

Condução de calor: lei de Fourier

- Aula 3 / Pg. 497 / Alfa 1

Apresentação e demais documentos: fisicasp.com.br

Professor Caio - Física C

Escalas de temperatura

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$$

Fonte de calor



corpo

Transferência de calor

- *Condução*
- *Convecção*
- *Irradiação*

Dilatação térmica

- $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$

- $\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$

- $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$

Variação de temperatura

- $Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$

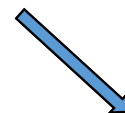
Mudança de estado

- $Q_L = m \cdot L$

Sistema termicamente isolado

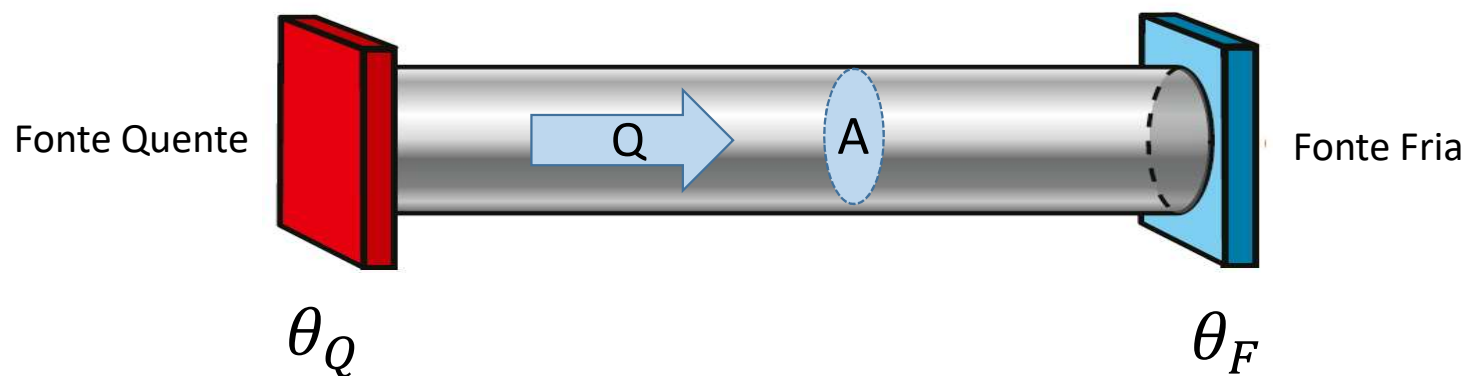
$$Q_A + Q_B + Q_C + Q_{calorímetro} = 0$$

Influência da pressão



1. Taxa de transferência de calor ou fluxo de calor ou taxa de condução de calor (Φ)

- Mede a quantidade de calor transferida por unidade de tempo
- Indica a rapidez com a qual o calor é transferido



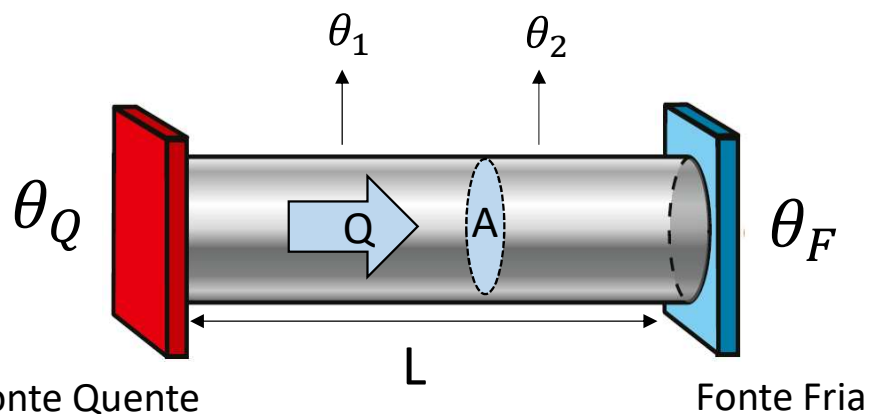
taxa de condução média

$$\Phi_m = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\text{SI: } [\Phi] = \frac{\text{J}}{\text{s}} \quad (1\text{W} = \frac{\text{J}}{\text{s}})$$

