

Dinâmica

Assunto: Trabalho e Energia

Aula 03 – Energias Potencial, Cinética, Elástica e Mecânica

Para acompanhar esta aula em vídeo, vá na aba Aulas e clique em Dinâmica – [aula 03](#)

Energia

Como já vimos, a energia será a capacidade de se realizar trabalho. Portanto se um corpo possui energia então, ele terá a capacidade de realizar um trabalho.

Para o nosso estudo, iremos nos reter apenas a alguns tipos de energia. Energia potencial gravitacional, energia potencial elástica, energia cinética e a energia mecânica.

Energia Potencial Gravitacional

Como vimos na aula anterior, o corpo quando se encontra na altura h , dizemos que a força peso tem a capacidade de realizar um trabalho igual a $m \cdot g \cdot h$. Podemos então falar que o corpo quando se encontra na altura h ele terá uma capacidade de realizar trabalho, portanto ele terá uma energia denominada de **energia potencial gravitacional** que será igual ao trabalho que o corpo poderá realizar ao cair. Portanto a energia potencial gravitacional de um corpo que se encontra a uma altura h do solo é dada por:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Se você fizer uma força contra o peso para que o corpo suba, ele então terá uma energia potencial aumentada. O acréscimo desta energia será igual ao trabalho que você realizou sobre o corpo. Portanto podemos escrever que o trabalho realizado sobre o corpo é igual a variação da energia potencial sofrida pelo corpo.

$$\tau = \Delta E_p \quad \rightarrow \quad \tau = E_{pf} - E_{pi}$$

Explicando melhor, como já vimos na aula anterior, o peso é uma força conservativa. Quando você faz uma força para elevar um corpo até uma altura qualquer, o peso estará realizando uma força contra o movimento de elevação. Esse trabalho do peso, em módulo, será exatamente igual a energia potencial acrescentada ao corpo. Já se você abandonar o corpo de uma certa altura o peso realizará um trabalho para deslocar o corpo para baixo. Nesse caso o trabalho do peso será igual a energia decrescida do corpo.

obs. As forças conservativas quando realizam um trabalho negativo significa que a energia potencial está aumentando. Note que no exemplo que eu dei, quando o corpo está subindo a força peso realiza um trabalho negativo. Sendo assim o corpo ganha altura e logicamente

ganhará também energia potencial. Já quando o corpo está descendo, o peso realiza um trabalho positivo. A altura diminui e por consequência a energia potencial gravitacional também diminui.

Exercícios de aprendizagem:

1) Um corpo com massa de 20 kg está a 5 m do solo de um certo planeta. Sua energia potencial é igual a 250 J. Calcule a aceleração da gravidade no planeta.

2) Um corpo com massa de 2 kg está a 1,5 m do solo. Em seguida ele é levado a uma altura de 3 m do solo. Calcule o trabalho recebido pelo corpo.

Energia Cinética

Um corpo em movimento tem a capacidade de realizar trabalho. Portanto dizemos que um corpo em movimento tem ENERGIA, e esta energia será denominada de ENERGIA CINÉTICA (energia de movimento).

Consideremos uma partícula submetida a ação de uma força resultante **F**. O trabalho que esta força irá realizar durante um deslocamento **d** será dado por:

$$\tau = F \cdot d$$

Pela segunda lei de Newton temos que $F = m \cdot a$, então a fórmula do trabalho poderá ser:

$$\tau = m \cdot a \cdot d$$

O termo $(a \cdot d)$ poderá ser colocado em função da velocidade, uma vez que a energia cinética é a energia de movimento, e nada melhor do que a velocidade para descrever um movimento:

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.d \Rightarrow a.d = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$$

Então o trabalho poderá ser dado por:

$$\tau = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2} \Rightarrow \text{ou ainda } \boxed{\tau = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}} \Rightarrow \text{Teorema da energia cinética}$$

Os termos $\frac{mv^2}{2}$ e $\frac{mv_0^2}{2}$ são denominados de **Energia cinética final** e **Energia cinética inicial**.

