

Figura 6.27 (a) Um avião movido a hélice e (b) Um avião a jato moderno.

Se os motores estão em propulsão máxima enquanto o avião está em repouso no solo, de modo que $v = 0$, os motores desenvolvem potência *nula*. Força e potência não são a mesma coisa!

Exemplo 6.11

UMA ESCALADA DE POTÊNCIA Uma velocista de Chicago com massa de 50,0 kg sobe correndo as escadas da Torre Sears em Chicago, o edifício mais alto dos Estados Unidos, com altura de 443 m (Figura 6.28). Para que ela atinja o topo em 15,0 minutos qual deve ser sua potência média em watts? E em quilowatts? E em horsepower?

SOLUÇÃO

IDENTIFICAR: vamos considerar a velocista como uma partícula de massa m . Sua potência média P_m deve ser suficiente para elevá-la a uma velocidade escalar constante contra a gravidade.

PREPARAR: podemos calcular P_m de duas maneiras: (1) primeiramente, determinando quanto trabalho ela deve realizar e dividindo o resultado pelo tempo decorrido, como na Equação (6.15), ou (2) calculando a força média de baixo para cima que ela deve exercer (na direção da subida) e multiplicando o resultado pela sua velocidade de baixo para cima, como na Equação (6.17).

EXECUTAR: como no Exemplo 6.8, o trabalho realizado para elevar a massa m contra a gravidade é igual ao peso mg multiplicado pela altura h . Logo, o trabalho realizado por ela é

$$\begin{aligned} W &= mgh = (50,0 \text{ kg})(9,80 \text{ m/s}^2)(443 \text{ m}) \\ &= 2,17 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

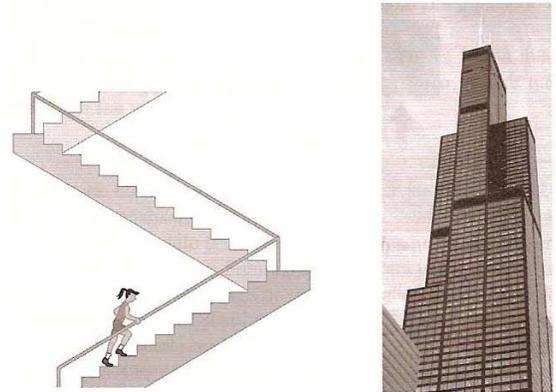


Figura 6.28 Qual a potência necessária para subir as escadas até o topo da Torre Sears em Chicago em 15 minutos?

O tempo é 15,0 min = 900 s; logo, pela Equação (6.15), sua potência média é

$$P_m = \frac{2,17 \times 10^5 \text{ J}}{900 \text{ s}} = 241 \text{ W} = 0,241 \text{ kW} = 0,323 \text{ hp}$$

Um método alternativo consiste em usar a Equação (6.17). A força exercida é vertical, e o componente vertical do módulo da velocidade média é dado por $(443 \text{ m})/(900 \text{ s}) = 0,492 \text{ m/s}$; portanto, a potência média é

$$\begin{aligned} P_m &= F_{\parallel} v_m = (mg)v_m \\ &= (50,0 \text{ kg})(9,80 \text{ m/s}^2)(0,492 \text{ m/s}) = 241 \text{ W} \end{aligned}$$

cujo resultado é igual ao anterior.

AVALIAR: na verdade, a potência *total* da corredora é muito maior do que a calculada. A razão é que ela não é uma partícula, mas um conjunto de muitas partes que realizam trabalho ao se moverem, como o trabalho realizado para respirar e o produzido pelo movimento de suas pernas. O cálculo feito indica apenas a parte de sua potência total correspondente ao trabalho realizado para elevá-la até o topo do edifício.

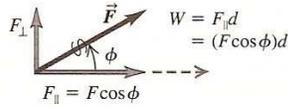
Teste sua compreensão da Seção 6.4 O ar que circunda um avião em vôo exerce uma força de arraste que atua em oposição ao movimento do avião. Quando o Boeing 767 do Exemplo 6.10 está voando em linha reta, a altitude constante e velocidade constante de 250 m/s, qual é a taxa em que a força de arraste produz trabalho sobre ele? (i) 132000 hp; (ii) 66000 hp; (iii) 0; (iv) -66000 hp; (v) -132000 hp. ■

Resumo

Trabalho realizado por uma força: quando uma força constante \vec{F} atua sobre uma partícula enquanto ela sofre um deslocamento retilíneo \vec{d} , o trabalho realizado por esta força é definido como o produto escalar de \vec{F} e \vec{d} . A unidade de trabalho no sistema SI é 1 joule = 1 newton-metro (1 J = 1 N · m). O trabalho é uma grandeza escalar; ele possui um sinal algébrico (positivo ou negativo) mas não possui direção no espaço (exemplos 6.1 e 6.2).

