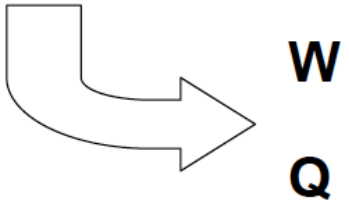
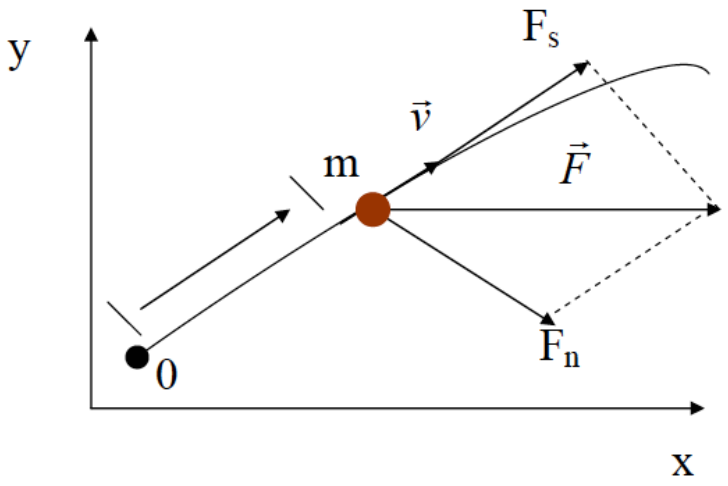
TRABALHO E CALOR

1. Introdução

Formas de Transferência de Energia de um Sistema



2. Energia cinética, Energia Potencial e Trabalho



$$F_s = m\frac{dv}{dt}$$

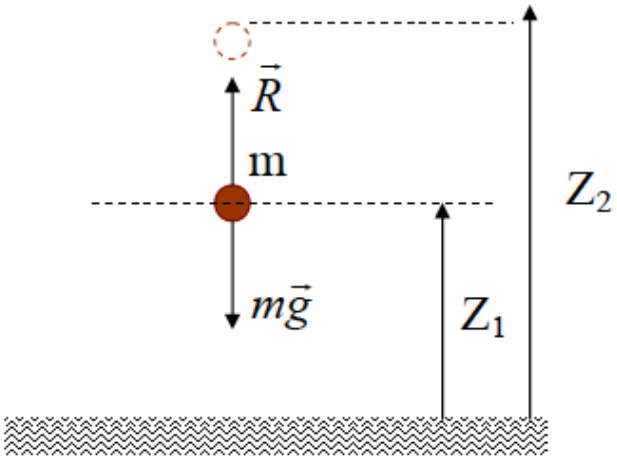
$$F_s = m\frac{dv}{ds}\frac{ds}{dt} = mv\frac{dv}{ds}$$

Integrando entre s_1 e s_2:

$$\underbrace{\int_{v_1}^{v_2} m\nu d\nu}_{\frac{m}{2}\left(\nu_2^2-\nu_1^2\right)} = \underbrace{\int_{s_1}^{s_2} F_s ds}_{=\int_{s_1}^{s_2} F.ds}$$

$\frac{m}{2}\left(\nu_2^2-\nu_1^2\right)$ = ΔE_c

$\int_{s_1}^{s_2} F.ds$ = Trabalho da força F

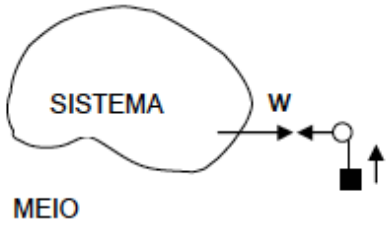


$$\frac{1}{2}m\left(\nu_2^2 - \nu_1^2\right) = \int_{z_1}^{z_2} Rdz - \int_{z_1}^{z_2} mgdz$$

$$\underbrace{\int_{z_1}^{z_2} Rdz}_{\text{Trabalho de R}} = \underbrace{\frac{m}{2}\left(\nu_2^2 - \nu_1^2\right)}_{\Delta E_c} + \underbrace{mg\left(z_2 - z_1\right)}_{\Delta E_p}$$

