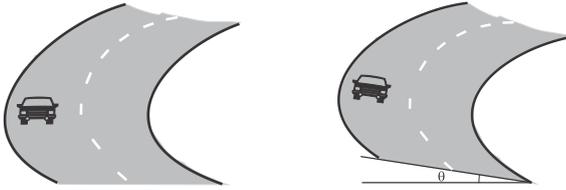


1. Num trecho de uma rodovia em construção, estava projetada uma curva de raio 400 m que, por ser bastante “aberta”, poderia ser plana e horizontal, como indicado na figura 1.



- a) Considerando um coeficiente de atrito estático igual a 0,4, qual a máxima velocidade, em km/h, que um veículo poderia ter nessa curva para percorrê-la sem risco de derrapagem?

Por necessidade técnica, o projeto teve que ser alterado e o raio da curva passou para 100 m. Por segurança, a equipe de engenheiros teve, então, que projetar uma sobrelevação para lateral externa, em relação à interna de  $\theta = 12,7^\circ$ , como mostrado na figura 2.

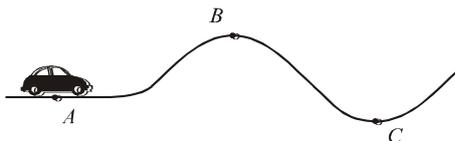
Dado:  $\sin \theta = 0,220$ ;  $\cos \theta = 0,976$  e  $\text{tg} \theta = 0,225$ .

- b) Calcule, em km/h, a velocidade que um veículo poderá ter nessa nova curva para percorrê-la sem tendência de derrapar.

2. Em uma bicicleta, o ciclista pedala na coroa e o movimento é transmitido à catraca pela corrente. A frequência de giro da catraca é igual à da roda. Considere uma bicicleta em que os raios da coroa, da catraca e da roda sejam 9 cm, 3 cm e 60 cm e que o ciclista esteja pedalando na frequência de 60 rpm, em pista retilínea e horizontal. Calcule:

- a frequência com que gira a coroa, em Hz;
- a frequência com que gira a catraca, em Hz;
- a frequência com que gira a roda, em Hz;
- a velocidade da bicicleta.

3. A figura mostra um veículo de massa 600 kg percorrendo a trajetória ABC, com velocidade constante de 20 m/s. No trecho em que se encontra o ponto A, a pista é retilínea e horizontal; nos pontos B e C, a pista tem raio de curvatura igual a 200 m.



Determine a intensidade da componente normal da força que a pista exerce no carro em cada um dos pontos assinalados.

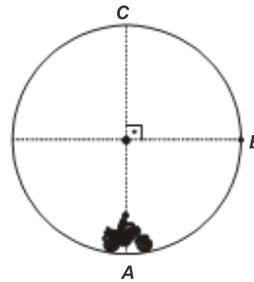
4. (Fuvest) Nina e José estão sentados em cadeiras, diametralmente opostas, de uma roda gigante que gira com velocidade angular constante. Num certo momento, Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo; após 15 s, antes de a roda completar uma volta, suas posições estão invertidas. A roda gigante tem raio  $R = 20$  m e as massas de Nina e José são, respectivamente,  $M_N = 60$  kg e  $M_J = 70$  kg.

Adote  $\pi = 3$  e  $g = 10$  m/s<sup>2</sup> e calcule:

- o módulo  $v$  da velocidade linear das cadeiras da roda gigante;
- o módulo  $a_R$  da aceleração radial de Nina e de José;
- os módulos  $N_N$  e  $N_J$  das forças normais que as cadeiras exercem, respectivamente, sobre Nina e sobre José no instante em que Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo.

5. Um piloto, num “globo da morte” de raio 2,5 m, executa movimento num plano vertical, passando pelos pontos A, B e C com velocidades

iguais a 12 m/s, 10 m/s e 8 m/s, respectivamente. A massa do conjunto piloto-moto é 100 kg.



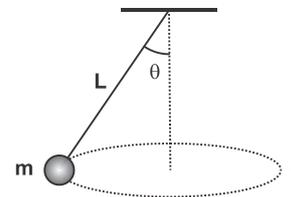
- a) Calcule a intensidade da normal que a pista aplica na moto em cada um dos pontos destacados. Considere o conjunto um ponto material.

- b) Calcule a menor velocidade em C para que o círculo vertical seja possível.

