

BIJ-0207 Bases Conceituais da Energia

Aula 01 – Conceituação da Energia

Prof. João Moreira

CECS - Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas
Universidade Federal do ABC – UFABC

Principais tópicos

- ❑ Energia
 - ❑ Conceituação ao longo do tempo
 - ❑ Transformação de trabalho em energia
 - ❑ Conservação de energia
 - ❑ Conservação de energia com forças dissipativas
-

O que é energia?

- ❑ Há um entendimento geral, mas é difícil de se definir
 - ❑ Há vários tipos de energia como potencial, química, cinética, etc.
 - ❑ Desenvolvimento da ideia de energia
 - Em 1841, Julius von Mayer estabeleceu que “energia não podia ser criada ou destruída” – 1ª conceituação de conservação de energia
 - Na mesma época, James Joule estabelecia o conceito do “equivalente mecânico do calor”
 - Carnot conjecturou que o calor era uma substância que ele denominou calórico
 - ❑ Leis de conservação
 - Conservação de momento de Newton
 - Conservação de massa de Lavoisier
-

Conceituação de energia ao longo do tempo

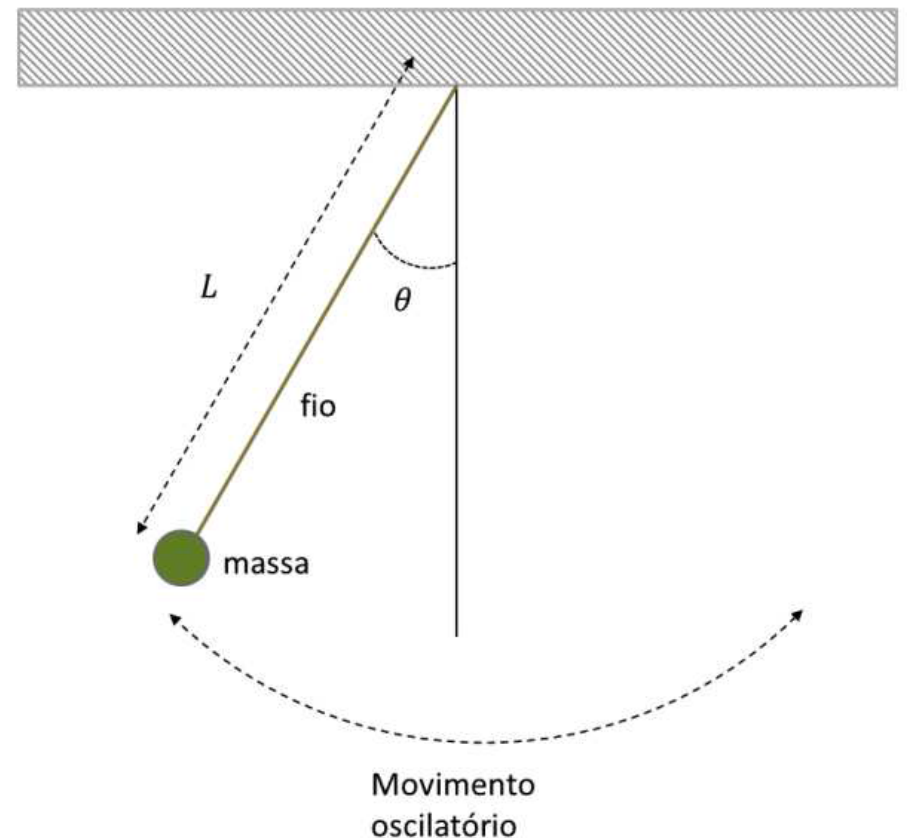
- ❑ Conceito de vis viva para descrever o movimento – transferência de vis viva entre objetos
 - ❑ Com experimentos demonstrando que energia mecânica poderia se transformar em calor, os conceitos de vis viva e calórico foram substituído pelo conceito de conservação de energia, hoje bem estabelecido
 - ❑ A ideia de conservação de energia teve resistências
 - Uso de princípios gerais da física permitem obter novos resultados – neutrino (conservação de energia), laser (simetria)
 - ❑ O conceito de conservação de energia pode ser revisto um dia
 - Energia nuclear restringiu a validade da conservação de massa
-

Formas de energia

- Energia cinética $K = \frac{mv^2}{2}$
 - Energia potencial gravitacional $U = mgh$
 - Energia potencial elástica $U = \frac{kx^2}{2}$
 - Transferência de energia térmica (calor) $\Delta Q = mc_p \Delta T$
 - Primeira lei da termodinâmica envolvendo energia interna (térmica), calor e trabalho $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$
 - Equivalente entre energia e massa $E = mc^2$
-

Pêndulo

- ❑ Conservação de energia mecânica
- ❑ Transformação de energia cinética em energia potencial gravitacional
- ❑ Gregos – elementos se atraíam por similaridade – pêndulo tende a se aproximar da Terra, mas seu movimento é frustrado!
- ❑ Conservação de energia com forças dissipativas (de atrito) é mais difícil!



