

Potência, máquinas e rendimento

Aula 30 / Pg. 381 / Alfa 4

Apresentação, orientação e tarefa: fisicasp.com.br

Professor Caio

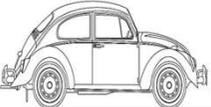
1. Potência média (P_m)

- Mede a quantidade de energia ($|\Delta E|$) transferida ou transformada por unidade de tempo (Δt).
- Indica a rapidez média com a qual a energia é transferida ou transformada.

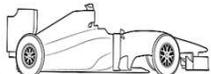
$$P_m = \frac{|\Delta E|}{\Delta t} \quad \text{SI} \quad (\text{W}) \quad \Rightarrow \quad 1\text{W} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}}$$

1. Potência média (P_m)

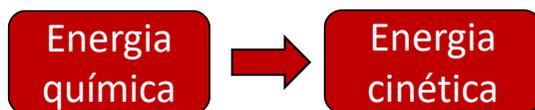
Exemplo:

$v_0 = 0$ $v_f = 30 \frac{m}{s}$
 $m = 1000kg$ 
 $t_0 = 0$ $t_f = 20 s$

$$P_m (fusca) = \frac{450\,000}{20} = 22\,500\text{ W}$$

$v_0 = 0$ $v_f = 30 \frac{m}{s}$
 $m = 1000kg$ 
 $t_0 = 0$ $t_f = 2 s$

$$P_m (f1) = \frac{450\,000}{2} = 225\,000\text{ W}$$



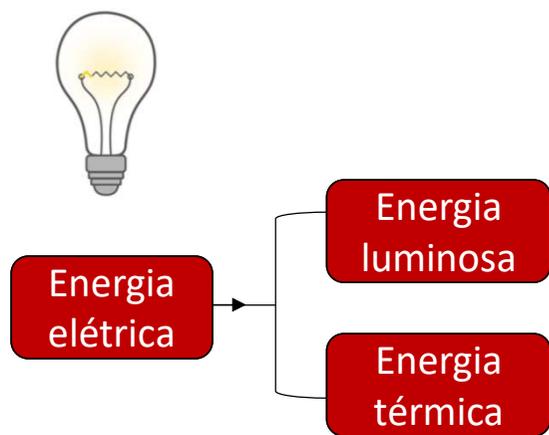
$$|\Delta E| = E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{1000 \cdot 30^2}{2} = 450\,000\text{ J}$$

2. Máquina

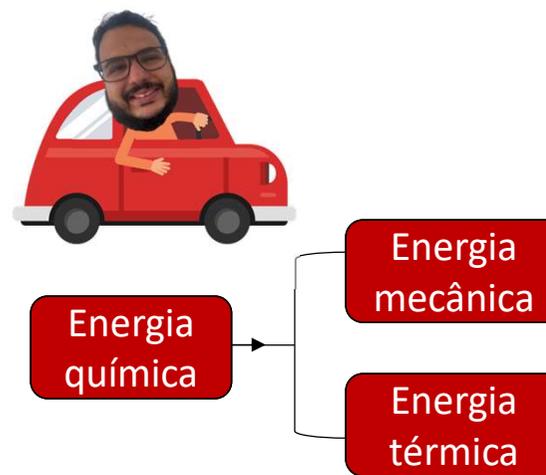
- Qualquer dispositivo que transforme ou transfira energia.

Exemplos:

Lâmpada incandescente



Carro (combustão)



3. Potência média de uma máquina (P_m)

- Mede a quantidade de energia ($|\Delta E|$) transferida ou transformada por unidade de tempo (Δt).
- Indica a rapidez média com a qual a energia é transferida ou transformada.

$$P_m = \frac{|\Delta E|}{\Delta t} \quad (\text{SI}) \quad \Rightarrow \quad 1\text{W} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}}$$

Exemplo:

Carro (combustão)



$$P_{total} = 10\,000\text{ W} = 10\,000 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Energia
química

