



## POTÊNCIA E RENDIMENTO

### 1. Introdução ao conceito de potência

Do ponto de vista geral, **a potência de um sistema consiste na rapidez com que ele realiza suas atribuições**. A potência é tanto maior quanto menor é o intervalo de tempo utilizado na execução de uma mesma tarefa.

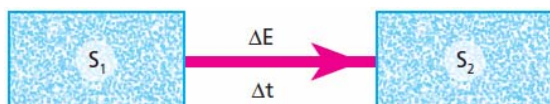


Mais velocidade → mais potência.

Quanto maior for a velocidade de rotação das facas de um liquidificador, menor será o intervalo de tempo que ele levará para triturar uma mesma quantidade de certo tipo de alimento. Assim, aumentando a velocidade de rotação das facas, estaremos aumentando a potência do sistema.

### 2. Potência média

Vamos considerar, agora, um sistema mecânico  $S_1$  que, durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ , transfere para um sistema mecânico  $S_2$  uma quantidade de energia  $\Delta E$ .



Nesse processo, define-se potência média ( $Pot_m$ ) como o quociente (*divisão*) da energia transferida ( $\Delta E$ ) pelo intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em que essa transferência ocorreu:

$$Pot_m = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Essa energia transferida equivale a um trabalho  $\tau$ . Assim, a potência mecânica média também pode ser dada por:

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

A unidade de potência é obtida pelo quociente da unidade de trabalho (ou energia) pela unidade de tempo:

$$unid(Pot) = \frac{unid(\tau)}{unid(t)}$$

No Sistema Internacional (SI):

$$unid(\tau) = \text{joule}(J)$$

$$unid(t) = \text{segundo}(s)$$

Logo:

$$unid(Pot) = \frac{J}{s} = \text{Watt}(W)$$

Um múltiplo muito usado do watt é o **quilowatt (kW)**:

$$1 \text{ kW} = 10^3 W$$

Outro múltiplo também usado frequentemente é o **megawatt (MW)**:

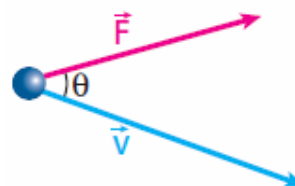
$$1 \text{ MW} = 10^6 W$$

Embora não pertencentes ao Sistema Internacional (SI), são também muito empregadas as seguintes unidades de potência:

- *cavalo – vapor (cv)* :  $1 \text{ cv} \cong 735,5 \text{ W}$
- *horse – power (HP)* :  $1 \text{ HP} \cong 745,7 \text{ W}$

### 3. Relação entre potência e velocidade

Em vários problemas de Mecânica, há interesse em se relacionar a potência com a velocidade.



Conhecendo, por exemplo, a intensidade da velocidade de um veículo, **sob ação de**

uma força constante, podemos determinar a potência útil fornecida por seu motor, através da seguinte equação:

$$Pot = F.v.\cos\theta$$

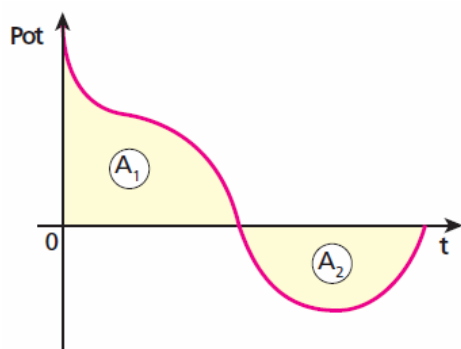
**Caso particular:  $\theta = 0^\circ$**

Se  $\theta = 0^\circ$ , então  $\cos\theta = 1$ . Nesse caso, **F** e **v** têm a mesma orientação, isto é, mesma direção e sentido. levando-nos a concluir que:

$$Pot = F.v$$

#### 4. Propriedade do gráfico da potência em função do tempo

Dado um diagrama da potência em função do tempo, a "área" compreendida entre o gráfico e o eixo dos tempos expressa o valor algébrico do trabalho ou da energia transferida.