Transformação de trabalho em diferentes formas de energia

- Considere a situação em que uma força variável atua sobre um objeto de massa m .
 - Vamos verificar que o trabalho pode se transformar em energia cinética, energia potencial e calor.
-

Energia – definições físicas

- ❑ Energia vem do grego que significa trabalho;
 - ❑ É a capacidade de um corpo ou sistema realizar trabalho ou desenvolver uma força;
 - ❑ Capacidade de uma força realizar deslocamento;
 - ❑ Da física: corpos interagem através de forças ou campos de força (gravitacional, eletromagnética ou nuclear);
 - ❑ Natureza da energia – elétrica, gravitacional ou nuclear.
-

Tipos de força ou interação

- Forças existentes na natureza que realizam trabalho
 - Gravitacional – energia gravitacional
 - Eletromagnética – energia eletromagnética
 - Nuclear forte – energia nuclear
 - Nuclear fraca - energia nuclear
-

Trabalho e energia cinética

2a. Lei de Newton

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx = \int_{x_i}^{x_f} m a(x) dx =$$

após manipulação matemática envolvendo a regra da cadeia e integração temos

$$W = m \frac{v_f^2}{2} - m \frac{v_i^2}{2} = K_f - K_i$$

\ /
energia cinética

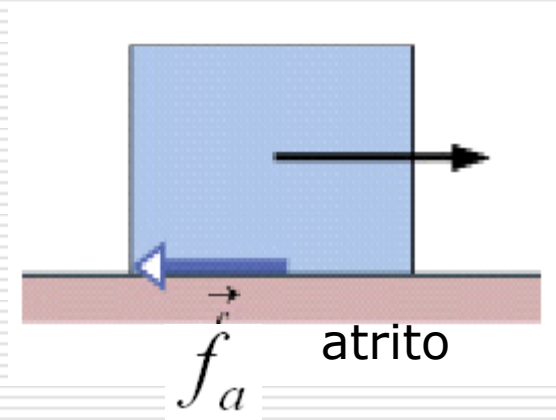
Considere uma caixa em xi com velocidade inicial, vi, se movimentando em um plano sem atrito. Ao se realizar trabalho sobre a caixa com uma força, F, esta tem sua energia cinética aumentada.

K = energia cinética da caixa

O trabalho é igual a variação de energia cinética.

Trabalho e força de atrito

- O trabalho realizado pela força dissipativa de atrito se transforma em calor



$$dW = f_a dx$$

$$W = \int f_a dx = \text{trabalho da força de atrito} = \text{calor} = Q$$

Trabalho e energia potencial gravitacional

- A energia potencial é igual ao negativo do trabalho de uma força

$$dW = -F_g dx = -(-mg)dx = mgdx$$

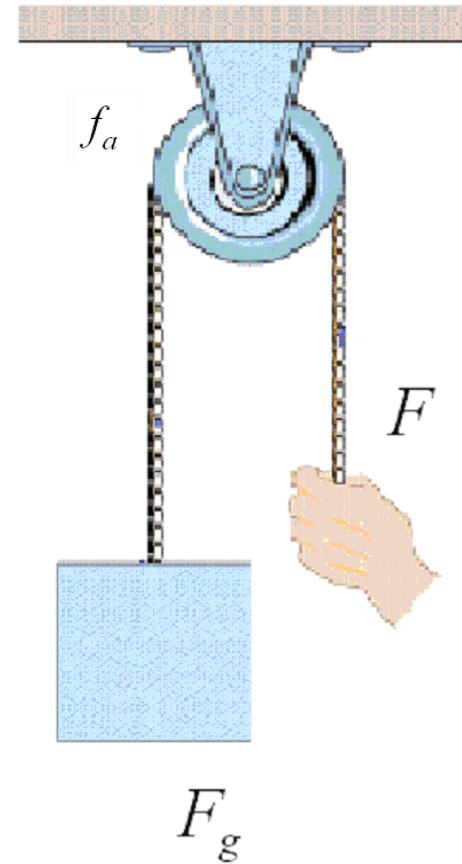
- Se for força gravitacional temos a energia potencial gravitacional

$$W = \int mgdx = mg(x_f - x_i)$$

onde x é a posição vertical

Transformação de trabalho em várias formas de energia

- ❑ A força F puxa a massa levando-a.
- ❑ A força da gravidade F_g puxa a massa para baixo.
- ❑ A força de atrito é contrária ao movimento. Se a massa é elevada, f_a é contrária a F .