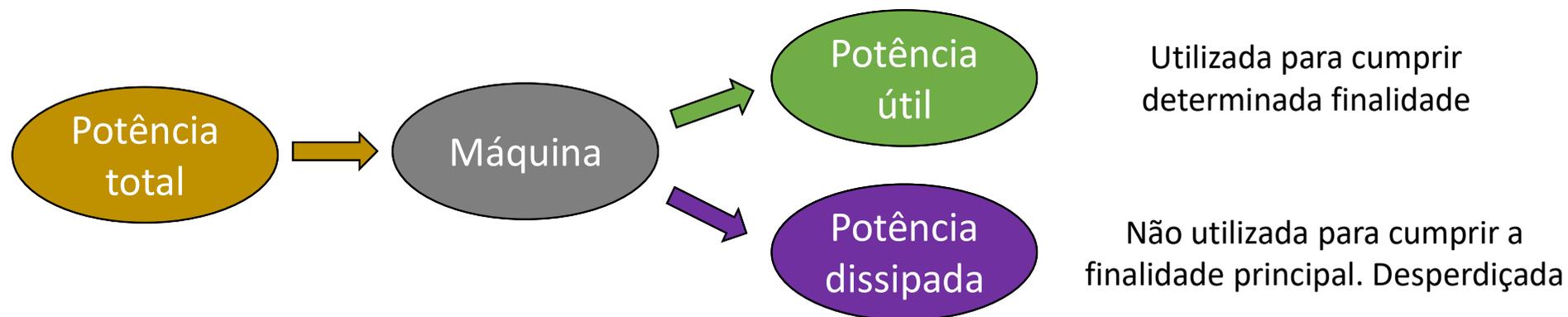
Energia
mecânica

$$P_{mecânica} = 2\,000\text{ W} = 2\,000 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Energia
térmica

$$P_{térmica} = 8\,000\text{ W} = 8\,000 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

4. Potência total, útil e dissipada

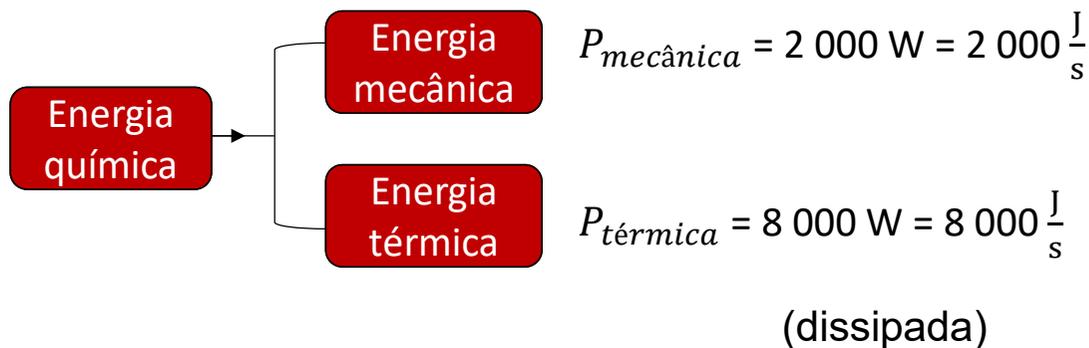


$$P_{total} = P_{útil} + P_{dissipada}$$

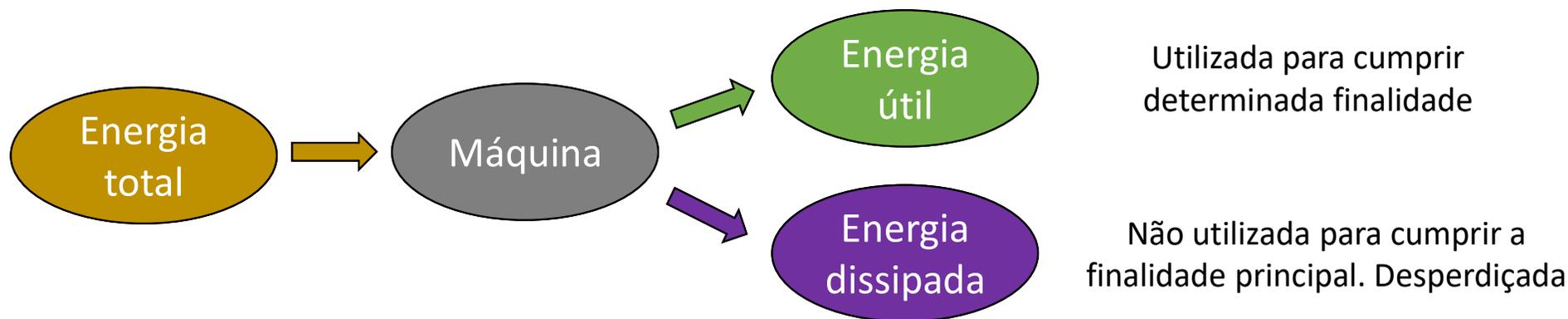
Exemplo: carro (combustão)



