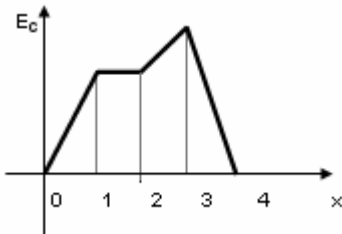
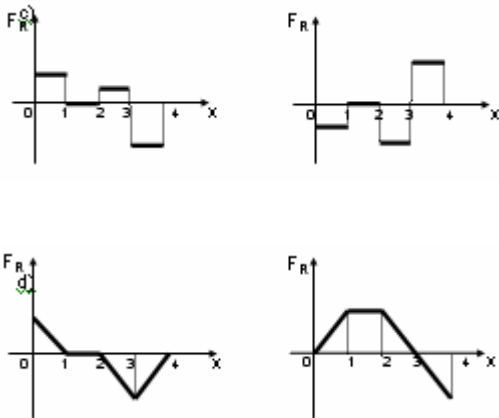


## Exercícios sobre Teorema da Energia Cinética com Gabarito

1) (AFA-2002) A energia cinética  $E_C$  de um corpo de massa  $m$  que se desloca sobre uma superfície horizontal e retilínea é mostrada no gráfico em função do deslocamento  $x$ .



O gráfico da força resultante  $F_R$  que atua sobre o corpo em função do deslocamento  $x$  é



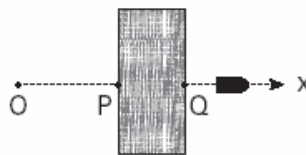
2) (PUC - MG-2007) A fabulosa quantidade de energia que o Sol irradia continuamente para o espaço pode ser analisada através da equação  $E = \Delta mc^2$ . Os cientistas acreditam que essa energia solar tem sua origem em reações nucleares, nas quais 4 átomos de Hidrogênio se unem para formar um átomo de Hélio, reações essas que são acompanhadas de uma grande emissão de energia. Uma reação como esta, em que núcleos leves se unem originando um núcleo mais pesado, é denominada fusão nuclear. Verifica-se que a massa do Hélio formada é de  $6,646 \times 10^{-27}$  kg e é inferior à soma das massas dos 4 núcleos de Hidrogênio, que somadas resultam em  $6,694 \times 10^{-27}$  kg. Portanto, a energia dessa fusão é função desta redução de massa, podendo ser calculada pela fórmula que relaciona massa ( $m$ ) com energia ( $E$ ) dada acima, considerando-se a velocidade da luz  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s. Estima-se que no Sol ocorrem  $10^{38}$  reações desse tipo em cada segundo.

( Adaptado de Curso de Física, de Beatriz Alvarenga e Antonio Máximo)

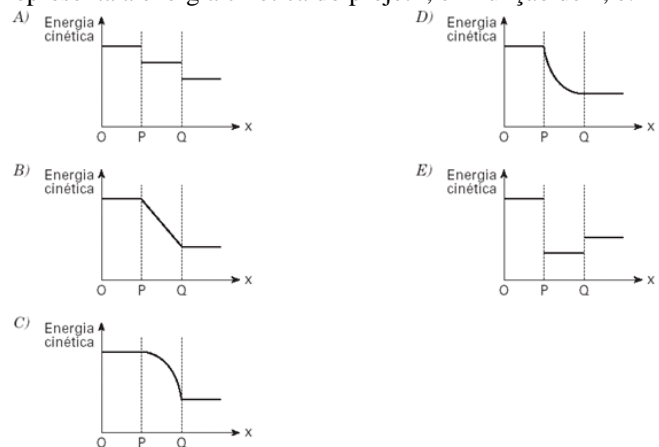
Considere que uma molécula de  $H_2$  receba uma energia igual à liberada pelo Sol em uma reação de fusão e que toda essa energia seja convertida em movimento da molécula. Se a massa da molécula de  $H_2$  é de aproximadamente  $3,0 \times 10^{-27}$  kg, então velocidade dessa molécula após receber essa energia será de:

- a)  $2,88 \times 10^{15}$  m/s
- b)  $1,44 \times 10^{15}$  m/s
- c)  $[2,88 \times 10^{15}]^{(1/2)}$  m/s
- d)  $[1,88 \times 10^{12}]^{(1/2)}$  m/s

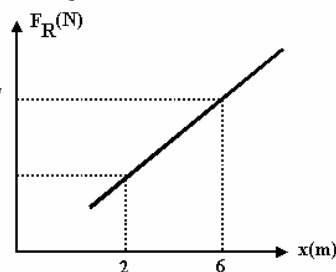
3) (Vunesp-2004) A figura representa um projétil logo após ter atravessado uma prancha de madeira, na direção  $x$  perpendicular à prancha.



Supondo que a prancha exerça uma força constante de resistência ao movimento do projétil, o gráfico que melhor representa a energia cinética do projétil, em função de  $x$ , é:

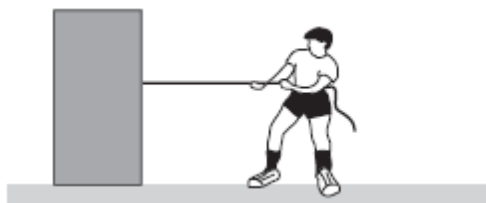


4) (FEI-1996) A força resultante que atua em um corpo de massa 2 kg varia com a distância de acordo com o gráfico a seguir. Quando o corpo está na posição 2 m, sua velocidade é 10 m/s. Qual é a sua velocidade na posição 6 m?



- a) 12 m/s
- b) 11 m/s
- c) 13 m/s
- d) 80 m/s
- e) 20 m/s

5) (Mack-2006) A partir do repouso, um jovem puxa um caixote de 20kg, 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 percorrer 10m, é:



- 1,0m/s
- 1,5m/s
- 2,0m/s
- 2,5m/s
- 3,0m/s

6) (PUC-PR-2003) Acelerando-se um automóvel de 20km/h para 60km/h, verifica-se um aumento de consumo de combustível de  $Q$  litros/km. Supondo-se que o aumento do consumo de combustível é proporcional à variação de energia cinética do automóvel e desprezando-se as perdas mecânicas e térmicas, ao acelerar o automóvel de 60km/h para 100km/h, o aumento do consumo do combustível é:

- $2Q$
- $3Q$
- $0,5Q$
- $1,5Q$
- $5Q$

7) (FUVEST-2009) Com o objetivo de criar novas partículas, a partir de colisões entre prótons, está sendo desenvolvido, no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), um grande acelerador (LHC). Nele, através de um conjunto de ímãs, feixes de prótons são mantidos em órbita circular, com velocidades muito próximas à velocidade  $c$  da luz no vácuo. Os feixes percorrem longos tubos, que juntos formam uma circunferência de 27km de comprimento, onde é feito vácuo. Um desses feixes contém  $N = 3,0 \times 10^{14}$  prótons, distribuídos uniformemente ao longo dos tubos, e cada próton tem uma energia cinética  $E$  de  $7,0 \times 10^{12}$ eV. Os prótons repassam inúmeras vezes por cada ponto de sua órbita, estabelecendo, dessa forma, uma corrente elétrica no interior dos tubos. Analisando a operação desse sistema, estime:

- A energia cinética total  $E_c$ , em joules, do conjunto de prótons contidos no feixe.
- A velocidade  $V$ , em km/h, de um trem de 400 toneladas que teria uma energia cinética equivalente à energia do conjunto de prótons contidos no feixe.
- A corrente elétrica  $I$ , em ampères, que os prótons em movimento estabelecem no interior do tubo onde há vácuo.