Trabalho de R — Transferência de Energia para o Sólido

3. Trabalho



$$W = \int_{s_1}^{s_2} \vec{F}.d\vec{s}$$

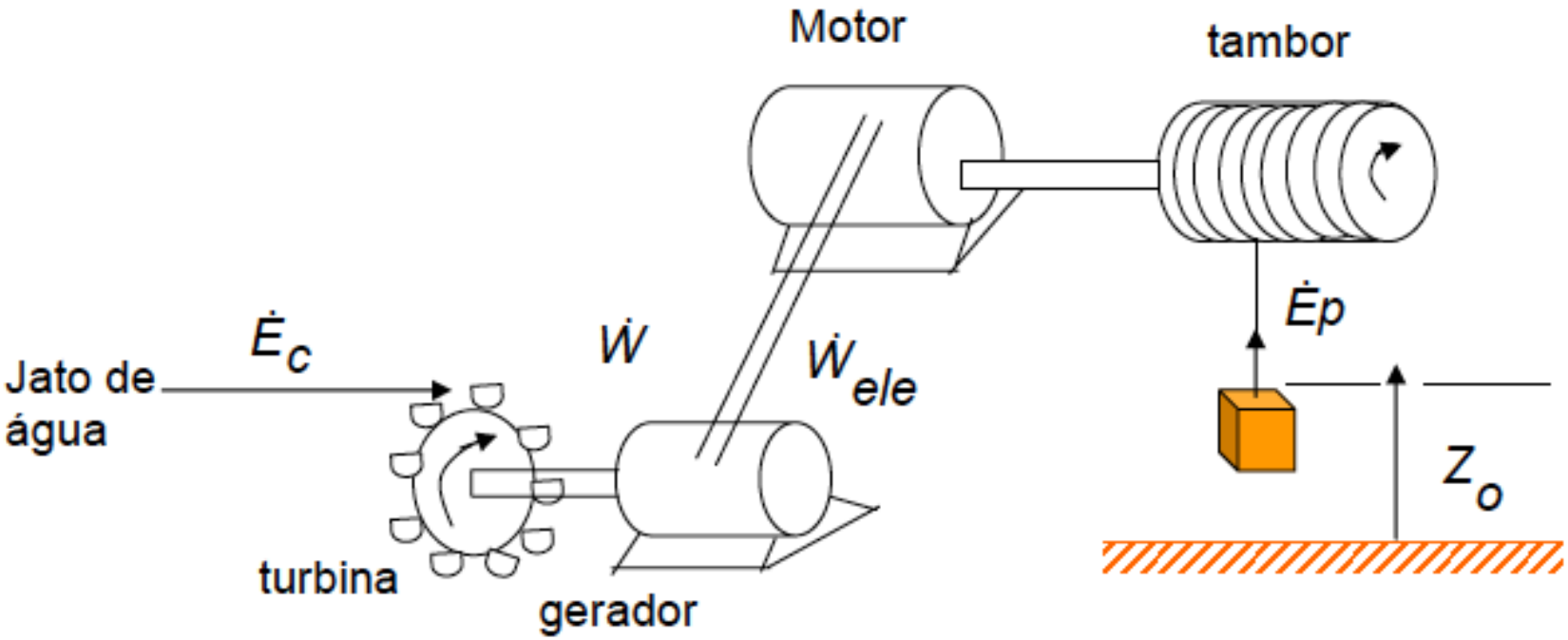
Trabalho é realizado por um sistema se o único efeito sobre o meio puder ser caracterizado como o levantamento de uma massa.