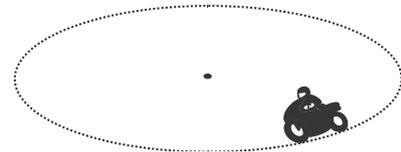
6. (Pucc) Um disco de raio 10 cm gira com frequência de 6 rotações por segundo. Um ponto A está distante 2 cm do eixo de rotação, enquanto B é um ponto da periferia do disco. Calcule a razão entre os módulos das velocidades lineares de A e B.

7. A figura mostra uma esfera girando em movimento circular presa na extremidade de um fio inextensível, fixo ao teto de uma sala, formando um pêndulo cônico. Dados:  $m = 200$  g;

$L = 2$  m,  $\sin \theta = 0,6$  e  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, calcule a velocidade angular da esfera e o período do movimento.



8. Partindo do repouso no instante  $t = 0$ , o conjunto moto-motociclista, de massa  $m = 180$  kg, inicia testes na pista circular de raio 225 m, acelerando uniformemente até  $t = 15$  s. A partir desse instante, ele segue com velocidade escalar constante, dando várias voltas na pista.



- Se até  $t = 10$  s ele percorre 150 m, calcule o módulo da aceleração escalar durante o processo de aceleração.
- Calcule a intensidade da força resultante no instante em  $t = 10$  s.
- Calcule a intensidade da força resultante no instante em  $t = 20$  s.

01] a) 144 km/h; b) 90 km/h.

02] a) 1 Hz; b) 3 Hz; c) 3 Hz; d)  $3,6\pi$  m/s

03] 6.000 N; 4.800 N; 7.200 N.

04] a) 4 m/s; b) 0,8 m/s<sup>2</sup>; c) 552 N e 756 N.

05] a) 6.760 N; 4.000 N; 1.560 N; b) 5 m/s.

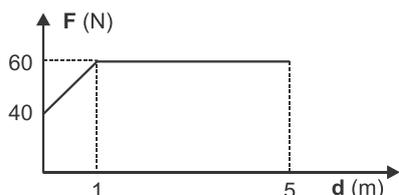
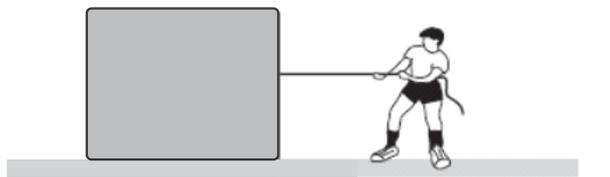
06] 1/5.

07] 2,5 rad/s;  $0,8\pi$  s.

08] a) 3 m/s<sup>2</sup>; b) 900 N; c) 1.620 N.

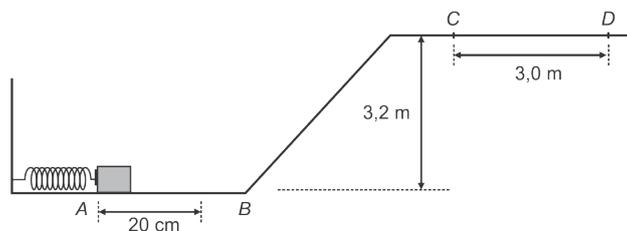
**Trabalho e Energia**

1. A partir do repouso, um jovem puxa um caixote de 20 kg, que está apoiado sobre uma superfície horizontal, por meio de uma corda esticada paralelamente à direção do deslocamento (figura abaixo). O gráfico mostra a variação da intensidade ( $F$ ) da força aplicada sobre o caixote em função da distância  $d$  ao longo de 5 m de deslocamento. Nesse deslocamento, a força de atrito tem intensidade constante,  $F_{at} = 40$  N.



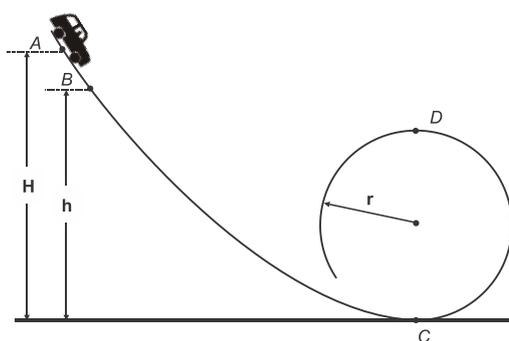
Para esse deslocamento de 5 m, calcule:

- o trabalho de cada uma das forças aplicadas no caixote;
  - o trabalho da força resultante;
  - a velocidade final do corpo.
2. A força  $\vec{F}$  mostrada na figura tem intensidade constante, igual a 40 N, e forma com a superfície horizontal de apoio um ângulo  $\alpha = 37^\circ$ . Ela arrasta, a partir do repouso, um bloco de massa 10 kg e atua ao longo de uma trajetória retilínea de 10 m.
- 
- Sendo  $\cos 37^\circ = 4/5$ , calcule, para esse deslocamento:
- a velocidade que o corpo teria ao final desse deslocamento, se a superfície fosse perfeitamente lisa;
  - a intensidade da força de atrito atuante no corpo, se a velocidade ao final desse deslocamento é igual a 6 m/s.
3. O bloco da figura (fora de escala) tem massa  $m = 5$  kg e inicia movimento no topo do plano inclinado, descendo livre de atritos e resistência do ar.
- 
- Tomando como referência a base do plano, calcule:
- as energias potencial gravitacional inicial e final;
  - o trabalho da força peso nesse deslocamento;
  - a velocidade final.
4. Na posição A, uma mola de constante elástica  $k$  apresenta deformação  $x_1$  e, na posição B, a deformação é  $x_2$ . Calcule o trabalho da força elástica no deslocamento entre as posições A e B.
5. (Mack - mod.) Um bloco de 1,0 kg repousa em A à frente de uma mola ideal de constante elástica  $k = 2,5 \times 10^3$  N/m, que está comprimida de 20 cm. Os trechos AB e BC são lisos e CD é áspero.

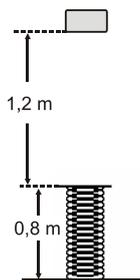


Liberando a mola, o corpo para em D, sem perder o contato com a pista. Calcule:

- A velocidade do bloco ao atingir B;
  - A velocidade do bloco ao atingir C;
  - o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície no trecho CD.
6. Um carrinho de brinquedo de massa 2 kg é abandonado do ponto A da figura, de uma altura  $H = 5$  m. Ele desce livre de atritos e resistência do ar, descrevendo o "looping" circular de raio  $r = 1,6$  m.



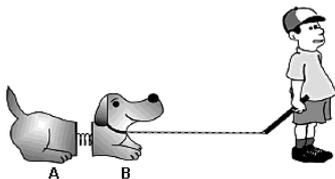
- Qual a intensidade da força normal que a pista aplica no carrinho no ponto D, o mais alto do "looping"?
  - Qual o menor valor da altura ( $h$ ) do ponto B para que o carrinho consiga descrever o "looping"?
7. (Ita-modif.) Um bloco de massa igual a 0,5 kg é abandonado, em repouso, 1,2 m acima de uma mola vertical de comprimento 0,8 m e constante elástica igual a 50 N/m, conforme o diagrama.
- Usando  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, calcule:
- a máxima velocidade que o bloco atinge;
  - o menor comprimento que a mola atinge.

**Tarefa**

1. (Fuvest) Um menino puxa, com uma corda, na direção horizontal, um cachorro de brinquedo formado por duas partes, A e B, ligadas entre si por uma mola, como ilustra a figura abaixo. As partes A e B têm, respectivamente, massas  $m_A = 0,5$  kg e  $m_B = 1$  kg, sendo  $\mu = 0,3$  o coeficiente de atrito cinético entre cada parte e o piso. A constante elástica da mola é  $k = 10$  N/m e, na posição relaxada, seu comprimento é  $x_0 = 10$  cm. O conjunto se move com velocidade constante  $v = 0,1$  m/s.

NOTE E ADOTE: Aceleração da gravidade no local,  $g = 10$  m/s<sup>2</sup> e despreze a massa da mola.

Nessas condições, determine:

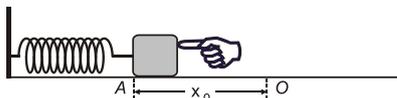


- O módulo **T** da força exercida pelo menino sobre a parte **B**.
  - O trabalho **W** realizado pela força que o menino faz para puxar o brinquedo por 2 minutos.
  - O módulo **F** da força exercida pela mola sobre a parte **A**.
  - O comprimento **x** da mola, com o brinquedo em movimento
2. (Ita-modif) O bloco de massa 400 g é pressionado contra a mola de constante elástica **K** = 2 N/cm, sem estar preso à ela, comprimindo-a de 20 cm, de **O** até **A**.