NOTE E ADOTE:

$q$  = Carga elétrica de um próton =  $1,6 \times 10^{-19}$ C

$$c = 3,0 \times 10^8 \text{m/s}$$

$$1 \text{ eletron-volt} = 1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}\text{J}$$

ATENÇÃO ! Não utilize expressões envolvendo a massa do próton, pois, como os prótons estão a velocidades próximas à da luz, os resultados seriam incorretos.

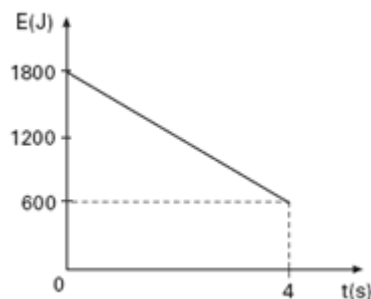
F 8) (UFPR-2002) Considerando os conceitos da Mecânica, é correto afirmar:

- A força de atrito é uma força conservativa.
- Uma partícula tem velocidade diferente de zero somente se a resultante das forças que atuam sobre ela for diferente de zero.
- O trabalho total realizado sobre uma partícula é igual à variação da sua energia cinética.
- Ao se duplicar o módulo da velocidade inicial de um projétil lançado obliquamente próximo à superfície da Terra, o seu alcance irá quadruplicar.
- Em uma colisão completamente inelástica entre dois objetos, a energia cinética e o momento linear (quantidade de movimento) são conservados.

9) (Ilha Solteira-2001) Deslocando-se por uma rodovia a 108 km/h (30 m/s), um motorista chega à praça de pedágio e passa a frear o carro a uma taxa constante, percorrendo 150 m, numa trajetória retilínea, até a parada do veículo. Considerando a massa total do veículo como sendo 1000 kg, o módulo do trabalho realizado pelas forças de atrito que agem sobre o carro, em joules, é

- 30 000.
- 150 000.
- 450 000.
- 1 500 000.
- 4 500 000.

10) (FGV - SP-2009) Devido a forças dissipativas, parte da energia mecânica de um sistema foi convertida em calor, circunstância caracterizada pelo gráfico apresentado.

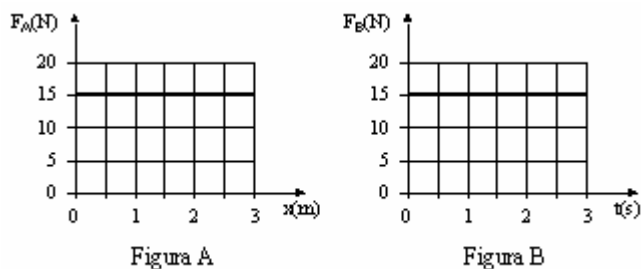


Sabendo-se que a variação da energia potencial desse sistema foi nula, o trabalho realizado sobre o sistema nos primeiros 4 segundos, em J, foi, em módulo,

- 3600.
- 1200.
- 900.
- 800.

e) 600.

**11) (Vunesp-1999)** Dois blocos, A e B, ambos de massa 10 kg, estão inicialmente em repouso. A partir de um certo instante, o bloco A fica sujeito à ação de uma força resultante, cujo módulo  $F_A$ , em função da posição  $x$ , é dado na figura A. Da mesma forma, o bloco B fica sujeito à ação de uma outra força resultante, cujo módulo  $F_B$ , em função do tempo  $t$ , é dado na figura B.



Sabendo que, em ambos os casos, a direção e o sentido de cada força permanecem inalterados, determine:

- o trabalho realizado pela força  $F_A$  no deslocamento de 0 a 3 metros, e a velocidade de A na posição  $x = 3$  m.
- o impulso exercido pela força  $F_B$  no intervalo de tempo de 0 a 3 segundos, e a velocidade de B no instante  $t = 3$  s.