Transformação de trabalho em várias formas de energia

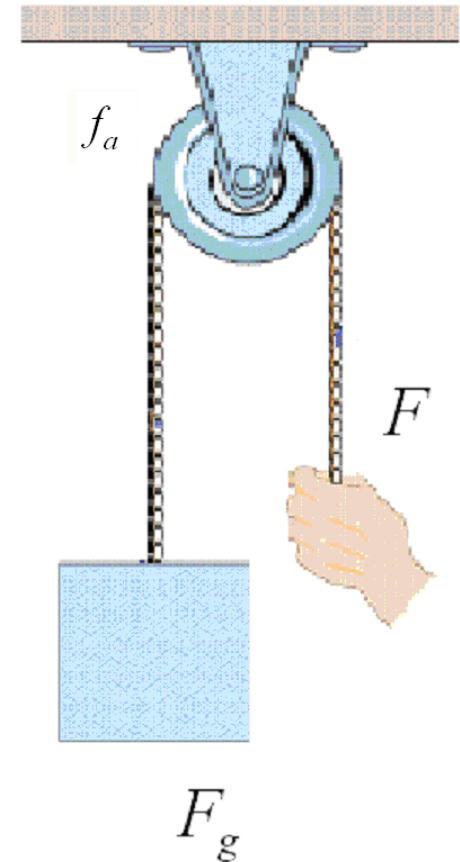
2a. lei de Newton -

$$F - F_g - f_a = ma$$

$$F = ma + F_g + f_a$$

$$dW = Fdx = madx + mgdx + f_a dx$$

$$W = K_f + V_f - K_i - V_i + Q$$



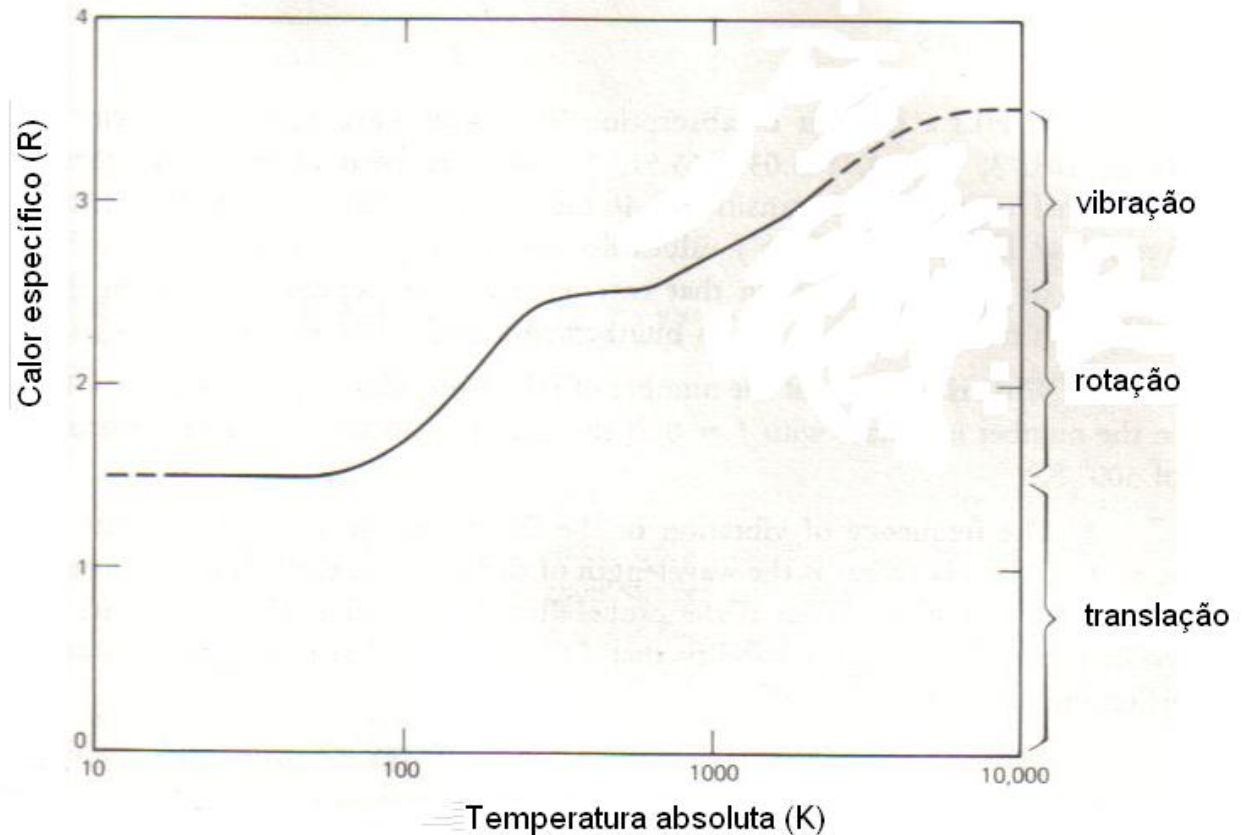
Potência

- Potência é definida como a taxa temporal de realização de trabalho.
- Indica quão rápido o trabalho é realizado

$$P(t) = \frac{dW}{dt} = \frac{Fdx}{dt} = F \frac{dx}{dt} = F(t)v(t)$$

Energia térmica e interna

A energia térmica eleva a temperatura da estrutura. No interior da matéria esta energia produz translação das moléculas, rotação e vibração



Energia térmica e calor

- Energia térmica do corpo ou sistema, U_T

$$U_T = mc_p T$$

- m é a massa do sistema ou corpo
- C_p é o calor específico do sistema ou corpo e