$$A_1 + A_2 = \tau$$

(soma algébrica)

#### Exercícios de aplicação

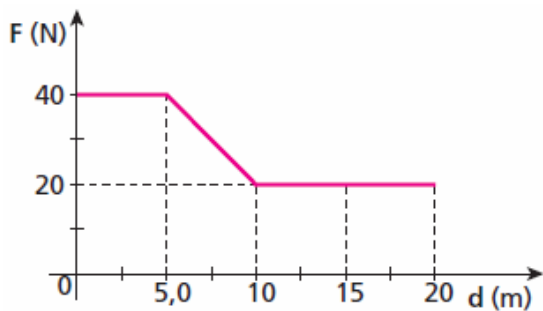
- Uma força de 20N desloca, na mesma direção e sentido do deslocamento, um corpo de 4kg, em uma distância de 10m. O fenômeno todo ocorre em 5 segundos. Qual o módulo da potência realizada pela força?
- Uma caixa d'água de 80 kg precisa ser içada até o telhado de um pequeno edifício de altura igual a 18 m. A caixa é içada com velocidade constante, em 1,0 min. Calcule a potência mecânica mínima necessária para realizar essa tarefa, em watts. Despreze o efeito do atrito.
- Em quanto tempo um motor de potência igual a 1500 W realiza um trabalho de 4500 J?
- Uma empilhadeira elétrica transporta do chão até uma prateleira, a 6 m do chão, um pacote de 120 kg em 1,0 min. Determine a

potência aplicada ao corpo pela empilhadeira.

- Um motor de potência 55000 W aciona um carro durante 30 minutos. Qual é o trabalho desenvolvido pelo motor do carro?
- Uma máquina eleva um peso de 400 N a uma altura de 5m, em 10 s. Qual a potência da máquina?
- Um elevador de peso 4000 N sobe com velocidade constante, percorrendo 30 m em 6 s. Calcule a potência da força que movimentou o elevador.
- Um corpo de massa 2 kg está inicialmente em repouso. Num dado instante passa a atuar sobre ele uma força  $F = 10$  N. Sabendo que ele gasta 5s para percorrer 10 metros, calcule: a) o trabalho da força  $F$ ; b) sua potência.
- Uma força de 20 N desloca, na mesma direção e sentido da força, um corpo de 4kg, em uma distância de 10m. O fenômeno todo desenvolve a potência de 40W. Qual o tempo necessário para que o fenômeno ocorra?
- Um elevador é puxado para cima por cabos de aço com velocidade constante de 0,5 m/s. A potência mecânica transmitida pelos cabos é de 23 kW. Qual a força exercida pelos cabos?
- Dispõe-se de um motor com potência útil de 200 W para erguer um fardo de massa de 20 kg à altura de 100 m em um local onde  $g=10$  m/s<sup>2</sup>. Supondo que o fardo parte do repouso e volta ao repouso, calcule:

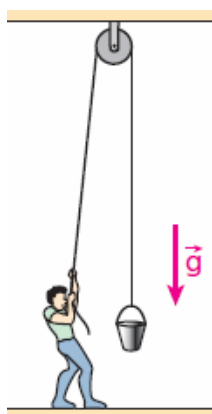
- o trabalho desenvolvido pela força aplicada pelo motor;
- o intervalo de tempo gasto nessa operação.

**12.** O gráfico a seguir mostra a variação da intensidade de uma das forças que agem em uma partícula em função de sua posição sobre uma reta orientada. A força é paralela à reta. Sabendo que a partícula tem movimento uniforme com velocidade de 4,0 m/s, calcule, para os 20 m de deslocamento descritos no gráfico abaixo:



- a) o trabalho da força;  
b) sua potência média.