W > 0 realizado pelo sistema

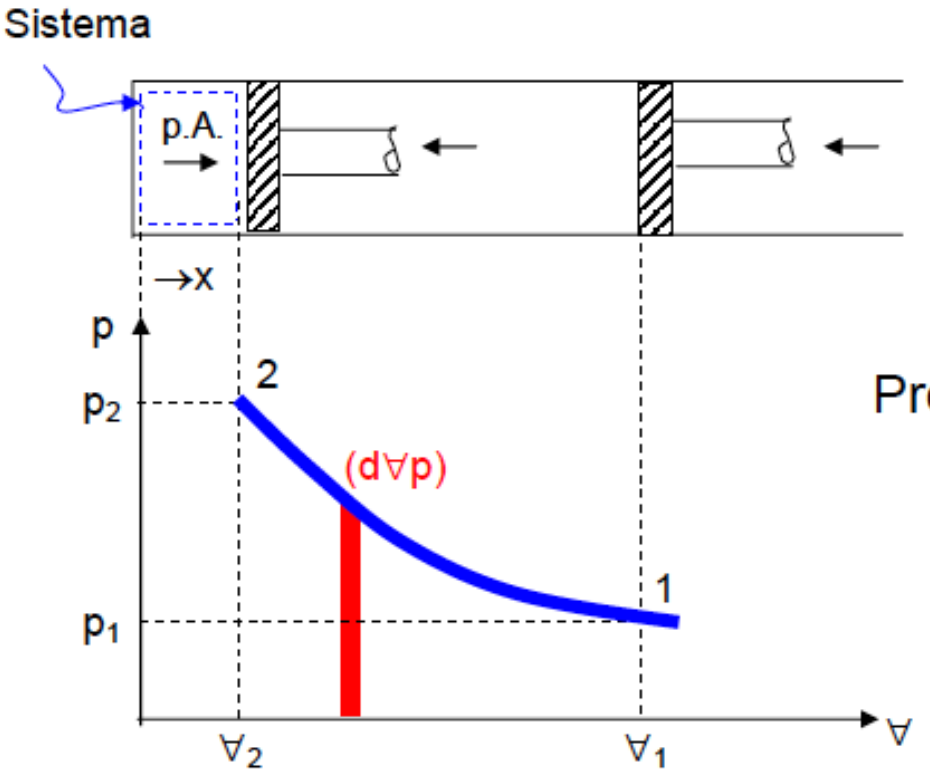
W < 0 fornecido para o sistema

$$[W] \rightarrow \begin{matrix} J \\ \text{kWh} \\ \text{kgm} \end{matrix} \qquad [\dot{W}] \rightarrow W$$