- T é a temperatura do corpo ou sistema ou vizinhança

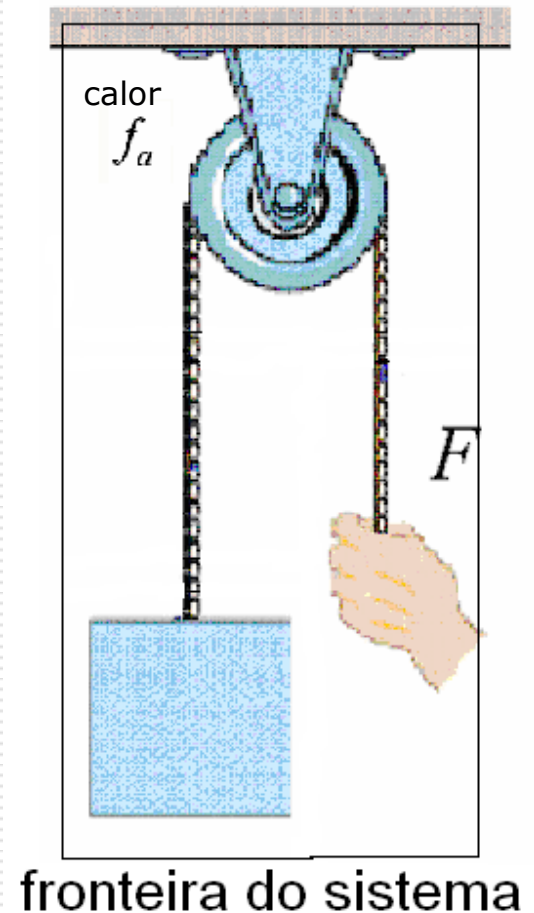
- Calor (energia térmica transferida), Q

$$Q = mc_p \Delta T$$

- Q é o calor transferido de ou para o sistema ou corpo
 - ΔT é a diferença de temperatura entre o corpo ou sistema e a vizinhança
-

Balanco de energia no sistema fechado isolado

- ❑ A energia final é $K_f + V_f + U_f$
- ❑ A variação de energia se deve ao trabalho fornecido pela mão que pertence ao sistema.
- ❑ Não há trabalho ou calor atravessando a fronteira do sistema.
- ❑ Todo o trabalho e calor internos produzidos se transformam em energia cinética, potencial e interna do sistema
- ❑ A parte do calor produzido que não é absorvida pela estrutura se transforma em energia interna (térmica) do ar dentro do sistema

