3. Rendimento

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

$$\eta = \frac{\mathscr{P}_{útil_m}}{\mathscr{P}_{total_m}} = \frac{\mathscr{P}_{útil}}{\mathscr{P}_{total}}$$

Note que:

$0 \leqslant \eta < 1$ ou $0\% \leqslant \eta < 100\%$

4. Potência de uma força

$$\mathscr{P}_m = F_m \cdot v_m$$

$$\mathscr{P} = F \cdot v$$

EM CLASSE **DESENVOLVENDO HABILIDADES**

1 (Fuvest-SP) Em 2016, as lâmpadas incandescentes tiveram sua venda definitivamente proibida no país, por razões energéticas. Uma lâmpada fluorescente, considerada energeticamente eficiente, consome 28 W de potência e pode produzir a mesma intensidade luminosa que uma lâmpada incandescente consumindo a potência de 100 W. A vida útil média da lâmpada fluorescente é de 10 000 h e seu preço médio é de R$ 20,00, enquanto a lâmpada incandescente tem vida útil de 1000 h 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

O custo total de cada lâmpada é dado pelo valor da compra mais o consumo de energia elétrica. Vamos analisar cada lâmpada separadamente.

Lâmpada fluorescente:

Aplicando a definição de potência, já com os ajustes de unidade:

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

$$0{,}028 = \frac{|\Delta E|}{10^4}$$

$|\Delta E| = 280$ kW

Como cada quilowatt-hora custa R$ 0,25, o custo devido ao consumo é dado por:

280 kWh · R$ 0,25/kWh = R$70,00

Assim, o custo total é dado por:

R$ 70,00 + R$ 20,00 = R$ 90,00

Lâmpada incandescente:

Aplicando a definição de potência, já com os ajustes de unidade:

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

$$0{,}1 = \frac{|\Delta E|}{10^4}$$

$|\Delta E| = 1000$ kWh

Como cada quilowatt-hora custa R$ 0,25, o custo devido ao consumo é dado por:

1 000 kWh · R$ 0,25/kWh = R$ 250,00

Para que os intervalos de tempo sejam iguais, é preciso usar 10 lâmpadas incandescentes para cada lâmpada fluorescente.

Assim, o custo total é dado por:

R$ 250,00 + 10 · R$ 4,00 = R$ 290,00

Dessa forma, a economia é de:

R$ 290,00 – R$ 90,00 = R$ 200,00

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 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%.

A energia total dessa máquina pode ser obtida a partir da queima dos 5 L de gasolina:

$$|\Delta E_{total}| = 3{,}2 \cdot 10^4 \cdot 5$$

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

Convertendo para kWh:

$$|\Delta E_{total}| = 16 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{3{,}6 \cdot 10^3} = \frac{400}{9} \text{ kWh}$$

Aqui é importante deixar claro que não é necessário decorar a transformação, mas sim saber deduzi-la.
Assim, o rendimento pode ser calculado a partir da razão entre as energias útil e total:

$$\eta = \frac{|\Delta E_{útil}|}{|\Delta E_{total}|} = \frac{8{,}6}{\frac{400}{9}}$$

$$\therefore \eta = 0{,}1935 = 19{,}35\%$$

3 Uma piscina, de 8 m × 4 m × 1,5 m, está localizada em um terreno, onde a intensidade solar incidente é praticamente constante entre as 11 h e as 13 h. Considere essa intensidade solar igual a 1000 W/m². Considerando que 80% da energia radiante é transferida para a água, sua variação de temperatura durante esse intervalo de tempo é igual a:

Dados:
- $d_{água}$ = 1 kg/L
- $c_{água}$ = 1 cal/g · °C
- 1 cal = 4 J

a) 0,48 °C

▶ b) 0,96 °C

c) 1,20 °C

d) 1,92 °C

e) 2,4 °C

A potência total é dada por:

$$\mathscr{P}_{total} = 1000 \cdot 8 \cdot 4 = 32\,000 \text{ W}$$

Aplicando a definição de rendimento:

$$\eta = \frac{\mathscr{P}_{útil}}{\mathscr{P}_{total}}$$

$$0{,}8 = \frac{\mathscr{P}_{útil}}{32\,000}$$

$$\mathscr{P}_{útil} = 25\,600 \text{ W}$$

O volume de água é igual a $8 \cdot 4 \cdot 1{,}5 = 48$ m³, que possui uma massa igual a 48000 kg ($d = 1$ kg/L $= 10^3$ kg/m³).