$$P_{total} = 10\,000\text{ W} = 10\,000\frac{\text{J}}{\text{s}}$$



5. Energia total, útil e dissipada

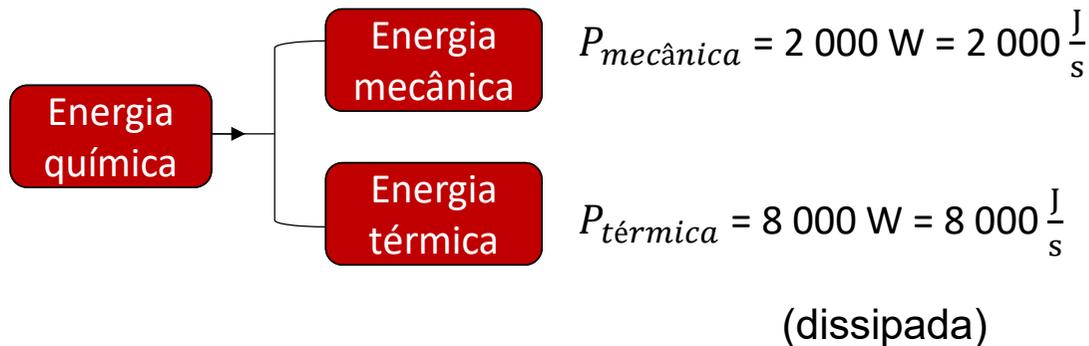


$$|\Delta E_{total}| = |\Delta E_{útil}| + |\Delta E_{dissipada}|$$

Exemplo: carro (combustão)



$$P_{total} = 10\,000\text{ W} = 10\,000\frac{\text{J}}{\text{s}}$$



6. Rendimento de uma máquina (η)

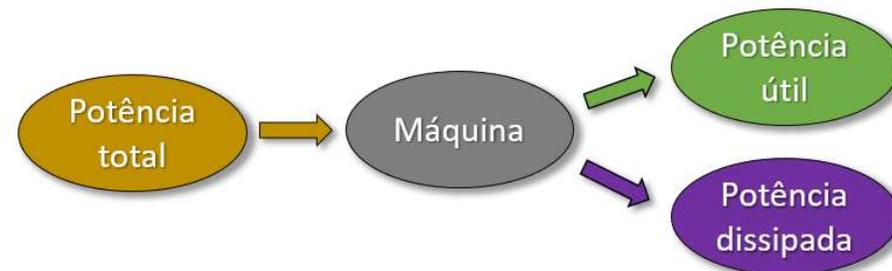
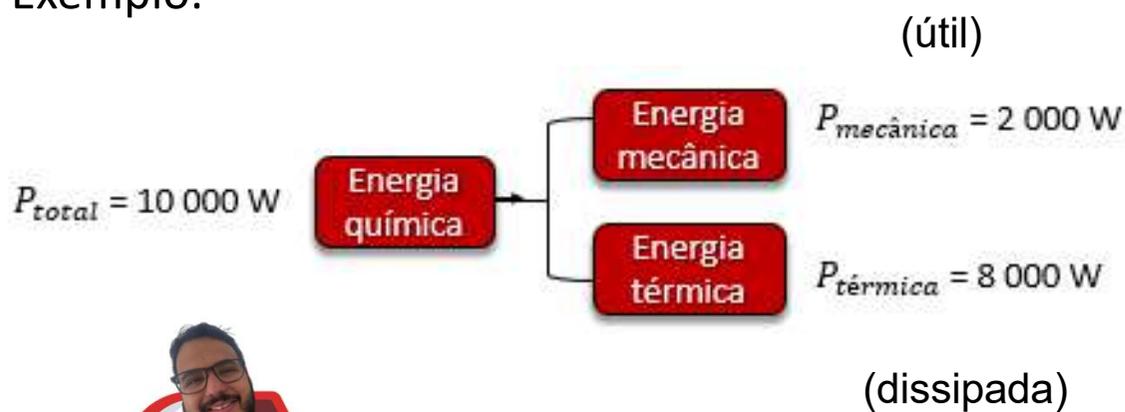
- (100%) $1 > \eta \geq 0$

$$\eta = \frac{|\Delta E_{\text{útil}}|}{|\Delta E_{\text{total}}|} \quad \text{ou} \quad \eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}}$$