Ao ser abandonado, o bloco passa a deslizar sobre uma superfície horizontal áspera, parando em **B**, a 2 m de **A**. O coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície, suposto constante, vale

- A) 0,2.                      B) 0,3.                      C) 0,4.  
D) 0,5.                      E) 0,6.
3. A mola da figura tem constante elástica **k** = 80 N/m, tendo suas extremidades incrustadas numa parede fixa e num bloco de massa **m** = 200 g. Na situação mostrada, a mola está comprimida de **x<sub>0</sub>** = 40 cm, de **O** até **A**. Quando o sistema é liberado, o bloco inicia movimento sobre a superfície horizontal com a qual o coeficiente de atrito cinético é **μ** = 0,4.



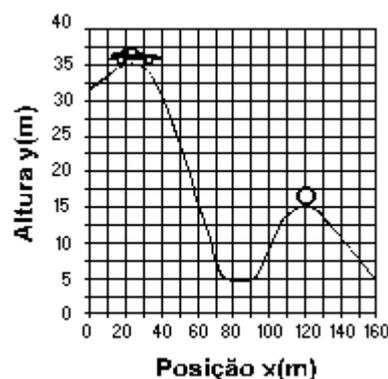
Se o bloco não se desprende da mola, qual a máxima distância que ele percorre até parar?

- A) 100 cm.                      B) 80 cm.                      C) 60 cm.  
D) 40 cm.                      E) 20 cm.
4. (Ufpe) Um objeto com massa igual a 1,0 kg é lançado para cima na direção vertical com velocidade inicial **v<sub>0</sub>** = 10 m/s. Quando ele retorna ao ponto de partida, a sua velocidade tem módulo **v** = 8 m/s. Calcule o trabalho realizado pela força de resistência do ar, em joules, ao longo de todo o trajeto do objeto.

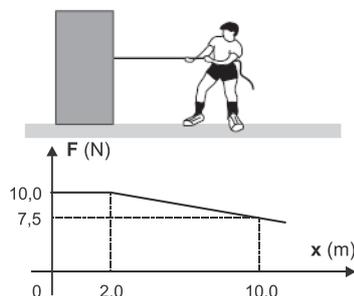
5. (Ufpb) Em uma mina de carvão, o minério é transportado para fora da mina por meio de um vagão gôndola. A massa do vagão mais a carga de carvão totalizam duas toneladas. A última etapa do translado do vagão ocorre em uma região completamente plana e horizontal. Um cabo de aço, com uma das extremidades acoplada ao vagão e a outra a um motor, puxa o vagão do interior da mina até o final dessa região plana. Considere que as rodas do vagão estão bem lubrificadas a ponto de poder-se desprezar o atrito das rodas com os trilhos. Durante esse último translado, o motor acoplado ao cabo de aço executa um trabalho de 4.000 J. Nesse contexto, considerando que o vagão, no último translado, partiu do repouso, é correto afirmar que esse vagão chega ao final da região plana com uma velocidade de:
- A) 10 m/s.                      B) 8 m/s.                      C) 6 m/s.

D) 4 m/s.                      E) 2 m/s.

6. (Ifsul) Um carro, de massa total igual a 1800 kg, viaja a 120 km/h, quando o motorista pisa no freio por alguns instantes e reduz a velocidade para 60 km/h. Considerando-se que toda a energia cinética perdida pelo carro transformou-se em calor nas pastilhas e discos de freio do veículo, calcule a quantidade aproximada de calor gerada durante a frenagem.
7. (Unicamp) O famoso cientista, Dr. Vest B. Lando, dirige calmamente o seu automóvel de massa **m** = 1000 kg pela estrada cujo perfil está mostrado na figura a seguir. Na posição **x** = 20 m, quando sua velocidade vale **V** = 72 km/h, ele percebe uma pedra ocupando toda a estrada na posição **x** = 120 m (ver figura). Se o Dr. Lando não acelerar ou acionar os freios, o automóvel (devido a atritos internos e externos) chega na posição da pedra com metade da energia cinética que teria caso não houvesse qualquer dissipação de energia.



- a) Com que velocidade o automóvel se chocará com a pedra se o Dr. Lando não acelerar ou acionar os freios?
- b) Que energia tem que ser dissipada com os freios acionados para que o automóvel pare rente à pedra?
8. A partir do repouso, um jovem puxa um caixote de 20 kg, que está apoiado sobre uma superfície lisa horizontal, por meio de uma corda esticada paralelamente à direção do deslocamento (figura abaixo). O gráfico mostra a variação da intensidade da força aplicada sobre o caixote em função da distância **x** percorrida por ele.