Ajustando-se as unidades do calor específico, temos:

$$c = 4000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$$

Como o efeito do calor transferido para a água é sua variação de temperatura:

$$\mathscr{P}_{útil} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{\Delta t}$$

Substituindo-se os valores:

$$25\,600 = \frac{48\,000 \cdot 4\,000 \cdot \Delta\theta}{2 \cdot 3600}$$

$$\therefore \Delta\theta = 0{,}96 \text{ °C}$$

4 Um teste muito importante para avaliar a segurança dos condutores e passageiros de automóveis é o teste de impacto, mais conhecido como *crash test*, necessário para avaliar o comportamento da estrutura de um veículo e de seus sistemas de segurança durante um impacto. Nele, o carro é puxado por um motor através de uma corda ou corrente e jogado contra uma barreira. Dentro do veículo estão bonecos bastante sofisticados que fazem a leitura de diversas informações importantes para as consequências do impacto sobre os ocupantes do veículo.

PA Images/Getty Images

Sabe-se que a velocidade atingida pelo carro é igual a 65 km/h ($\approx$ 18 m/s), e que a força aplicada pelo motor sobre o carro é igual a 3 000 N. Sabendo que o rendimento do motor que puxa o carro é igual a 20%, sua potência total é igual a:

a) 3 000 W
b) 54 000 W
c) 195 000 W
d) 270 000 W
e) 540 000 W

A potência útil do motor é igual a:

$\mathcal{P}_{\text{útil}} = F \cdot v$

$\mathcal{P}_{\text{útil}} = 3000 \cdot 18$

$\mathcal{P}_{\text{útil}} = 54000$ W

Aplicando a definição de rendimento:

$\eta = \dfrac{\mathcal{P}_{\text{útil}}}{\mathcal{P}_{\text{total}}}$

$0{,}2 = \dfrac{54000}{\mathcal{P}_{\text{total}}}$

$\therefore \mathcal{P}_{\text{total}} = 270000$ W

5 Pontes rolantes são equipamentos de grande porte que servem para transportar objetos de massas elevadas em indústrias e estaleiros.

Evgeniy Kurochkin/Shutterstock

Ponte rolante.

Considere uma ponte rolante erguendo uma carga de 1 tonelada, com velocidade constante de 6 m/min. A partir de determinado instante, o operador da ponte aciona um botão no painel de controle da ponte rolante, acelerando a carga, na razão de 0,05 m/s a cada segundo, durante 4 segundos. Admitindo que o cabo que liga o motor da ponte à carga é ideal, a potência útil média do motor ao longo do intervalo de tempo em que o botão ficou acionado, e a potência útil do motor três segundos após o acionamento valem, respectivamente,

a) 2010,0 W e 1005,0 W.

b) 2010,0 W e 2512,5 W.

c) 1005,0 W e 2010,0 W.

d) 2000,0 W e 2500,0 W.

e) 2010,0 W e 2500 W.

Como a aceleração da carga é igual a 0,05 m/s², podemos aplicar a segunda lei de Newton para calcular a intensidade da tração aplicada pelo cabo sobre a carga:

$T - P = m \cdot a$

$T - 10000 = 1000 \cdot 0{,}05$

$T = 10\,050$ N

O deslocamento escalar é dado por:

$$\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Como $v_0 = 6$ m/min $= 0{,}1$ m/s, e $a = 0{,}05$ m/s^2:

$$\Delta s = 0{,}1 \cdot t + \frac{0{,}05 \cdot t^2}{2} \text{ (SI)}$$

Para t = 4s:

$$\Delta s = 0{,}1 \cdot 4 + \frac{0{,}05 \cdot 4^2}{2}$$

$\therefore \Delta s = 0{,}8$ m

A velocidade escalar média é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0{,}8}{4} \Rightarrow v_m = 0{,}2 \text{ m/s}$$

A potência útil média do motor é dada por:

$\mathcal{P}_m = T_m \cdot v_m$

Como a tração se mantém constante, seu valor médio é igual ao seu valor instantâneo. Assim:

$\mathcal{P}_m = 10050 \cdot 0{,}2$

$\therefore \mathcal{P}_m = 2010$ W

A função horária da velocidade é dada por:

$v = v_0 + a \cdot t$

$v = 0{,}1 + 0{,}05 \cdot t$ (SI)

Para t = 3 s:

$v = 0{,}1 + 0{,}05 \cdot 3$

$v = 0{,}25$ m/s

A potência útil no instante 3 s é dada por:

$\mathcal{P} = T \cdot v$

$\mathcal{P} = 10050 \cdot 0{,}25$

$\therefore \mathcal{P} = 2\,512{,}5$ W

ORIENTAÇÃO DE ESTUDO

Tarefa Mínima

Aula 19

- Leia os itens 1 a 3 da seção *Nestas aulas*.
- Faça as questões 1 a 4 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.

Aula 20

- Leia o item 4 da seção *Nestas aulas*.
- Faça as questões 16 a 19 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.

Tarefa Complementar

Aula 19

- Leia os itens 1 e 2 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.
- Faça as questões 5 a 8 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.

Aula 20

- Leia o item 3 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.
- Faça as questões 20 a 23 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.

Tarefa Desafio

Aula 19

- Faça as questões 9 e 10 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.

Aula 20

- Faça a questão 24 do capítulo 5 de *Dinâmica energética e transformações de energia* do *Caderno de Estudos*.