Exemplo:

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}} = \frac{2000}{10000} = 0,2 = 20\%$$

Exemplo:



$$P_{\text{total}} = P_{\text{útil}} + P_{\text{dissipada}}$$

$$|\Delta E_{\text{total}}| = |\Delta E_{\text{útil}}| + |\Delta E_{\text{dissipada}}|$$

7. Potência de uma força

$$P_m = F \cdot v_m$$

ou

$$P_{cte} = F \cdot v_{cte}$$

SI:

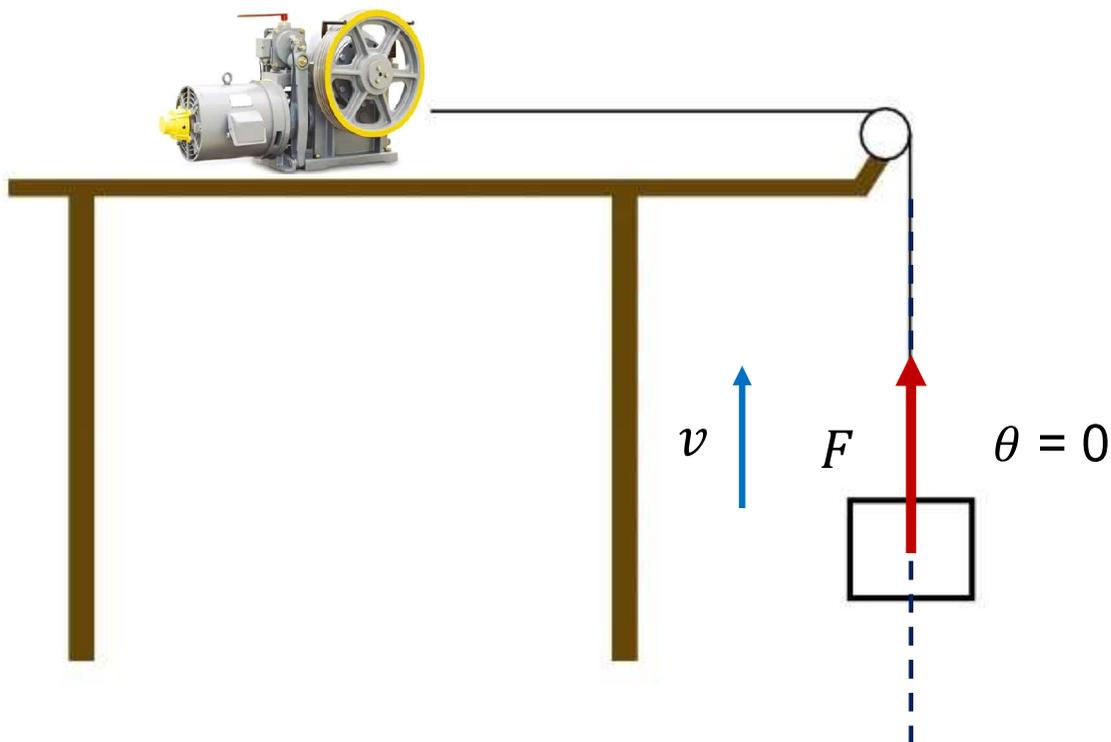
W

N

$\frac{m}{s}$

7. Potência de uma força

Dedução



$$P_m = \frac{|\Delta E|}{\Delta t}$$

$$P_m = \frac{\tau}{\Delta t}$$

$$P_m = \frac{F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta}{\Delta t}$$

$$P_m = \frac{F \cdot \Delta S}{\Delta t}$$

$$P_m = F \cdot v_m$$

8. Medida da energia em quilowatt-hora (kWh)

$$P = \frac{|\Delta E|}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad |\Delta E| = P \cdot \Delta t$$

$$\text{SI: } J = W \cdot s$$

$$\text{SU: } \text{kWh} = \text{kW} \cdot \text{h}$$

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

x 1000
÷1000

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

x 3600
÷3600

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 10^3 \text{ W} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