Energia é transferida e armazenada quando há realização de trabalho



4. Trabalho de Expansão/Compressão (sistema compressível simples em processo quase-estático)



$$\delta W = p.A.dx$$

$$\delta W = pd\forall$$

↓

Processo quase estático

↓

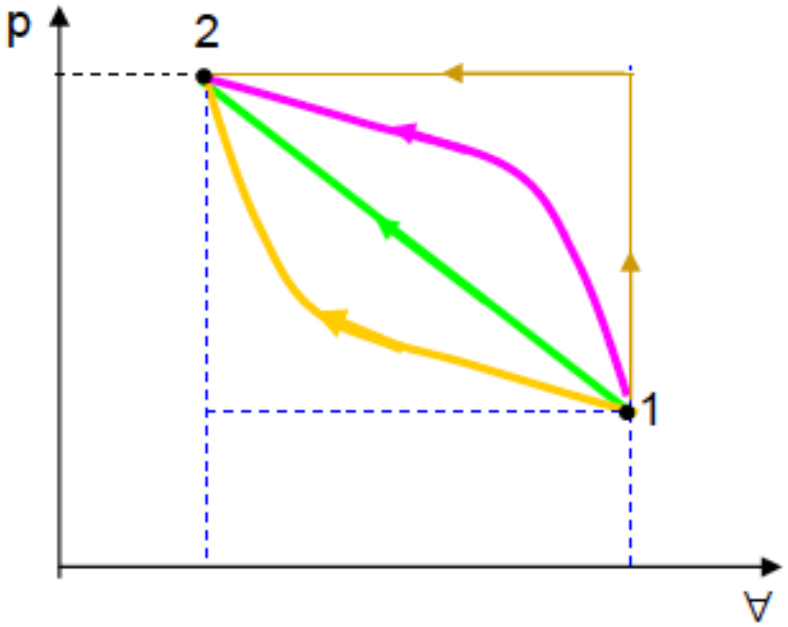
$$_1W_2 = \int_1^2 pd\forall$$

W: função de linha/diferencial inexata

→ NÃO É PROPRIEDADE TERMODINÂMICA

W: função de linha/diferencial inexata

→ NÃO É PROPRIEDADE TERMODINÂMICA

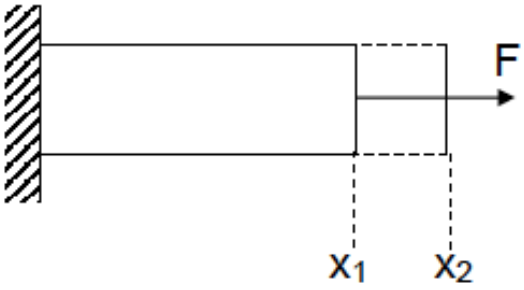


$$\int_1^2 d\forall = \forall_2 - \forall_1$$

$$\int_1^2 \delta W = {}_1W_2$$

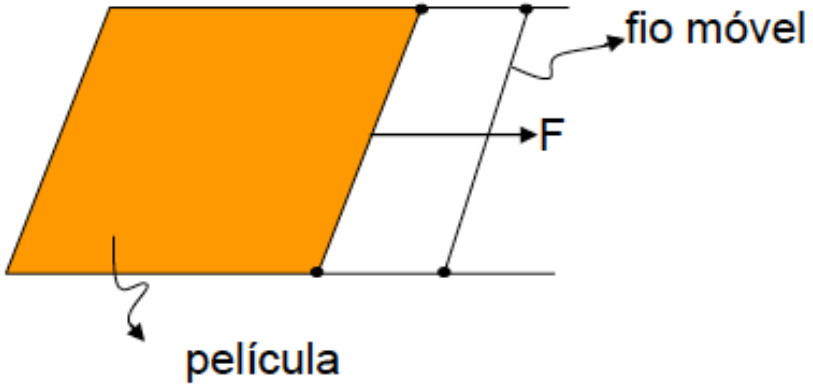
5. Exemplos Adicionais do Cálculo do Trabalho