Quando você quiser saber da energia cinética num determinado instante basta usar:

$$\boxed{E_c = \frac{m.v^2}{2}}$$

Teorema da Energia Cinética

O trabalho realizado pela força resultante que atua sobre um corpo é igual à variação de energia cinética sofrida por esse corpo.

$$\tau = E_{cf} - E_{ci}$$

Exercício de aprendizagem:

3) Um corpo de 10 kg parte do repouso, sob a ação de uma força constante, paralela à trajetória, e 5s depois, atinge a velocidade de 15 m/s. Determine sua energia cinética no instante 5s e o trabalho da força, suposta única, que atua no corpo no intervalo de 0s a 5s.

Energia Potencial Elástica

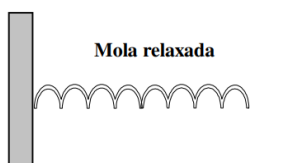


Figura 1

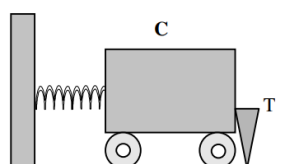


Figura 2

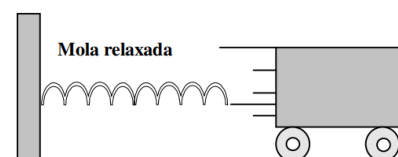


Figura 3

Aproveitando as **Figuras 1, 2 e 3**, entendemos que na **figura 1** a mola está relaxada, portanto não tem energia. Ao empurrar o carrinho para que ele comprima a mola **figura 2**, a mola irá fazer uma força contra o movimento do carrinho. Como a força elástica é uma força conservativa e o trabalho da força elástica é negativo, isto significa que a mola irá adquirir uma energia potencial que denominamos de energia potencial elástica. Esta energia fica acumulada

na mola e ela passa ter a capacidade de realizar um trabalho igual a $\tau = \frac{k \cdot x^2}{2}$, como vimos na aula anterior, que é o trabalho que uma mola pode realizar quando ela está comprimida ou alongada. Portanto podemos concluir que a energia potencial armazenada na mola é dada por

$E = \frac{k \cdot x^2}{2}$. A energia dependerá da constante elástica da mola e da elongação da mesma. Bom

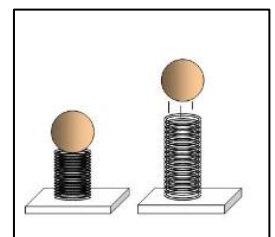
na figura 3 a mola descarrega sua energia, passando esta energia para o carrinho, que por sua vez ganha velocidade. Dizemos então que esta energia foi transferida para o carrinho em forma de energia cinética (energia de movimento) que vimos anteriormente.

Exercícios de aprendizagem:

4) Calcule a energia potencial elástica armazenada numa mola de constante elástica $k = 1\ 000$ N/m, quando ela está:

- a) comprimida elasticamente de $x = 20$ cm;
- b) relaxada.

5) Suponha que a mola do exercício anterior seja colocada na vertical comprimida dos mesmos 20 cm e sobre ela um corpo de massa 1 kg. Liberada a mola, ela jogará o corpo para cima. Desprezando qualquer suposto atrito e adotando $g = 10$ m/s², qual será a altura que o corpo alcançará?



Energia Mecânica

Energia mecânica de um sistema de corpos é a soma de todas as energias presentes no sistema. Energias potenciais (gravitacionais e elásticas) e a energia cinética. Para sistemas que agem forças conservativas podemos dizer que a Energia Mecânica inicial é igual a Energia Mecânica final.

