delta S = -\frac{1}{2}mv_i^2$$

$$F_{at} \cdot \Delta S = -\frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\Delta S = -\frac{mv_i^2}{2F_{at}} \quad (4)$$

No novo caso teremos o dobro da velocidade inicial:

$$\Delta S' = -\frac{m \cdot (2v_i)^2}{2F_{at}}$$

$$\Delta S' = -\frac{m \cdot 4v_i^2}{2F_{at}}$$

$$\Delta S' = -\frac{4 \cdot mv_i^2}{2F_{at}}$$

$$\Delta S' = -4 \cdot \frac{mv_i^2}{2F_{at}} \quad (5)$$

Substituindo (4) em (5), temos:

$$\Delta S' = 4 \cdot \Delta S$$

8. B

$$\left\{ \begin{array}{l} Ec_1 = \frac{m v^2}{2} \\ Ec_2 = \frac{m (2v)^2}{2} \Rightarrow Ec_2 = 4 \frac{m v^2}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{Ec_1}{Ec_2} = \frac{1}{4}.$$

9. B

Pela conservação da energia mecânica:

$$E_{mec}^A = E_{mec}^B \Rightarrow \frac{m v_A^2}{2} = m g H \Rightarrow v_A = \sqrt{2 g H} = \sqrt{2(10)(0,45)} = \sqrt{9} \Rightarrow v = 3 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$v = 10,8 \text{ km/h.}$

10. C

Analizando o enunciado e utilizando os conhecimentos acerca de conservação de energia mecânica, temos que:

$$E_{m_i} = E_{m_f}$$

$$E_{c_i} + E_{p_i} = E_{c_f} + E_{p_f}$$

$$\frac{m \cdot v_i^2}{2} + 0 = 0 + \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$4 \cdot v_i^2 = 100 \cdot (1,6 \cdot 10^{-2})^2$$

$$v_i = \sqrt{\frac{100 \cdot (1,6 \cdot 10^{-2})^2}{4}}$$

$$v_i = \sqrt{0,0064}$$

$$v_i = 0,08 \text{ m/s}$$