a) Barra Sólida



$$W = -\int_{x_1}^{x_2} \sigma A d_x$$

b) Película Líquida

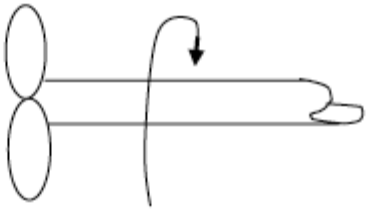


$$W = -\int_{A_1}^{A_2} \tau dA$$

Tensão superficial

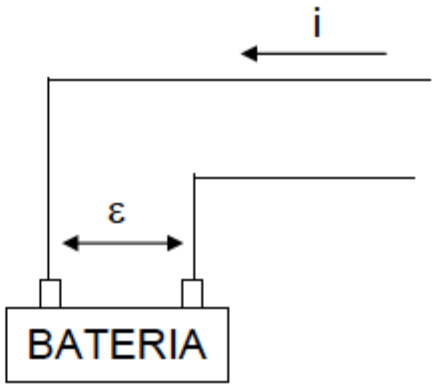
c) Eixo

$\dot{W} = \tau.W$



d) Elétrico

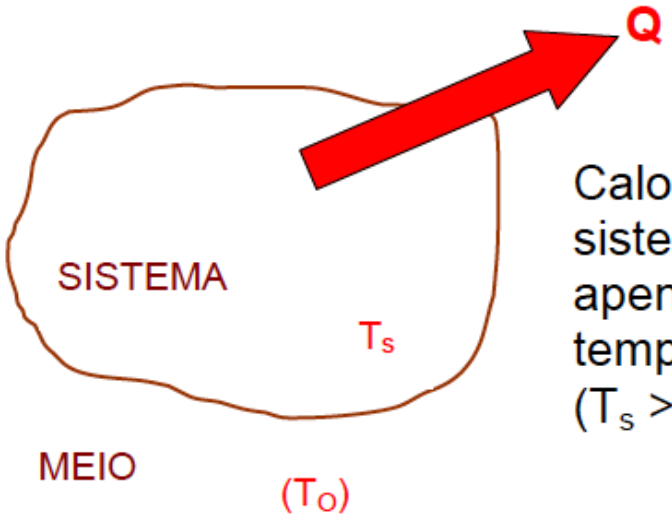
$\dot{W} = \varepsilon.i$



Para processos quase-estáticos:

δW = prop. intensiva*Δ(prop. extensiva)

6. Calor



Calor: energia transferida do sistema para o meio devido apenas à diferença de temperatura entre eles ($T_s > T_o$)

Q>0 transferido para o sistema

Q<0 transferido do sistema

$$[Q] = \underset{\text{cal}}{J} \qquad \left[\dot{Q}\right] = W$$

$$_1Q_2 = \int_1^2 \delta Q$$

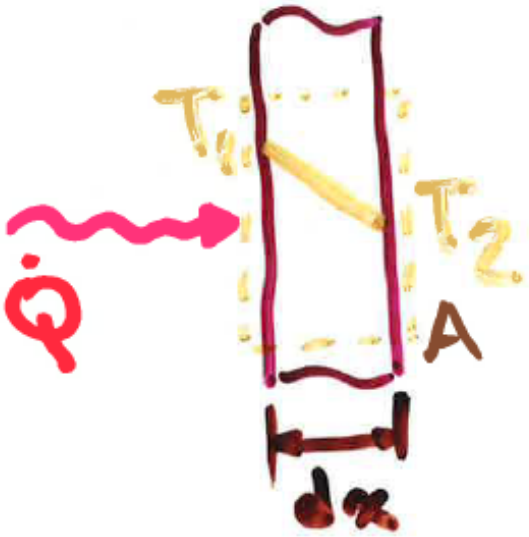
função de linha

Modos de Transferência de Calor

- Condução
- Convecção
- Radiação

Transferência de Calor

- Condução



$$\dot{Q} = -KA\frac{dT}{dx}$$

(Fourier)

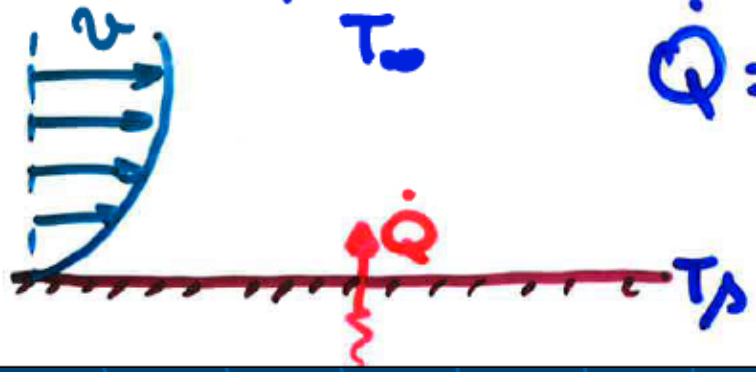
- Radiação

$$\dot{Q} = \varepsilon \sigma T^4 A$$

(Stefan-Boltzmann)