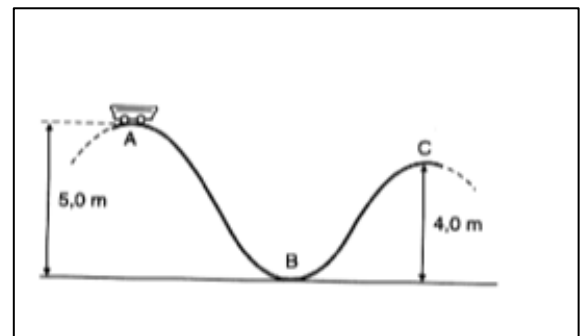
$$E_M = E_c + E_P$$

obs. Na maioria dos problemas envolvendo Energia Potencial e Energia Cinética, pode-se considerar que $E_{Mi} = E_{Mf}$ (a energia mecânica inicial é igual a energia mecânica final), ou seja $E_{ci} + E_{pi} = E_{cf} + E_{pf}$. Caso exista alguma força dissipativa, atrito por exemplo, acrescenta-se o trabalho dessa força dissipativa à E_{Mf} para que se continue valendo a igualdade. Sendo assim pode-se ter:

$$E_{Mi} = E_{Mf} + E_d$$

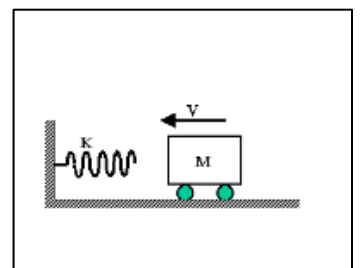
Exercícios de aprendizagem:

6) (FUVEST) - Numa “montanha-russa”, um carrinho com 300 kg de massa é abandonado do repouso de um ponto **A**, que está a 5,0 m de altura. Supondo que o atrito seja desprezível, pergunta-se:



- O valor da velocidade do carrinho no ponto B.
- A energia cinética do carrinho no ponto C, que está a 4,0 m de altura.

7) Um bloco de massa $m = 0,80$ kg desliza sobre um plano horizontal, sem atrito, e vai chocar-se contra uma mola de constante elástica $k = 2 \cdot 10^3$ N/m, como se mostra na figura ao lado. Sabendo que a velocidade do bloco antes do choque, é de 20 m/s, determine a máxima compressão sofrida pela mola.

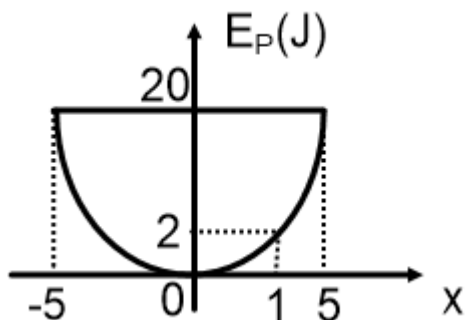




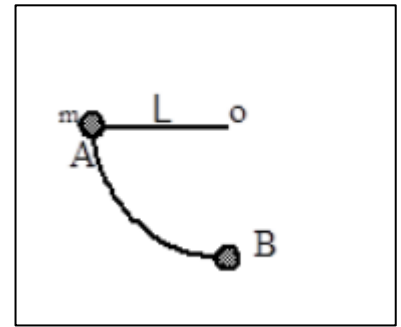
8) (UFV-MG) - Uma esfera de massa igual a $5,0 \cdot 10^{-2}$ kg desce uma rampa de 1,0 m de altura. A velocidade da esfera no final da rampa é de 4,0 m/s. Determine o percentual de energia mecânica dissipada na descida, considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$.



9) O gráfico da figura abaixo representa a energia potencial de uma partícula em função da posição, em um sistema mecânico conservativo. Determine as energias potencial e cinética, para a posição $x = 1 \text{ m}$.



10) Um corpo de massa $m = 4,0$ kg está preso à extremidade de um fio de comprimento $L = 2,0$ m e pode deslocar-se livremente na vertical (pêndulo simples), como se vê, na figura ao lado. Se ele é abandonado no ponto A, qual a intensidade da força de tração no fio no ponto mais baixo da trajetória? Adote $g = 10$ m/s².