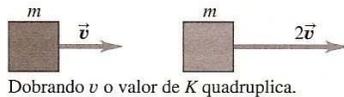
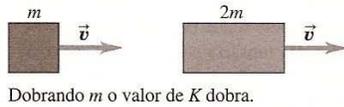
$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \phi \quad (6.2), (6.3)$$

$$\phi = \text{ângulo entre } \vec{F} \text{ e } \vec{d}$$



Energia cinética: a energia cinética K de uma partícula é igual ao trabalho realizado para acelerá-la a partir do repouso até a velocidade v . É também igual ao trabalho realizado para desacelerá-la até atingir o repouso. Dobrar m implica dobrar K . Dobrar v implica quadruplicar K . A energia cinética é uma grandeza escalar que não possui direção no espaço, ela é sempre positiva ou nula. Suas unidades são as mesmas de trabalho: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$.

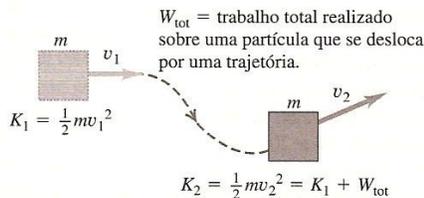
$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (6.5)$$



O teorema do trabalho-energia: quando forças atuam sobre uma partícula enquanto ela sofre um deslocamento, a energia cinética da partícula varia de uma quantidade igual ao trabalho total realizado por todas as forças que atuam sobre ela.

Essa relação é o teorema do trabalho-energia, que é sempre válido, independentemente de as forças serem constantes ou variáveis e de a trajetória ser retilínea ou curva. Ele se aplica somente para corpos que podem ser considerados partículas (exemplos 6.3 a 6.5).

$$W_{\text{tot}} = K_2 - K_1 = \Delta K. \quad (6.6)$$

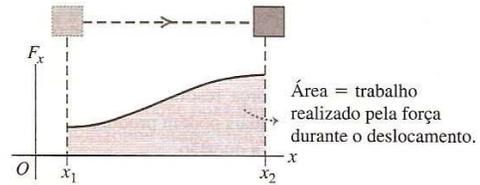


Trabalho realizado por uma força variável ou sobre uma trajetória curva: quando uma força varia durante um deslocamento retilíneo, o trabalho realizado por ela é dado por uma integral, Equação (6.7). (Veja os exemplos 6.6 e 6.7.) Quando uma partícula segue uma trajetória curva, o trabalho realizado sobre ela por uma força \vec{F} é dado por uma integral que envolve o ângulo ϕ entre a força e o deslocamento. Essa relação vale mesmo quando o módulo da força e quando o ângulo ϕ variam durante o deslocamento (exemplos 6.8 e 6.9).

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx \quad (6.7)$$

$$W = \int_{P_1}^{P_2} F \cos \phi dl = \int_{P_1}^{P_2} F_{\parallel} dl \quad (6.14)$$

$$= \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

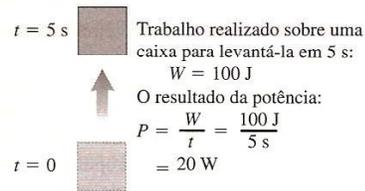


Potência: a potência é a taxa temporal de realização de um trabalho. A potência média P_m é a quantidade de trabalho ΔW realizada em um intervalo de tempo Δt e dividida por esse intervalo de tempo. A potência instantânea é o limite da velocidade média quando Δt tende a zero. Quando uma força \vec{F} atua sobre uma partícula que se move com velocidade \vec{v} , a potência instantânea (taxa com a qual a força realiza trabalho) é o produto escalar de \vec{F} e \vec{v} . A exemplo do trabalho e da energia cinética, a potência é uma grandeza escalar. A unidade de potência no sistema SI é 1 watt = 1 joule/segundo (1 W = 1 J/s). (Veja os exemplos 6.10 e 6.11.)

$$P_m = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (6.15)$$

$$P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \quad (6.16)$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (6.19)$$



Principais termos

- constante da força, 193
- energia cinética, 187
- joule, 182
- lei de Hooke, 193
- potência, 198
- potência instantânea, 198
- potência média, 198
- teorema do trabalho-energia, 187
- trabalho, 182
- watt, 198