$$\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}\ W/m^2K^4$$

- Convecção

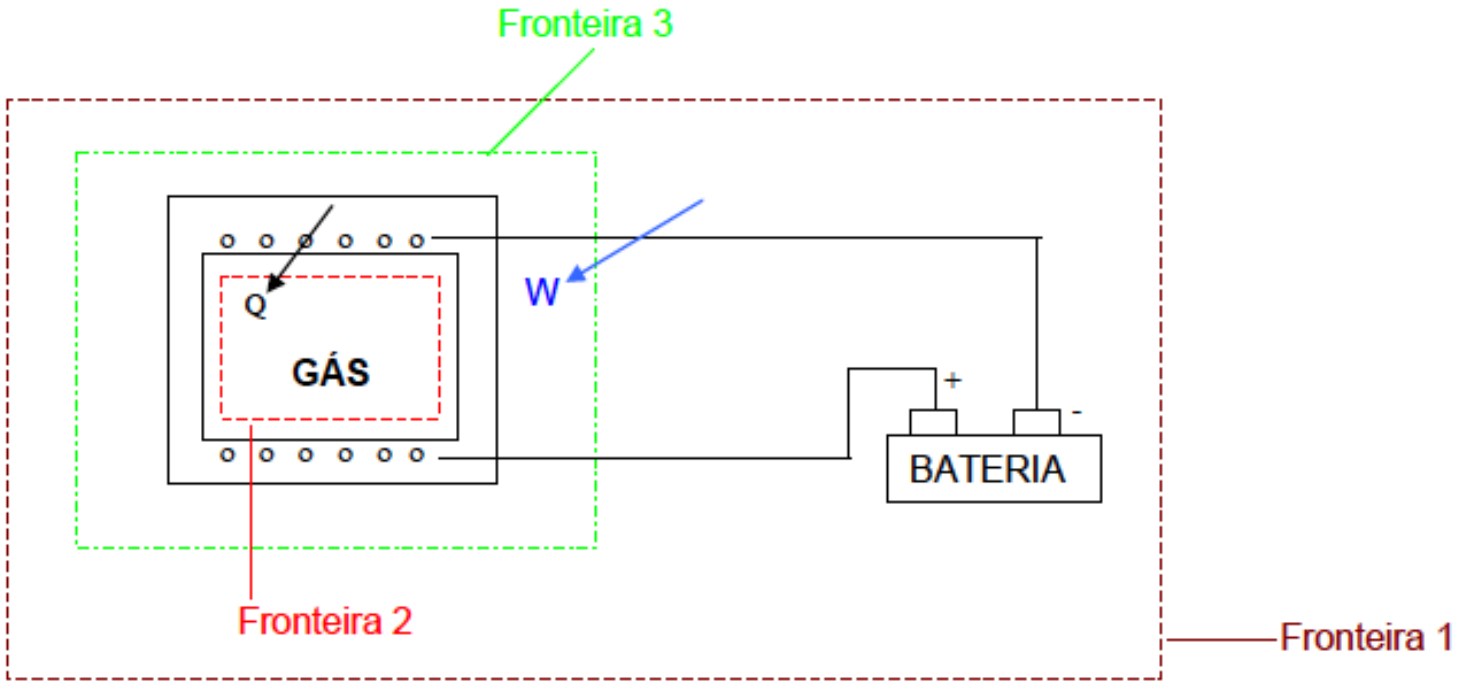


$$\dot{Q} = hA(T_s - T_\infty)$$

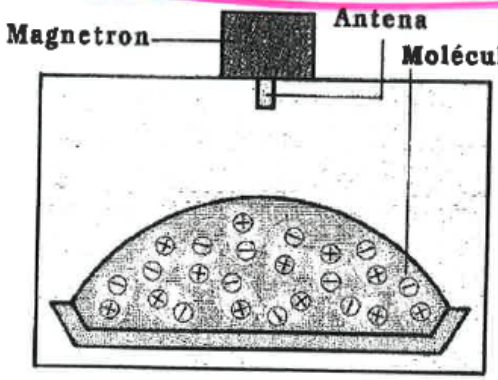
(lei de Newton de resfriamento)