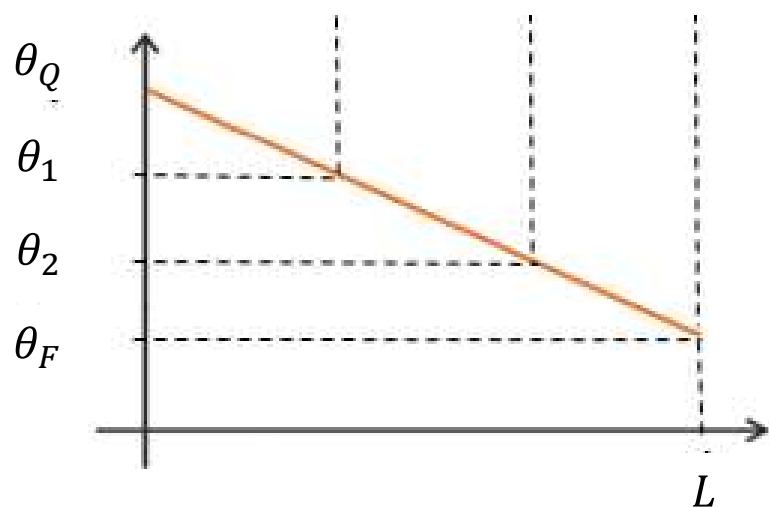
$$\text{SU: } [\Phi] = \frac{\text{cal}}{\text{s}}$$

2. Lei de Fourier



Regime estacionário ou regime permanente (Φ_{cte})