A velocidade do caixote ao final do percurso de 10 m é

- A) 1,0 m/s.                      B) 1,5 m/s .  
C) 2,0 m/s.                      D) 2,5 m/s.  
E) 3,0 m/s.
9. Abandonado em repouso no topo do plano inclinado de 37°, o bloco de massa 3 kg desliza plano abaixo. Use **g** = 10 m/s<sup>2</sup>.



em energia elétrica. Considere que  $500 \text{ m}^3$  de água chegam por segundo a uma turbina situada 125 m abaixo do nível da represa.

- Se a massa específica da água é  $1.000 \text{ kg/m}^3$  e considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a potência fornecida pelo fluxo de água.
- Supondo rendimento de 80% na transformação de energia potencial hídrica em energia elétrica e considerando um consumo médio por residência de 200 kWh ao mês, quantas residências podem ser abastecidas por essa usina?

2. (Fuvest) A potência elétrica instalada no Brasil é 100 GW. Considerando que o equivalente energético do petróleo seja igual a  $4 \times 10^7 \text{ J/L}$ , que a potência média de radiação solar por unidade de área incidente na superfície terrestre seja igual a  $250 \text{ W/m}^2$  e que a relação de equivalência entre massa  $m$  e energia  $E$  é expressa por  $E = mc^2$ , determine:

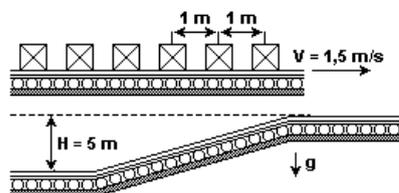
- a área  $A$  de superfície terrestre, na qual incide uma potência média de radiação solar equivalente à potência elétrica instalada no Brasil;
- a energia elétrica  $E_B$  consumida no Brasil em um ano, supondo que, em média, 80% da potência instalada seja utilizada;
- o volume  $V$  de petróleo equivalente à energia elétrica consumida no Brasil em um ano;
- a massa  $m$  equivalente à energia elétrica consumida no Brasil em um ano.

Note e adote:

$$1 \text{ GW} = 10^9 \text{ W}; c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}; 1 \text{ ano} = 3 \times 10^7 \text{ s}.$$

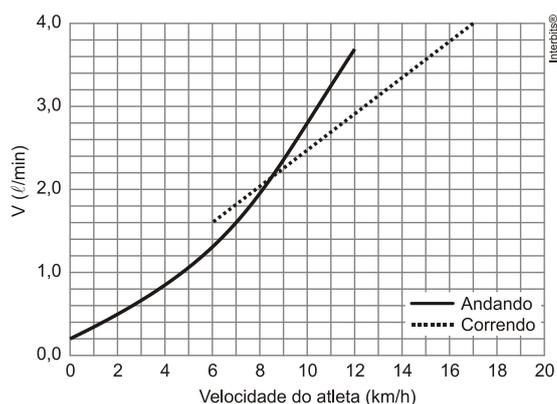
3. (Ita) Projetado para subir com velocidade média constante a uma altura de 32 m em 40 s, um elevador consome a potência de 8,5 kW de seu motor. Considere que seja de 370 kg a massa do elevador vazio e a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Nessas condições, o número máximo de passageiros, de 70 kg cada um, a ser transportado pelo elevador é
- 7.
  - 8.
  - 9.
  - 10.
  - 11.

4. (Fuvest) Em um terminal de cargas, uma esteira rolante é utilizada para transportar caixas iguais, de massa  $M = 80 \text{ kg}$ , com centros igualmente espaçados de 1 m. Quando a velocidade da esteira é  $1,5 \text{ m/s}$ , a potência dos motores para mantê-la em movimento é  $P_0$ . Em um trecho de seu percurso, é necessário planejar uma inclinação para que a esteira eleve a carga a uma altura de 5 m, como indicado.



Para acrescentar essa rampa e manter a velocidade da esteira, os motores devem passar a fornecer uma potência adicional aproximada de

- 1.200 W.
  - 2.600 W.
  - 3.000 W.
  - 4.000 W.
  - 6.000 W.
5. (Fuvest) A energia que um atleta gasta pode ser determinada pelo volume de oxigênio por ele consumido na respiração. Abaixo está apresentado o gráfico do volume  $V$  de oxigênio, em litros por minuto, consumido por um atleta de massa corporal de 70 kg, em função de sua velocidade, quando ele anda ou corre.