7. Trabalho x Calor

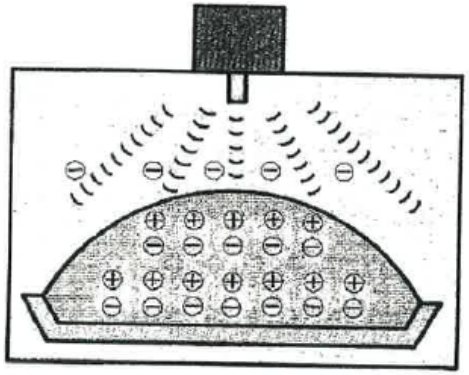
- formas de transferência de energia
- fenômenos transitórios e de fronteira
- funções de linha
- W: forma “macrofísica” de transferência de energia
- Q: processos “microfísicos” desorganizados



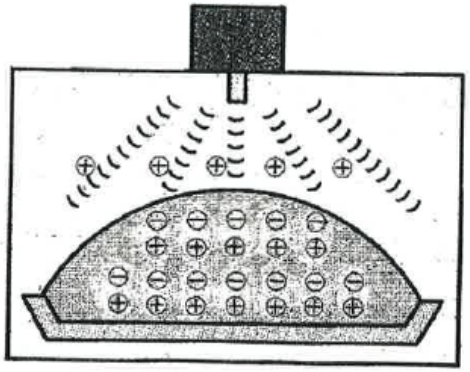
Como as microondas afetam a água



Aleatoriedade. Em repouso, as moléculas de água do alimento se distribuem aleatoriamente, com pólos positivos e negativos em todas as direções.



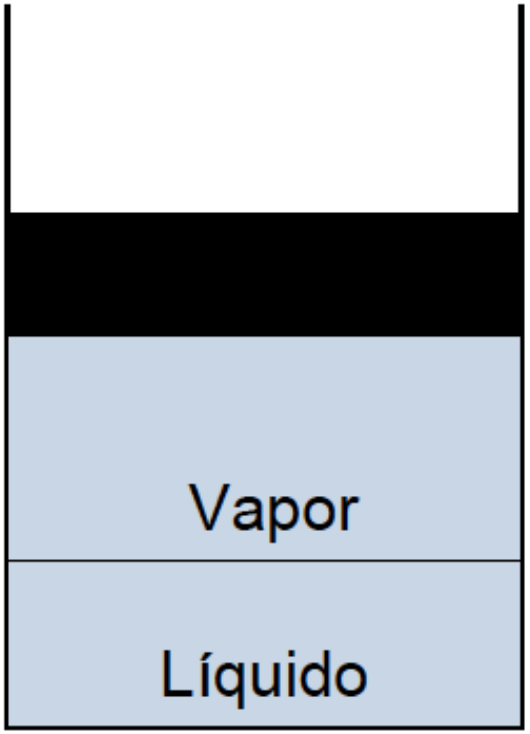
Alinhamento. Na primeira fase de um ciclo de microondas, todas as moléculas de água voltam seus pólos positivos em direção à extremidade negativa do campo.



Inversão. Na segunda fase do mesmo ciclo, o campo é positivo, e isso faz as moléculas de água se inverterem. Essa inversão, que ocorre bilhões de vezes por segundo, produz o aquecimento.