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k.A.(\theta_Q - \theta_F)}{L}$$



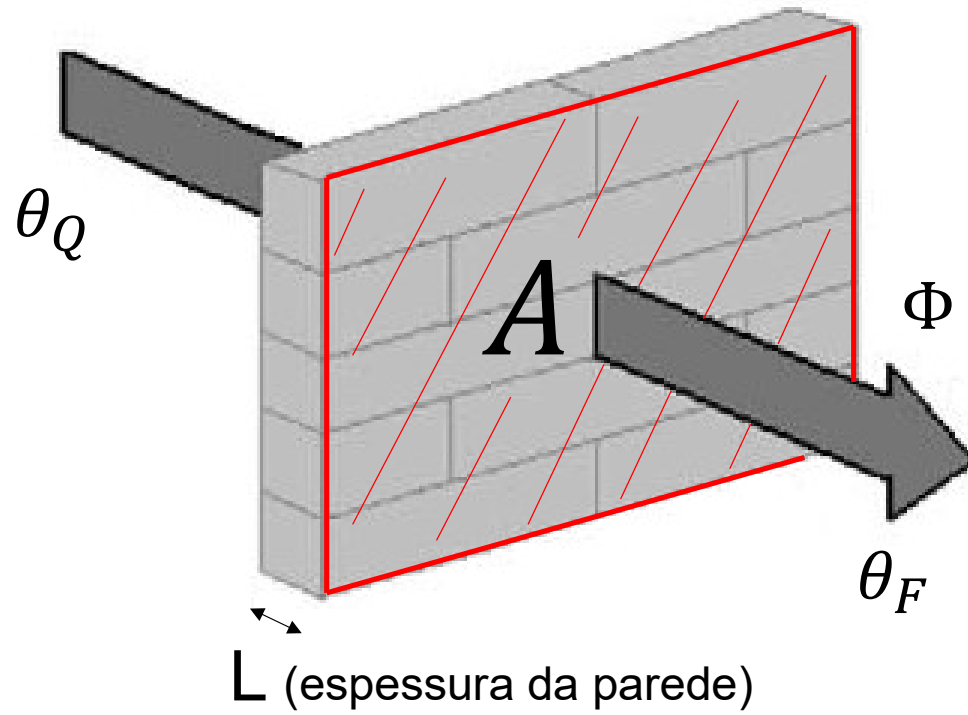
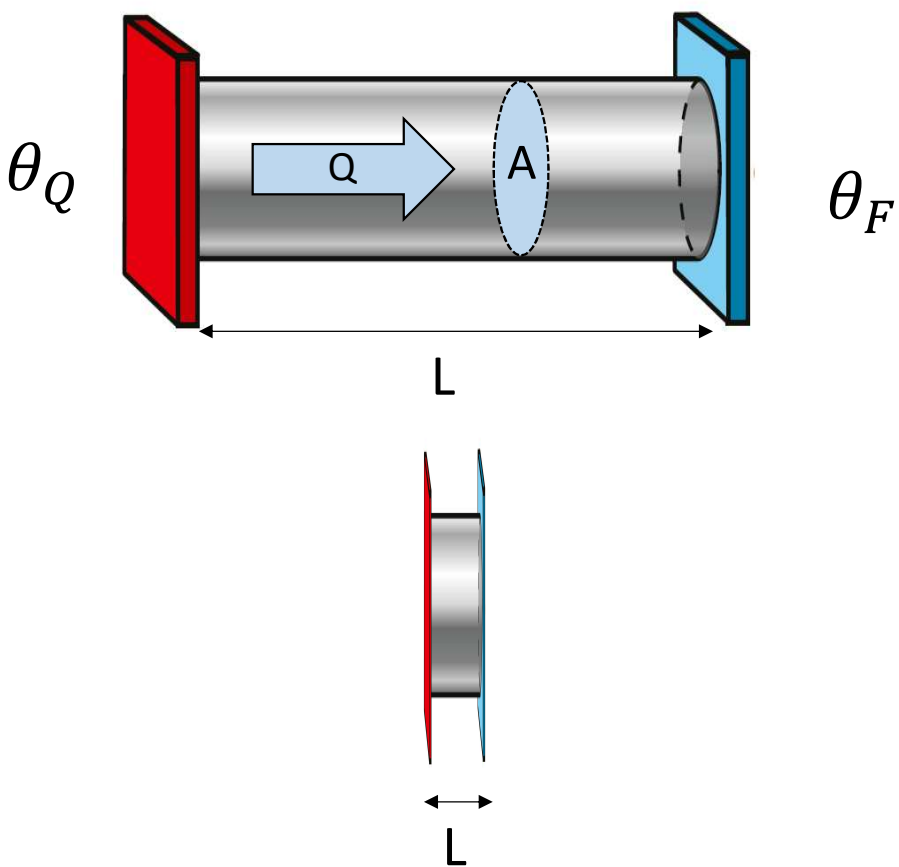
Unidades no SI