9. Unidades

$$|\Delta E| = P \times \Delta t$$

Unidades	$[\Delta E]$	$[P_m]$	$[\Delta t]$
SI	J (joule)	W (watt)	s (segundo)
Usuais	Wh (watt-hora) 1 Wh = 3600 J	W (watt)	h (hora)
	kWh (quilowatt-hora) 1 kWh = 10^3 Wh	kW (quilowatt) 1 kW = 10^3 W	h (hora)
	MWh (megawatt-hora) 1 MWh = 10^6 Wh	MW (megawatt) 1 MW = 10^6 W	h (hora)
	GWh (gigawatt-hora) 1 GWh = 10^9 Wh	GW (gigawatt) 1 GW = 10^9 W	h (hora)

Exercícios da apostila

1. (Fuvest 2018) Em 2016, as lâmpadas incandescentes tiveram sua venda definitivamente proibida no país, por razões energéticas. Uma lâmpada fluorescente, considerada energeticamente eficiente, consome 28W de potência e pode produzir a mesma intensidade luminosa que uma lâmpada incandescente consumindo a potência de 100W. A vida útil média da lâmpada fluorescente é de 10000h e seu preço médio é de R\$ 20,00 enquanto a lâmpada incandescente tem vida útil de 1000h e cada unidade custaria, hoje, R\$ 4,00. O custo da energia é de R\$ 0,25 por quilowatt-hora.

O valor total, em reais, que pode ser poupado usando uma lâmpada fluorescente, ao longo da sua vida útil, ao invés de usar lâmpadas incandescentes para obter a mesma intensidade luminosa, durante o mesmo período de tempo, é

- a) 90,00 b) 140,00 c) 200,00 d) 250,00 e) 290,00

1. (Fuvest 2018) Em 2016, as lâmpadas incandescentes tiveram sua venda definitivamente proibida no país, por razões energéticas. **Uma lâmpada fluorescente, considerada energeticamente eficiente, consome 28W** de potência e pode produzir a mesma intensidade luminosa que uma lâmpada incandescente consumindo a potência de 100W. **A vida útil média da lâmpada fluorescente é de 10000h e seu preço médio é de R\$ 20,00 enquanto a lâmpada incandescente tem vida útil de 1000h e cada unidade custaria, hoje, R\$ 4,00.** O custo da energia é de R\$ 0,25 por quilowatt-hora.

O valor total, em reais, que pode ser poupado usando uma lâmpada fluorescente, ao longo da sua vida útil, ao invés de usar lâmpadas incandescentes para obter a mesma intensidade luminosa, durante o mesmo período de tempo, é

- a) 90,00 b) 140,00 **c) 200,00** d) 250,00 e) 290,00

1 Lâmpada fluorescente

Preço: R\$ 20,00

$\Delta t = 10000 \text{ h}$

$P = 28\text{W} = 0,028 \text{ kW}$

$$E_{fluo} = P \cdot \Delta t_{inc}$$

$$E_{fluo} = 0,028 \text{ kW} \cdot 10000\text{h}$$

$$E_{fluo} = 280 \text{ kWh}$$

1kWh ----- R\$ 0,25
280kWh ----- x

$$x = \text{R\$ } 70,00$$

Custo Total

$$20 + 70 = \text{R\$ } 90,00$$

1 Lâmpada incandescente

Preço: R\$ 4,00

$\Delta t = 1000 \text{ h}$

$P = 100\text{W} = 0,1 \text{ kW}$

$$E_{inc} = P \cdot \Delta t_{inc}$$

$$E_{inc} = 0,1 \text{ kW} \cdot 1000\text{h}$$

$$E_{inc} = 100 \text{ kWh}$$

1kWh ----- R\$ 0,25
100kWh ----- x

$$x = \text{R\$ } 25$$

Custo total de uma lâmpada

$$4 + 25 = \text{R\$ } 29,00$$

Custo total de dez lâmpadas

$$\text{R\$ } 290,00$$

2. (Unesp-SP) Um gerador portátil de eletricidade movido a gasolina comum tem um tanque com capacidade de 5,0 L de combustível, o que garante uma autonomia de 8,6 horas de trabalho abastecendo de energia elétrica equipamentos com potência total de 1 kW, ou seja, que consomem, nesse tempo de funcionamento, o total de 8,6 kWh de energia elétrica. Sabendo que a combustão da gasolina comum libera cerca $3,2 \cdot 10^4$ kJ/L e que $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^3$ kJ, a porcentagem da energia liberada na combustão da gasolina que será convertida em energia elétrica é próxima de

- a) 30%.
- b) 40%.
- c) 20%.
- d) 50%.
- e) 10%.