11) Complete as lacunas abaixo:

a) Todo corpo em movimento possui energia _____. Quanto maior a velocidade do corpo _____ será sua energia cinética. Quanto maior a massa do corpo _____ será sua energia cinética. A energia cinética é proporcional ao _____ da velocidade.

b) Um corpo largado a uma certa altura em relação a superfície da Terra, entra em movimento; isto porque o corpo armazena uma forma de energia denominada energia _____. Quanto maior a altura em relação ao nível de referência (superfície da Terra), _____ será a energia potencial gravitacional. Quanto maior a massa do corpo _____ será a energia potencial gravitacional. Quanto maior o campo gravitacional (g), _____ será a energia potencial gravitacional.

Um corpo preso a uma mola deformada (comprimida ou distendida), sente a ação de uma força denominada força _____. Quanto maior a deformação sofrida pela mola _____ será a força elástica. Quanto maior a constante elástica da mola, _____ será a força elástica.

Se um corpo está preso a uma mola deformada, quando largado, entra em movimento; isto porque a mola armazena uma forma de energia denominada energia _____.

_____ . Quanto maior a deformação sofrida pela mola _____ será sua energia potencial elástica. Quanto maior a constante elástica da mola _____ será a energia potencial elástica.

c) Definimos energia mecânica como a _____ da energia cinética e a _____. Se o sistema for isento de forças de atrito, a energia mecânica é _____. Este é o princípio da _____ da energia mecânica.

d) A grandeza física que nos informa sobre a variação da energia de um corpo chama-se _____. Uma força realiza trabalho quando promove um _____. Se o trabalho realizado por uma força for positivo ele é denominado de trabalho _____ e se for negativo será denominado de trabalho _____. O trabalho realizado por uma força é igual a variação da _____ do corpo.

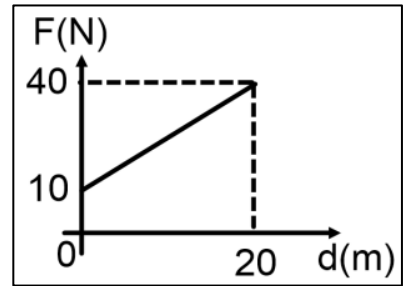
e) A grandeza física que nos informa a rapidez na transformação de energia ou a rapidez na realização do trabalho é denominada _____. Quanto maior trabalho realizado num certo intervalo de tempo _____ é a potência. Quanto maior o tempo para a realização de um certo trabalho, _____ é a potência.

Denomina-se força conservativa, aquela cujo trabalho realizado _____ da trajetória seguida pelo corpo. A força gravitacional, elástica e elétrica são denominadas forças _____. A força de atrito _____ conservativa pois o trabalho realizado _____ da trajetória.

Exercícios de Fixação:

- 1) Qual a energia potencial de um corpo com massa 2 kg que se encontra a uma altura de 5 metros em relação ao solo?
- 2) Calcule a variação da energia potencial gravitacional de um avião que desce de 1.000 m até 200 metros do solo. A massa do avião é 800 kg.
- 3) Uma bola de bilhar com massa 200 g tem velocidade de 0,5 m/s. Calcule sua energia cinética.
- 4) Um corpo de 10 kg parte do repouso, sob a ação de uma força constante, em trajetória horizontal, e após 16s atinge 144 km/h. Qual é o trabalho dessa força nesse intervalo de tempo?

5) A intensidade da força resultante que atua em uma partícula de 0,10 kg de massa, inicialmente em repouso, é representada, em função do deslocamento, pelo gráfico ao lado.



Determine:

- o trabalho desenvolvido pela força no deslocamento de 0 a 20 m;
- a velocidade da partícula no fim deste deslocamento.

6) Determine a energia potencial elástica armazenada numa mola de constante elástica $k = 500\text{N/m}$, quando ela é distendida de 40 cm.

7) Um móvel encontra-se a uma altura do solo igual a 5m em um local onde $g = 10\text{ m/s}^2$. Sua velocidade nesse instante é igual a 20 m/s. A energia mecânica do móvel é igual a 2 000 J. Calcule a massa do móvel.

8) Um projétil de 10 g abandona o cano de um fuzil, em posição horizontal, com velocidade de 800 m/s. Qual o trabalho realizado pelos gases da combustão da pólvora, no interior do cano?