**12) (Unicenp-2002)** Em 11 de setembro de 2001, o mundo assistiu estupefato à mais ousada operação extremista de todos os tempos: aviões seqüestrados por terroristas ligados a Osama bin Laden partiram de três diferentes aeroportos dos Estados Unidos e tiveram suas rotas alteradas. Acompanhe, a seguir, dados referentes à primeira das tragédias:

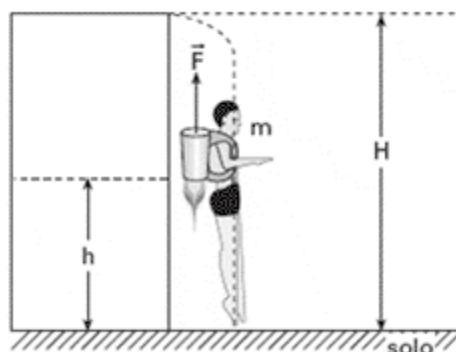
- às 7h 59min, um Boeing 767, da American Air Lines, com massa total de 180 toneladas, decolou de Boston com destino a Los Angeles;
- às 8h 48min, depois de ter o comando tomado por terroristas, este Boeing bateu frontalmente na torre norte do World Trade Center a uma velocidade aproximada de 450 km/h, na altura do 100º andar (aproximadamente 320 metros em relação ao solo);
- às 10h 28min, esta torre desabou devido a diversos fatores associados: colunas de aço foram cortadas pelo efeito “faca” na penetração do avião, a elevada temperatura não chegava a fundir, mas diminuía a dureza do aço usado na estrutura do edifício, o peso das partes superiores do prédio era maior do que a resistência que a estrutura abalada poderia suportar.

A energia cinética do avião, imediatamente antes da colisão, só não seria suficiente para:

- fazer um chuveiro de 2500 watts de potência funcionar por mais de 6 dias;
- aquecer 20 toneladas de água (calor específico da água: 1 cal/g°C), passando a temperatura de 15° C para 95° C
- suprir o consumo bimestral de uma residência cuja conta de energia elétrica apresenta uma média mensal de R\$ 33,00 (preço do kWh: R\$ 0,22);

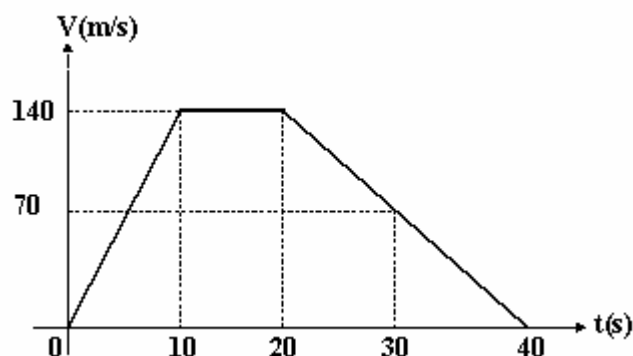
- suspender duas mil vezes um bate-estacas de 4500 kg a uma altura de 12,5 metros;
- fazer o mesmo avião, carregado com mais 20 toneladas, partir do repouso e voar a uma velocidade de 396 km/h.

**13) (ITA-2007)** Equipado com um dispositivo a jato, o homem-foguete da figura cai livremente do alto de um edifício até uma altura  $h$ , onde o dispositivo a jato é acionado. Considere que o dispositivo forneça uma força vertical para cima de intensidade constante  $F$ . Determine a altura  $h$  para que o homem pouse no solo com velocidade nula. Expresse sua resposta como função da altura  $H$ , da força  $F$ , da massa  $m$  do sistema homem-foguete e da aceleração da gravidade  $g$ , desprezando a resistência do ar e a alteração da massa  $m$  no acionamento do dispositivo.



**14) (UFMT-1996)** Na questão a seguir julgue os itens e escreva nos parentes (V) se for verdadeiro ou (F) se for falso.

Um corpo de massa igual a 7 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal, sofre a ação de uma força constante  $F_1$  (horizontal) durante 10 s, após os quais a força é retirada. Decorridos outros 10 s, aplica-se uma força constante  $F_2$  na direção do movimento, porém em sentido oposto, até que se anule a velocidade do corpo. O gráfico horário da velocidade dos movimentos executados pelo corpo é mostrado a seguir.