2. (Unesp-SP) Um gerador portátil de eletricidade movido a gasolina comum tem um tanque com capacidade de 5,0 L de combustível, o que garante uma autonomia de 8,6 horas de trabalho abastecendo de energia elétrica equipamentos com potência total de 1 kW, ou seja, que consomem, nesse tempo de funcionamento, o total de 8,6 kWh de energia elétrica. Sabendo que a combustão da gasolina comum libera cerca de $3,2 \cdot 10^4$ kJ/L e que $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^3$ kJ, a porcentagem da energia liberada na combustão da gasolina que será convertida em energia elétrica é próxima de

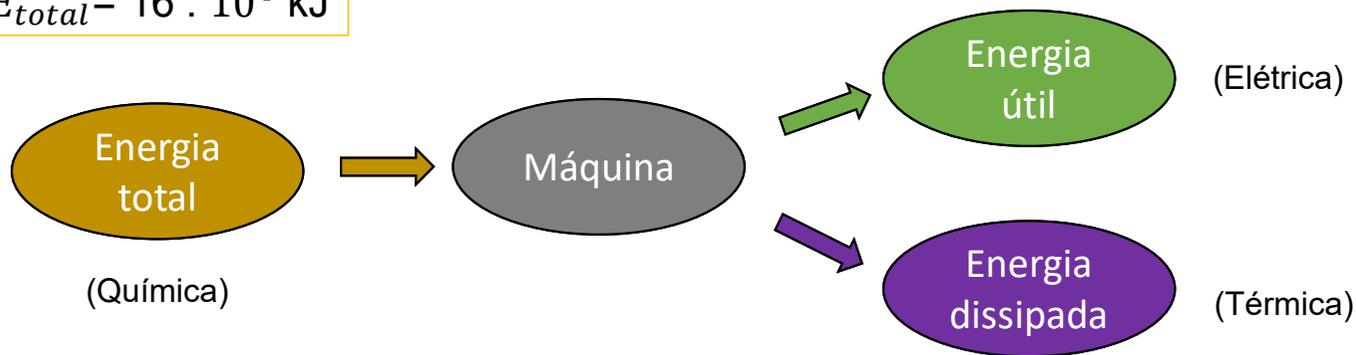
$$\begin{array}{l} 1\text{L} \text{ ----- } 3,2 \cdot 10^4 \text{ kJ} \\ 5\text{L} \text{ ----- } \quad \quad x \end{array}$$

$$E_{total} = 16 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$

$$\begin{array}{l} 1,0 \text{ kWh} \text{ ----- } 3,6 \cdot 10^3 \text{ kJ} \\ 8,6 \text{ kWh} \text{ ----- } \quad \quad x \end{array}$$

$$x = 30,96 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{útil}} = 3,096 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$



$$\eta = \frac{|\Delta E_{\text{útil}}|}{|\Delta E_{\text{total}}|}$$

$$\eta = \frac{3,096 \cdot 10^4}{16 \cdot 10^4}$$

$$\eta = 0,1935$$

$$\eta \cong 19,35\%$$

Alternativa c) 20%.

Exercícios do Caio

1. (PUC-RJ) Um elevador de 500 kg deve subir uma carga de 2,5 toneladas a uma altura de 20 metros, em um tempo inferior a 25 segundos. Qual deve ser a potência média mínima do motor do elevador, em watts? $g = 10 \text{ m/s}^2$.