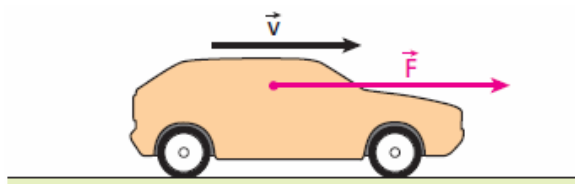
**13.** Na figura, um operário ergue um balde cheio de concreto, de 20 kg de massa, com velocidade constante. A corda e a polia são ideais e, no local,  $g=10 \text{ m/s}^2$ .



Considerando um deslocamento vertical de 4,0 m, que ocorre em 25 s, determine:

- a) o trabalho realizado pela força do operário;  
b) a potência média útil na operação.

**14.** No esquema seguinte,  $F$  é a força motriz que age no carro e  $v$ , sua velocidade vetorial instantânea:



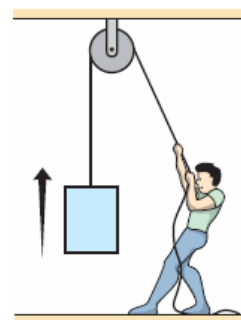
Sendo  $F=1,0 \cdot 10^3 \text{ N}$  e  $v = 5,0 \text{ m/s}$ , calcule, em kW, a potência de  $F$  no instante considerado.

**15.** Uma partícula de massa 2,0 kg parte do repouso sob a ação de uma força resultante de intensidade 1,0 N.

Determine:

- a) o módulo da aceleração adquirida pela partícula;  
b) a potência da força resultante, decorridos 4,0 s da partida.

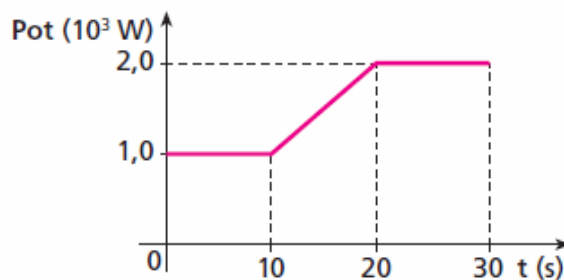
**16.** No arranjo da figura, o homem faz com que a carga de peso igual a 300 N seja elevada com velocidade constante de 0,50 m/s.



Considerando a corda e a polia ideais e o efeito do ar desprezível, determine:

- a) a intensidade da força com que o homem puxa a corda;  
b) a potência útil da força exercida pelo homem.

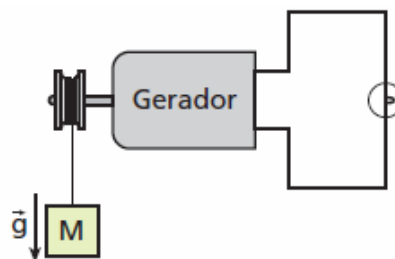
**17.** O diagrama seguinte representa a potência instantânea fornecida por uma máquina, desde  $t_0 = 0 \text{ s}$  até  $t_1 = 30 \text{ s}$ :



Com base no diagrama, determine:

- a) o trabalho realizado pela máquina, de  $t_0 = 0 \text{ s}$  até  $t_1 = 30 \text{ s}$ ;  
b) a potência média fornecida pela máquina no intervalo referido no item anterior.

**18.** Um gerador elétrico suposto ideal é acionado pela queda de um bloco de massa  $M$  que desce sob a ação da gravidade com velocidade escalar constante de 5,0 m/s. Sabendo que a potência fornecida pelo gerador é usada para acender uma lâmpada de 100 W, calcule o valor de  $M$ .