Com base em sua análise, julgue os itens a seguir.

- O movimento do corpo é retardado no intervalo de tempo de 20 a 40 s.
- As forças  $F_1$  e  $F_2$  têm intensidades de 49 N e 98 N respectivamente.

- ( ) No intervalo de tempo observado o móvel não muda o sentido de movimento.  
 ( ) O trabalho realizado por  $F_1$  é de 66 J.

**15) (UFSCar-2000)** Nas provas de longa e média distância do atletismo, os corredores mantêm sua velocidade constante durante a maior parte do tempo. A partir dessa constatação, um estudante de física afirma que, durante esse tempo, os atletas não gastam energia porque a energia cinética deles não varia. Essa afirmação é

- a) verdadeira, pois os corredores se mantêm em movimento sem esforço, por inércia.  
 b) verdadeira do ponto de vista da física, mas falsa do ponto de vista da biologia.  
 c) falsa, porque a energia cinética do atleta não tem relação com o esforço muscular que ele desenvolve.  
 d) falsa, pois a energia cinética só se mantém constante graças ao trabalho da força muscular do atleta.  
 e) verdadeira, porque o trabalho da resultante das forças que atuam sobre o atleta é nulo.

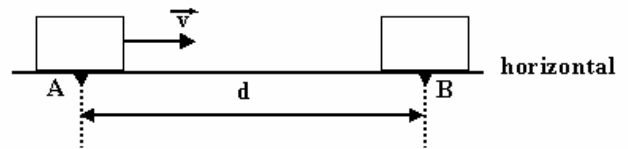
**16) (UFSCar-2003)** No filme Armageddon, para salvar a Terra do impacto de um gigantesco asteróide, a NASA envia a esse asteróide um grupo de perfuradores de petróleo. Lá, sem nenhuma experiência em atividades no espaço, trabalhando na superfície do asteróide como se estivessem na superfície da Terra, esses trabalhadores perfuram um poço no fundo do qual colocam um artefato nuclear de 9,0 megatons (cerca de  $4,0 \cdot 10^{14}$  J). A explosão desse artefato dividiu o asteróide em duas metades de igual massa que, em relação ao asteróide, se deslocaram perpendicularmente à trajetória inicial de colisão, livrando a Terra do catastrófico impacto. A partir de outras informações fornecidas no filme e admitindo-se o asteróide esférico, é possível concluir que o seu raio seria de  $6,5 \cdot 10^5$  m, a sua massa de  $6,0 \cdot 10^{21}$  kg e cada uma das metades em que ele se dividiu na explosão deveria ter adquirido velocidade inicial mínima de  $2,1 \cdot 10^3$  m/s, em relação ao centro de massa do asteróide, para que elas também não atingissem a Terra.

a) Qual seria a aceleração da gravidade na superfície desse asteróide? O valor obtido está de acordo com o que descrevemos do filme? Justifique.

Dado: constante da gravitação universal,  $G = 6,7 \cdot 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

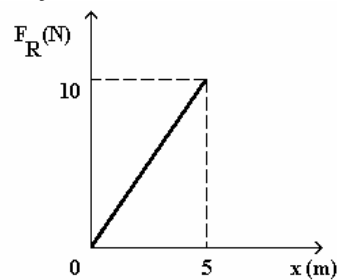
b) A energia do artefato nuclear utilizado tinha o valor suficiente para separar o asteróide em duas metades e dar a elas a velocidade inicial necessária para livrar a Terra do choque? Justifique.