a) $600 \cdot 10^3$

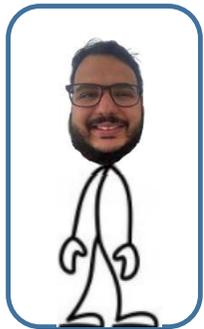
b) $16 \cdot 10^3$

c) $24 \cdot 10^3$

d) $37,5 \cdot 10^3$

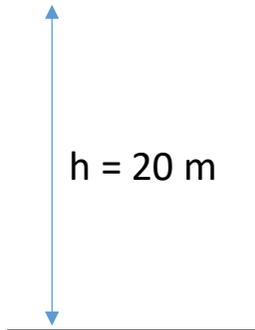
e) $1,5 \cdot 10^3$

$m = 500 + 2500 = 3000 \text{ kg}$



$h = 20 \text{ m}$

Referência ($h = 0$)



Energia elétrica



Energia mecânica

$$|\Delta E| = E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$P = \frac{|\Delta E|}{\Delta t}$$

$$P = \frac{|\Delta E|}{\Delta t}$$

$$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

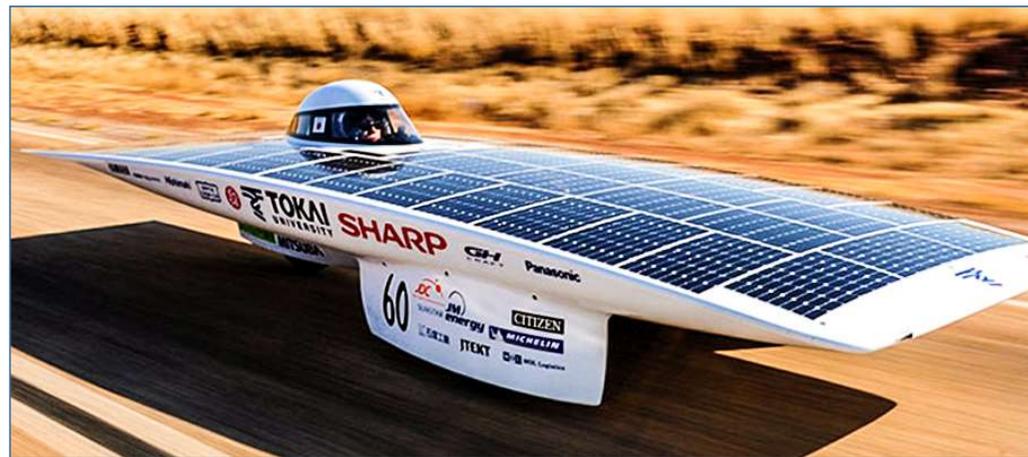
$$P = \frac{3000 \cdot 10 \cdot 20}{25}$$

$$P = 120 \cdot 10 \cdot 20$$

$$P = 24\,000$$

$$P = 24 \cdot 10^3 \text{ W}$$

2. (Enem) Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de $1\,000\text{ W/m}^2$, que o carro solar possua massa de 200 kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de $9,0\text{ m}^2$ e rendimento de 30%. Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de

a) 1,0 s.

b) 4,0 s.

c) 10 s.

d) 33 s.

e) 300 s.

Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de $1\,000\text{ W/m}^2$, que o carro solar possua **massa de 200 kg** e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma **área de $9,0\text{ m}^2$** e **rendimento de 30%**. Desprezando as forças de resistência do ar, o **tempo** que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a **velocidade de 108 km/h** é um valor mais próximo de

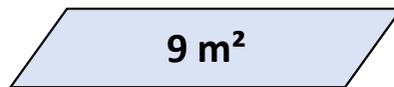
- a) 1,0 s. b) 4,0 s. c) 10 s. **d) 33 s.** e) 300 s.

$$v_0 = 0 \quad v = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$m = 200\text{ kg}$$

$$I = \frac{P}{A} = 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$



Potência captada

$$\begin{aligned} 1\text{ m}^2 &\text{-----} 1000\text{ W} \\ 9\text{ m}^2 &\text{-----} 9000\text{ W} \end{aligned}$$

$$P_{\text{carro}} = 30\% \text{ da } P_{\text{captada}}$$

$$P_{\text{carro}} = 0,3 \cdot 9000 = 2700\text{ W}$$



$$|\Delta E| = E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$P = \frac{|\Delta E|}{\Delta t}$$

$$P = \frac{m \cdot v^2}{2\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{200 \cdot 30^2}{2 \cdot 2700}$$

$$P = \frac{m \cdot v^2}{2\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{m \cdot v^2}{2P}$$

$$\Delta t = \frac{9000}{27}$$

$$\Delta t \cong 33\text{ s}$$