9) (UFPB) – Uma pequena esfera metálica, de massa 10 gramas, é lançada verticalmente para cima. Sabendo-se que a energia cinética da esfera no instante do lançamento vale 0,15 J e que $g = 10\text{ m/s}^2$, determine a altura máxima atingida por essa esfera em relação ao ponto de lançamento.

10) (FAAP – SP) – Uma bola de borracha, de 2,0 kg de massa, é abandonada em repouso à altura $h = 5,0\text{ m}$, caindo sobre o solo. A energia perdida no choque é de 20 J. Calcule a altura atingida pela bola depois do choque. Considere $g = 10\text{ m/s}^2$.

Respostas:

Exercícios de aprendizagem:

- 1) $g = 2,5\text{ m/s}^2$ 2) $\tau = 30\text{ J}$ 3) $E_c = 1125\text{ J}$ e $\tau = 1125\text{ J}$ 4) a) $E_{\text{pel}} = 20\text{ J}$ b) $E_{\text{pel}} = 0$ 5) $h = 2\text{ m}$
 6) a) $v_B = 10\text{ m/s}$ b) $E_{\text{cc}} = 3000\text{ J}$ 7) $x = 0,4\text{ m}$ (40 cm) 8) $E_d = 20\%$ 9) $E_{\text{pel}} = 2\text{ J}$ $E_c = 18\text{ J}$
 10) $T = 120\text{ N}$

- 11) a) Todo corpo em movimento possui energia cinética. Quanto maior a velocidade do corpo maior será sua energia cinética. Quanto maior a massa do corpo maior será sua energia cinética. A energia cinética é proporcional ao quadrado da velocidade.
- b) Um corpo largado a uma certa altura em relação a superfície da Terra, entra em movimento; isto porque o corpo armazena uma forma de energia denominada energia potencial gravitacional. Quanto maior a altura em relação ao nível de referência (superfície da Terra), maior será a energia potencial gravitacional. Quanto maior a massa do corpo maior será a energia potencial gravitacional. Quanto maior o campo gravitacional (g), maior será a energia potencial gravitacional. Um corpo preso a uma mola deformada (comprimida ou distendida), sente a ação de uma força denominada força força elástica. Quanto maior a deformação sofrida pela mola maior será a força elástica. Quanto maior a constante elástica da mola, maior será a força elástica. Se um corpo está preso a uma mola deformada, quando largado, entra em movimento; isto porque a mola armazena uma forma de energia denominada energia potencial elástica. Quanto maior a deformação sofrida pela mola maior será sua energia potencial elástica. Quanto maior a constante elástica da mola maior será a energia potencial elástica.
- c) Definimos energia mecânica como a soma da energia cinética e a energia potencial. Se o sistema for isento de forças de atrito, a energia mecânica é conservada. Este é o princípio da conservação da energia mecânica.
- d) A grandeza física que nos informa sobre a variação da energia de um corpo chama-se trabalho. Uma força realiza trabalho quando promove um deslocamento. Se o trabalho realizado por uma força for positivo ele é denominado de trabalho motor e se for negativo será denominado de trabalho resistente. O trabalho realizado por uma força é igual a variação da energia cinética do corpo.
- e) A grandeza física que nos informa a rapidez na transformação de energia ou a rapidez na realização do trabalho é denominada potência. Quanto maior trabalho realizado num certo intervalo de tempo maior é a potência. Quanto maior o tempo para a realização de um certo trabalho, menor é a potência. Denomina-se força conservativa, aquela cujo trabalho realizado não depende da trajetória seguida pelo corpo. A força gravitacional, elástica e elétrica são denominadas forças conservativas. A força de atrito não é conservativa pois o trabalho realizado depende da trajetória.

Exercícios de Fixação:

- 1) 100 J 2) - 6.400 kJ 3) 0,025 J 4) 8.000 J 5) a) 500 J b) $v = 100 \text{ m/s}$ 6) 40 J 7) 8 kg 8) 3.200 J
9) 1,5 m 10) 4 m