**17) (Mack-1996)** O bloco de massa  $m$ , representado na figura a seguir, é lançado no ponto A de uma superfície plana com velocidade horizontal  $\vec{v}$ , parando no ponto B a uma distância  $d$  de A. Sendo  $g$  a aceleração da gravidade, o valor do coeficiente de atrito cinético  $g$  entre o bloco e a superfície é:



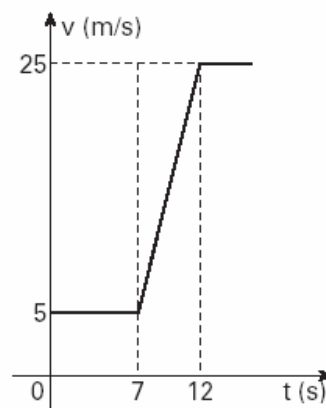
- a)  $2 \cdot v^2 / g \cdot d$   
 b)  $2 \cdot g \cdot d / v^2$   
 c)  $v^2 / 2 \cdot g \cdot d$   
 d)  $g \cdot d / 2 \cdot v^2$   
 e)  $v^2 / g \cdot d$

**18) (FEI-1994)** O gráfico a seguir é uma reta e representa a variação da força resultante que atua em um corpo de 1,2 kg em função do deslocamento. Sabe-se que a velocidade na posição  $x = 2$  m é de 4 m/s. Qual é a velocidade do corpo na posição  $x = 4$  m?



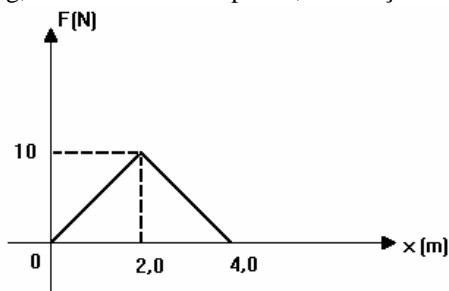
- a) 10 m/s  
 b) 6 m/s  
 c) 8 m/s  
 d) 16 m/s  
 e) 9,6 m/s

**19) (Vunesp-2004)** O gráfico da figura representa a velocidade em função do tempo de um veículo de massa  $1,2 \times 10^3$  kg, ao se afastar de uma zona urbana.



- a) Determine a variação da energia cinética do veículo no intervalo de 0 a 12 segundos.  
 b) Determine o trabalho da força resultante atuando no veículo em cada um dos seguintes intervalos: de 0 a 7 segundos e de 7 a 12 segundos.

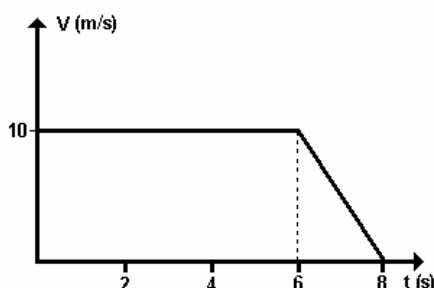
**20) (UEL-1994)** O gráfico representa o valor algébrico da força resultante  $\vec{F}$  que age sobre um corpo de massa 5,0 kg, inicialmente em repouso, em função da abscissa x.



A velocidade do corpo ao passar pelo ponto da abscissa 4,0m, em m/s, vale:

- a) zero.
- b)  $\sqrt{2}$
- c) 2
- d)  $2\sqrt{2}$
- e) n.d.a.

**21) (Fuvest-1994)** O gráfico velocidade contra tempo, mostrado adiante, representa o movimento retilíneo de um carro de massa  $m = 600\text{kg}$  numa estrada molhada. No instante  $t = 6\text{s}$  o motorista vê um engarrafamento à sua frente e pisa no freio. O carro, então, com as rodas travadas, desliza na pista até parar completamente. Despreze a resistência do ar.



- a) Qual é o coeficiente de atrito entre os pneus do carro e a pista?
- b) Qual o trabalho, em módulo, realizado pela força de atrito entre os instantes  $t = 6\text{s}$  e  $t = 8\text{s}$ .