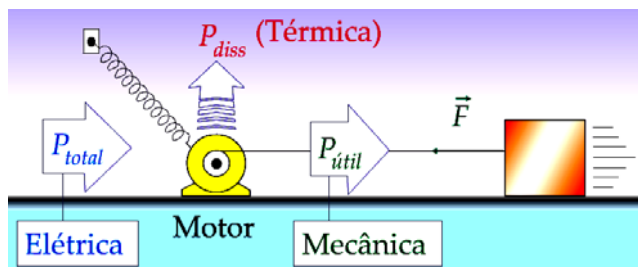


Despreze os atritos e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

## 5. Rendimento ( $\eta$ )

A noção de rendimento ( $\eta$ ) é largamente utilizada em diversos segmentos da atividade humana, sobretudo nas áreas técnicas. Fala-se, por exemplo, que o rendimento de um carro não está bom. Até nos esportes é comum mencionar que um determinado atleta não está rendendo como de costume.

Tome como exemplo a figura abaixo, em que um motor elétrico movimenta para a esquerda uma caixa, através de uma corda.



Suponhamos que ele receba da rede uma potência  $Pot_t$ . Será que toda a potência recebida é utilizada no movimento? Claro que não! Uma parte é dissipada, perdendo-se por efeito de atritos: aquecimento e ruídos, dentre outros.

Sendo  $Pot_u$  a potência útil (utilizada no movimento) e  $Pot_d$  a potência dissipada, temos:

$$Pot_t = Pot_u + Pot_d$$

O rendimento ( $\eta$ ) do motor, por sua vez, é calculado pelo quociente da potência útil ( $Pot_u$ ) pela potência total recebida da rede elétrica ( $Pot_t$ ). Veja:

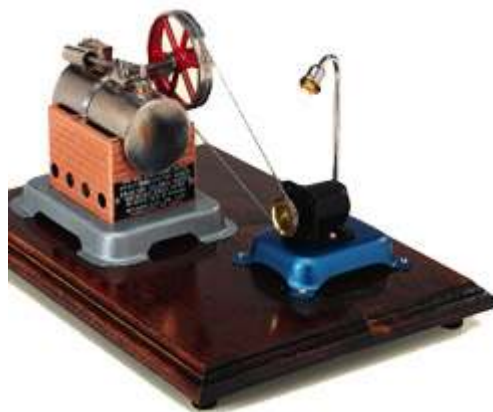
$$\eta = \frac{Pot_u}{Pot_t}$$

O rendimento é adimensional (não tem unidades) por ser definido pelo quociente de duas grandezas medidas nas mesmas unidades. É expresso geralmente em porcentagem, bastando, para isso, multiplicar seu valor por 100%.

O rendimento de um sistema físico real é sempre inferior a 1 ou a 100%, pois, em razão das dissipações sempre existentes, a potência útil é sempre menor que a recebida.

## Exercícios de aplicação

1. Um motor de potência 10000 W utiliza efetivamente em sua operação 7000 W. Qual o seu rendimento?
2. Um dispositivo consome uma potência total de 1000 W, e realiza um trabalho útil de potência 800 W. Determine o rendimento desse dispositivo.



3. O rendimento de uma máquina é 80 %. Se a potência total recebida é 6000 W, qual a potência efetivamente utilizada?
4. O rendimento de uma máquina é de 70 % e a potência dissipada vale 300 W. Determine:
  - a) a potência útil;
  - b) a potência total fornecida à máquina.
5. Uma máquina precisa receber 3500 W de potência total para poder operar. Sabendo que 2100 W são perdidos por dissipação, qual o rendimento da máquina?
6. O rendimento de determinada máquina é de 80%. Sabendo que ela recebe uma potência de 10,0 kW, calcule:
  - a) a potência útil oferecida;
  - b) a potência dissipada.
7. Qual o rendimento de uma máquina que, ao receber 200 W, dissipa 50 W?
  - a) 25%
  - b) 50%
  - c) 75%
  - d) 100%
  - e) 150%
8. O rendimento de um motor é de 90%. Sabendo que ele oferece ao usuário uma potência de 36 HP, calcule:
  - a) a potência total que o motor recebe para operar;
  - b) a potência que ele dissipa durante a operação.