- Φ : fluxo de calor (J/s ou W)
- k : condutividade térmica (J/s.m.K)
- A : área da seção transversal (m²)
- L : distância (m)
- $\theta_Q - \theta_F$: diferença entre temperaturas (K)

2. Lei de Fourier

Exemplo da parede

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k.A.(\theta_Q - \theta_F)}{L}$$



Exercícios da apostila

2. Fuvest 2014 - Um contêiner com equipamentos científicos é mantido em uma estação de pesquisa na Antártida. Ele é feito com material de boa isolamento térmica e é possível, com um pequeno aquecedor elétrico, manter sua temperatura interna constante, $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, quando a temperatura externa é $T_e = -40 \text{ }^\circ\text{C}$. As paredes, o piso e o teto do contêiner têm a mesma espessura, $\varepsilon = 26 \text{ cm}$, e são de um mesmo material, de condutividade térmica $k = 0,05 \text{ J}/(\text{s}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$. Suas dimensões internas são $2 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$. Para essas condições, determine

- a) a área A da superfície interna total do contêiner;
- b) a potência P do aquecedor, considerando ser ele a única fonte de calor;
- c) A energia, em kWh, consumida pelo aquecedor em um dia;

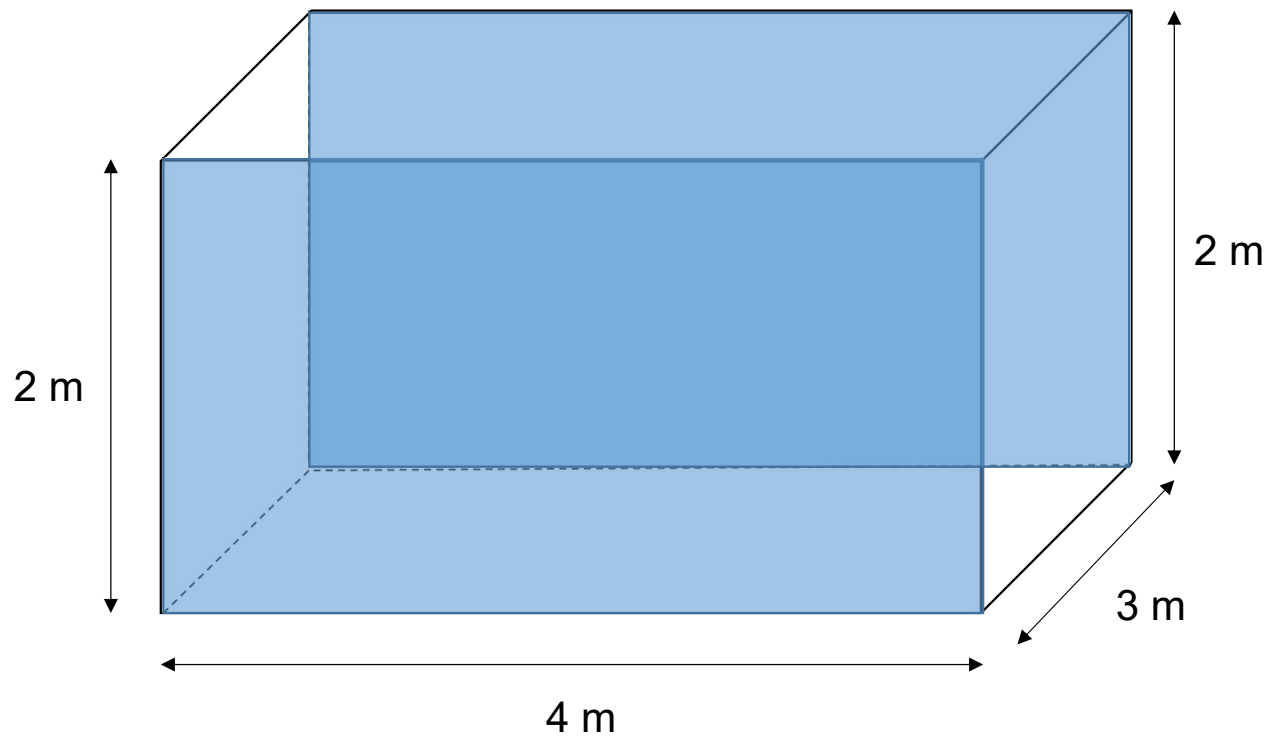
A quantidade de calor por unidade de tempo (ϕ) que flui através de um material de área A , espessura ε e condutividade térmica k , com diferença de temperatura ΔT entre as faces do material, é dada por:

$$\phi = \frac{k A \Delta T}{\varepsilon}$$

Dimensões internas são $2 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$

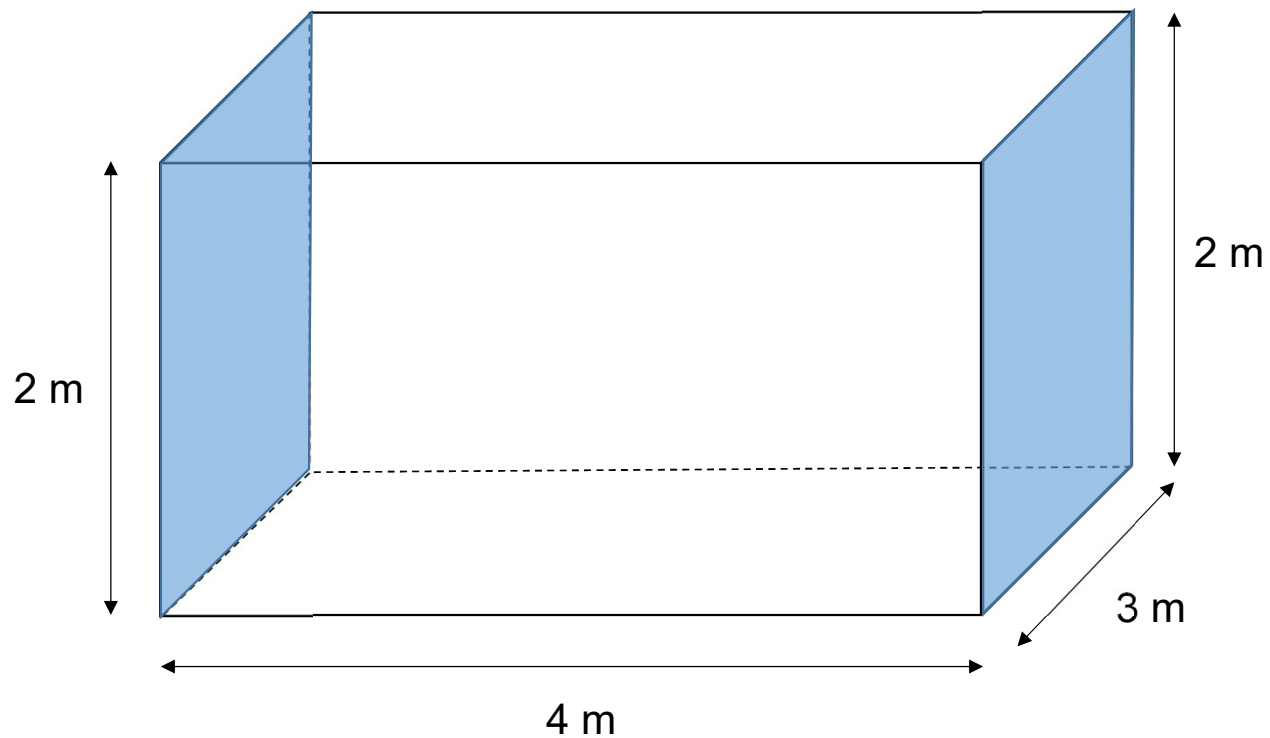
a) a área A da superfície interna total do contêiner;

$$(4 \times 2) + (4 \times 2) = 16 \text{ m}^2$$



Dimensões internas são $2 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$

a) a área A da superfície interna total do contêiner;