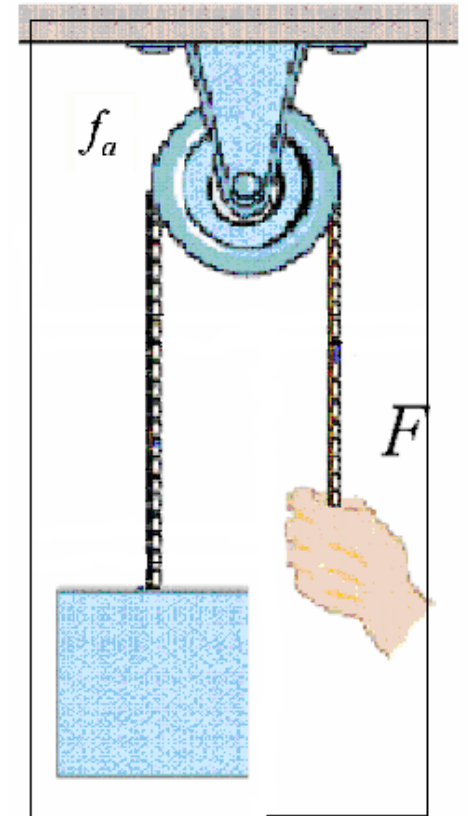


Balanco de energia no sistema fechado isolado

- A energia da mão para realizar o trabalho veio de outra forma de energia interna, a muscular.
- Conservação de energia

$$0 = K_f + V_f + U_f - K_i - V_i - U_i$$

- Esta energia interna inclui a energia térmica dentro do sistema e a muscular da mão.



fronteira do sistema

Conservação da energia total, E

- A energia total se conserva em qualquer instante no sistema fechado e isolado

$$E = K_f + V_f + U_f = K_i + V_i + U_i$$

- Nota sobre os sistemas
 - Mudando o sistema, muda os valores da energia total e suas componentes.
 - Nota sobre a energia interna
 - É a energia interna ao um sistema que permite realizar trabalho ou se transformar em calor.
-

Conservação de energia

$$W - Q = \Delta E$$

Onde

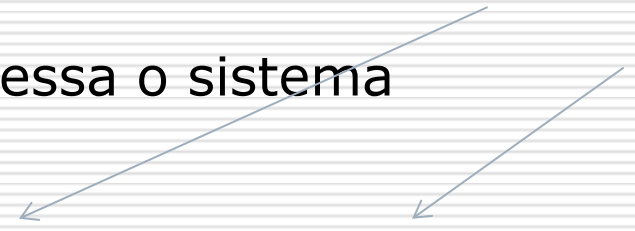
W é o trabalho

Q é o calor que atravessa o sistema

E é a energia total e

$$\Delta E = (K_f + V_f + U_f) - (K_i + V_i + U_i)$$

Energia
Interna



Two blue arrows originate from the text 'Energia Interna'. One arrow points to the U_f term in the final state of the equation $\Delta E = (K_f + V_f + U_f) - (K_i + V_i + U_i)$. The other arrow points to the U_i term in the initial state of the same equation.

Taxa de variação temporal da equação de conservação de energia

- A equação de conservação de energia pode ser escrita em termos de potência
- Derivando em relação ao tempo obtemos

$$\frac{d(W-Q)}{dt} = \frac{d(\Delta E)}{dt} \text{ ou } \frac{dW}{dt} - \frac{dQ}{dt} = \frac{dE}{dt} \text{ ou}$$

$$\dot{W} - \dot{Q} = \dot{E}$$

onde o ponto sobre a variável significa a derivada temporal da variável.

Taxa de transferência de calor e potência térmica transferida

- A taxa de transferência de calor para ou de um sistema é importante para os processos energéticos, pois cada um deles requer uma quantidade de energia por unidade de tempo.
- Potência devido à taxa de transferência de calor
-

$$P = \frac{dQ}{dt}$$

- Potência térmica transferida devido ao transporte de massa contendo energia térmica

$$P = \frac{dU_T}{dt} = \frac{d(mc_p T)}{dt} = \frac{dm}{dt} c_p T = \dot{m} c_p T$$

onde \dot{m} é a vazão mássica através do sistema transportando energia térmica.

Unidades importantes

- Energia: $J = Nm = kg \ m^2/s^2$
 - Potência: $W = J/s$
 - Energia - outras unidades
 - $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$
 - $1 \text{ BTU} = 1055 \text{ J}$
 - $1 \text{ TEP} = 4,2 \times 10^{10} \text{ J}$
 - $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 - $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$
-



Fim