Considerando que para cada litro de oxigênio consumido são gastas 5 kcal e usando as informações do gráfico, determine, para esse atleta,

- a velocidade a partir da qual ele passa a gastar menos energia correndo do que andando;
- a quantidade de energia por ele gasta durante 12 horas de repouso (parado);
- a potência dissipada, em watts, quando ele corre a 15 km/h;
- quantos minutos ele deve andar, a 7 km/h, para gastar a quantidade de energia armazenada com a ingestão de uma barra de chocolate de 100 g, cujo conteúdo energético é 560 kcal.

NOTE E ADOTE: 1 cal = 4 J.

6. (Unicamp) A importância e a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança nos bancos dianteiros e traseiros dos veículos têm sido bastante divulgadas pelos meios de comunicação. Há grande negligência, especialmente quanto ao uso dos cintos traseiros. No entanto, existem registros de acidentes em que os sobreviventes foram apenas os passageiros da frente, que estavam utilizando o cinto de segurança.

- Considere um carro com velocidade  $v = 72 \text{ km/h}$  que, ao colidir com um obstáculo, é freado com desaceleração constante até parar completamente após  $\Delta t = 0,1 \text{ s}$ . Calcule o módulo da força média que o cinto de segurança exerce sobre um passageiro com massa  $m = 70 \text{ kg}$  durante a colisão para mantê-lo preso no banco até a parada completa do veículo.
- Um passageiro sem o cinto de segurança pode sofrer um impacto equivalente ao causado por uma queda de um edifício de vários andares. Considere que, para uma colisão como a descrita acima, a energia mecânica associada ao impacto vale  $E = 12 \text{ kJ}$ . Calcule a altura de queda de uma pessoa de massa  $m = 60 \text{ kg}$ , inicialmente em repouso, que tem essa mesma quantidade de energia em forma de energia cinética no momento da colisão com o solo.

7. (Fuvest) A energia necessária para o funcionamento adequado do corpo humano é obtida a partir de reações químicas de oxidação de substâncias provenientes da alimentação, que produzem aproximadamente 5 kcal por litro de  $\text{O}_2$  consumido. Durante uma corrida, um atleta consumiu 3 litros de  $\text{O}_2$  por minuto.

Determine:

- a potência  $P$  gerada pelo consumo de oxigênio durante a corrida;
- a quantidade de energia  $E$  gerada pelo consumo de oxigênio durante 20 minutos da corrida;
- o volume  $V$  de oxigênio consumido por minuto se o atleta estivesse em repouso, considerando que a sua taxa de metabolismo basal é 100 W.

Note e adote: 1 cal = 4 J.

8. (Fuvest) Uma criança de 30 kg está em repouso no topo de um escorregador plano de 2,5 m de altura, inclinado  $30^\circ$  em relação ao chão horizontal. Num certo instante, ela começa a deslizar e percorre todo o escorregador. Ignore forças dissipativas e use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Determine:

- a) a energia cinética **E** e o módulo **Q** da quantidade de movimento da criança, na metade do percurso;
  - b) o módulo **F** da força de contato entre a criança e o escorregador;
  - c) o módulo **a** da aceleração da criança.
9. O guindaste do porto trabalha elevando verticalmente contêineres de massa 800 kg (um de cada vez), com velocidade constante, do solo até a plataforma do navio, à altura de 30 m, gastando 1 minuto em cada operação.

Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- a) Qual a intensidade da força de tração no cabo de aço durante a elevação de um contêiner?
- b) Se o rendimento do motor do guindaste é de 80%, qual a potência consumida (total) por ele durante a elevação?
- c) Um navio é carregado com 600 desses contêineres. Qual a energia, em kWh, consumida pelo motor nesse carregamento?

#### **Respostas da Tarefa**

01] a)  $6,25 \times 10^8 \text{ W}$ ; b)  $1,8 \times 10^6$ .

02] a)  $4 \times 10^8 \text{ m}^2$ ; b)  $2,4 \times 10^{18} \text{ J}$ ; c)  $6 \times 10^{10} \text{ L}$ ; d) 26,7 kg .

03] C.

04] E.

05] a) 8,5 km/h; b) 720 kcal; c) 1.200 W; d) 70 min.

06] a) 14.000 N; b) 20 m.

07] a) 1 kW; b)  $1,2 \times 10^6 \text{ J}$ ; c) 0,3 L.

08] a) 375 J e  $150 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ; b)  $\cong 260 \text{ N}$ ; c)  $5 \text{ m/s}^2$ .

09] a)  $8 \times 10^3 \text{ N}$ ; b)  $3 \times 10^5 \text{ W}$ ; c) 3.000 kW·h.