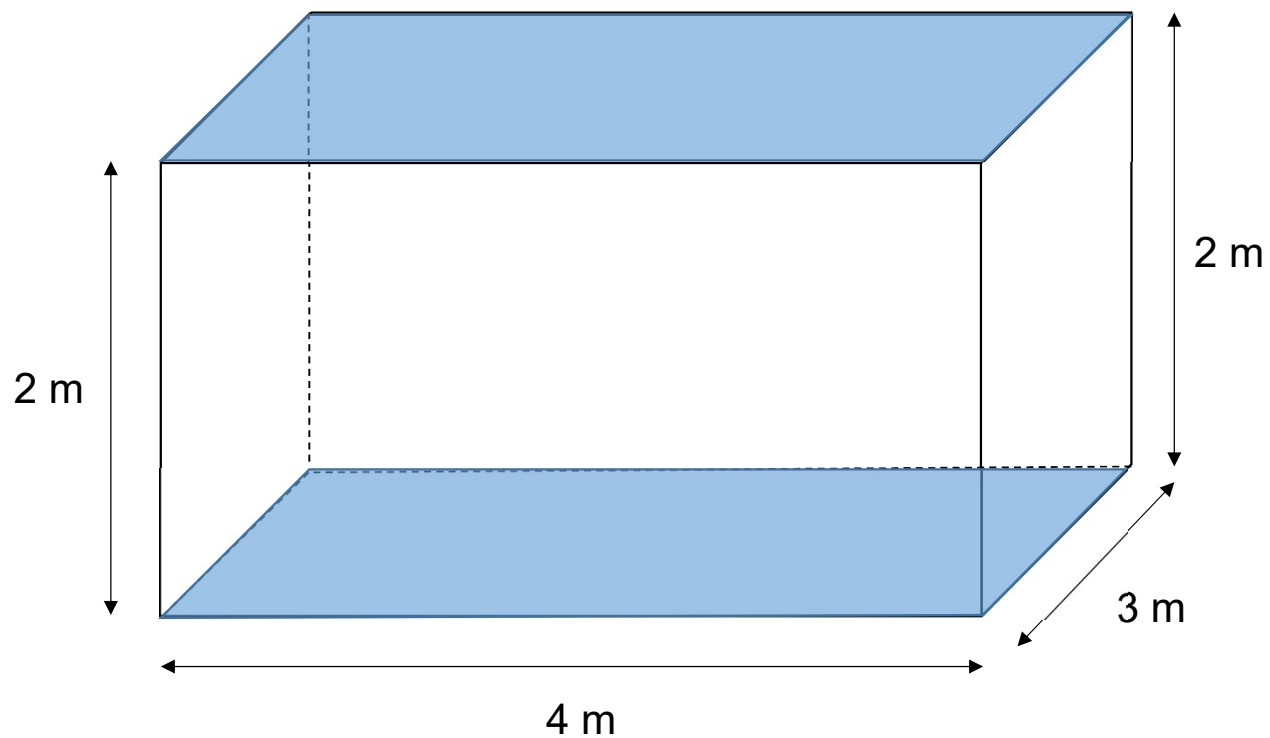


$$(4 \times 2) + (4 \times 2) = 16 \text{ m}^2$$

$$(3 \times 2) + (3 \times 2) = 12 \text{ m}^2$$

Dimensões internas são $2 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$

a) a área A da superfície interna total do contêiner;



$$(4 \times 2) + (4 \times 2) = 16 \text{ m}^2$$

$$(3 \times 2) + (3 \times 2) = 12 \text{ m}^2$$

$$+ (4 \times 3) + (4 \times 3) = 24 \text{ m}^2$$

$$A = 52 \text{ m}^2$$

$$A = 52 \text{ m}^2$$

$$T_i - T_e = 20 - (-40) = 60^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon = 26 \text{ cm} = 0,26 \text{ m}$$

$$k = 0,05 \frac{\text{J}}{\text{s.m.}^\circ\text{C}}$$

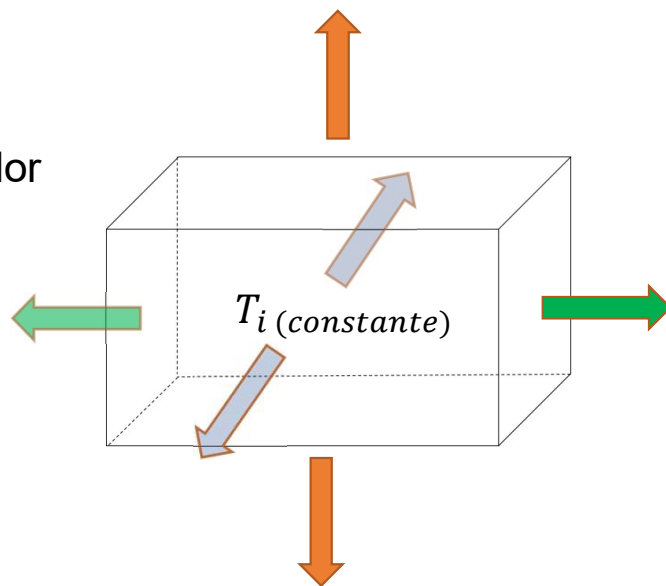
b) a potência P do aquecedor, considerando ser ele a única fonte de calor;

$$P_{aquec} = \frac{Q}{\Delta t} \left(\frac{\text{J}}{\text{S}} \right) = \Phi = \frac{Q}{\Delta t} \left(\frac{\text{J}}{\text{S}} \right)$$

Entrada de calor

Saída de calor

Saída de calor



$$\Phi_{saída} = \frac{k.A.(T_i - T_e)}{\varepsilon}$$

$$\Phi_{saída} = 0,05 \frac{\text{J}}{\text{s.m.}^\circ\text{C}} \cdot \frac{52\text{m}^2 \cdot (60^\circ\text{C})}{0,26 \text{ m}}$$

$$\Phi_{saída} = 600 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 600 \text{ W}$$

$$P_{aquec} = \Phi_{saída} = 600 \text{ W}$$

c) A energia, em kWh, consumida pelo aquecedor em um dia;

$$P_{aquec} = 600 \text{ W}$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow E = P \cdot \Delta t$$

$$P = 0,6 \text{ kW}$$

$$\Delta t = 24\text{h}$$

$$E = 0,6 \text{ kW} \cdot 24\text{h} = 14,4 \text{ kWh}$$