EXERCÍCIOS

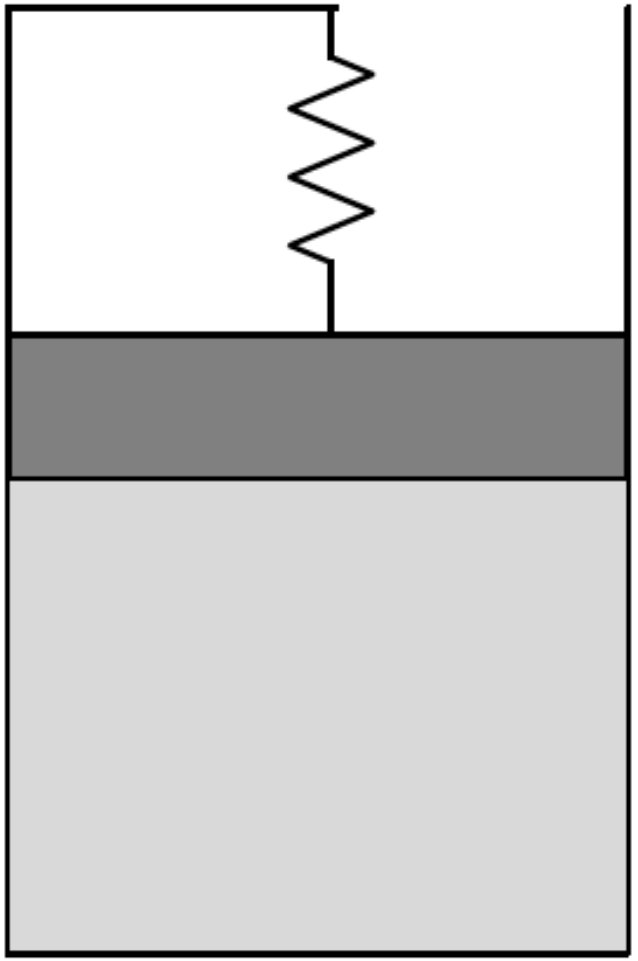
1) O esquema ao lado mostra um cilindro com 0,1kg de H_2O saturada a 38°C. O pistão tem uma área de 400cm^2, massa de 60kg e está apoiado no suporte. O volume ocupado pela H_2O é de 0,02m^3. A pressão atmosférica é de 96,04kPa e aceleração gravitacional de 9,75m/s^2. Transfere-se calor para o sistema até que o cilindro contenha vapor saturado. Pede-se:
   a) Temperatura da água quando o pistão deixa o suporte;
   b) O trabalho realizado pela água



2) Considere o dispositivo esquematizado abaixo. O volume inicial dentro do cilindro é de 0,03m^3 e a pressão é 0,11 MPa. Neste estado, a pressão é suficiente para contrabalancear o peso do pistão e a mola toca o pistão, mas não exerce nenhuma força sobre o mesmo. O gás é então aquecido, até que o volume final seja o dobro do inicial. A pressão final é de 0,35MPa e, durante o processo, a força da mola é proporcional ao deslocamento do pistão. Pede-se:

a) Represente o processo no diagrama p-v;

b) Calcule o trabalho realizado pelo gás.



EXERCÍCIOS LISTA 1

5) Considere uma montagem composta por um tanque com volume de 0,4 m^3 conectado através de uma tubulação com válvula a um cilindro com um pistão que pode se deslocar sem atrito e que requer uma pressão de 150 kPa para ser deslocado. Inicialmente, o tanque contém argônio a 250 kPa e 30°C e o pistão está encostado na superfície inferior do cilindro. A válvula que liga os dois recipientes é aberta permitindo o fluxo de argônio para o cilindro. No final do processo o argônio está em um estado uniforme a 150 kPa e 30°C. Calcule o trabalho realizado pelo argônio.

6) Um cilindro vertical contém um pistão que pode se deslocar sem atrito. Na condição inicial, o cilindro contém 3 dm^3 de R-12 a 27°C e título de 90%. O pistão tem massa de 100 kg e seção transversal de 65 cm^2 e é mantido no lugar por um pino. A pressão ambiente é de 0,1 MPa e a aceleração gravitacional é de 10 m/s^2. O pino é removido e o pistão sobe. Após um certo intervalo de tempo, o sistema atinge o equilíbrio, sendo a temperatura final 27°C. Pede-se: a) a pressão e volume finais do R-12; b) o trabalho realizado pelo R-12.

7) Considere um cilindro com um pistão submetido à ação de uma mola de forma que, quando o volume no cilindro for nulo, a mola estará completamente distendida. A força da mola é proporcional ao deslocamento da mesma e o peso do pistão é desprezível. O cilindro contém 4,5 kg de água, inicialmente a 0,35 MPa e título de 1%. A água é aquecida até se tornar vapor saturado. O volume do cilindro é de 140 dm^3 quando o pistão encontrar um batente superior. Pede-se: a) a pressão final; b) o trabalho realizado; c) a representação do processo no diagrama p-v. Considere a pressão ambiente igual a 0,1MPa.