**22) (Gama Filho-1997)** Para que um projétil de massa igual a 0,5 kg seja disparado com velocidade de 80 m/s, é necessário imprimir-lhe uma energia cinética, em Joules, de:

- a)  $1,6 \times 10^1$
- b)  $1,6 \times 10^2$
- c)  $1,6 \times 10^3$
- d)  $1,6 \times 10^4$
- e)  $1,6 \times 10^5$

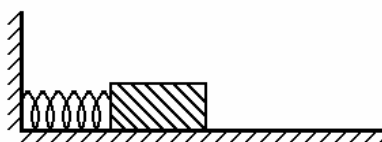
- 23) (AFA-2001)** Quando um corpo é elevado verticalmente por uma força constante maior que seu peso, há variação
  - a) apenas da energia cinética.
  - b) apenas da energia potencial.
  - c) tanto da energia cinética como da potencial.
  - d) da energia cinética, da energia potencial e do trabalho.

- 24) (Unicamp-1994)** Sob a ação de uma força constante, um corpo de massa  $m = 4,0\text{ kg}$  adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10m/s, após percorrer 25 metros.
  - a) Qual é trabalho realizado por essa força?
  - b) Qual a potência média desenvolvida por esta força ?

- 25) (Unicamp-1994)** Sob a ação de uma força constante, um corpo de massa  $m = 4,0\text{kg}$  adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10m/s.
  - a) Qual é trabalho realizado por essa força?
  - b) Se o corpo se deslocou 25m, qual o valor da força aplicada?

- 26) (Fatec-2005)** Um automóvel, de massa  $1,0 \cdot 10^3\text{ kg}$ , que se move com velocidade de 72 km/h é freado e desenvolve, então, um movimento uniformemente retardado, parando após percorrer 50 m. O módulo do trabalho realizado pela força de atrito entre os pneus e a pista durante o retardamento, em joules, foi de
  - a)  $5,0 \cdot 10^4$
  - b)  $2,0 \cdot 10^4$
  - c)  $5,0 \cdot 10^5$
  - d)  $2,0 \cdot 10^5$
  - e)  $5,0 \cdot 10^6$

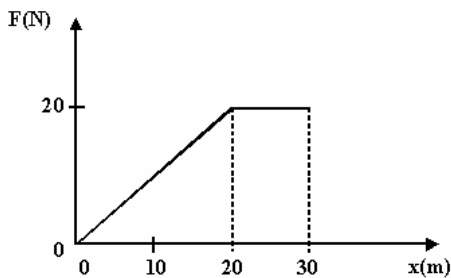
**27) (Vunesp-1995)** Um bloco de madeira, de massa 0,40kg, mantido em repouso sobre uma superfície plana, horizontal e perfeitamente lisa, está comprimindo uma mola contra uma parede rígida, como mostra a figura a seguir.



Quando o sistema é liberado, a mola se distende, impulsiona o bloco e este adquire, ao abandoná-la, uma velocidade final de 2,0m/s. Determine o trabalho da força exercida pela mola, ao se distender completamente:
 

- a) sobre o bloco e.
- b) sobre a parede.

**28) (UFPE-1996)** Um bloco de massa 0,5 kg está sujeito a uma força que varia com a posição de acordo com o gráfico a seguir.

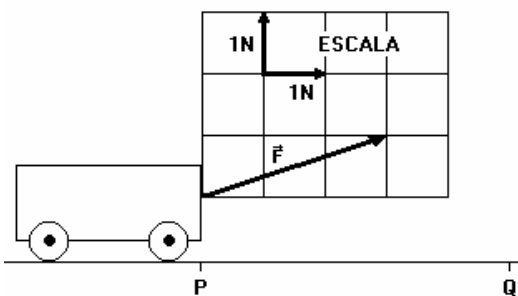


Se o bloco partiu do repouso em  $x = 0$ , qual será sua velocidade escalar, em m/s, quando  $x$  for igual a 30 m?

**29) (UFC-2002)** Um bloco de massa  $m = 2,0$  kg é liberado do repouso, no alto de um edifício de 130 metros de altura. Após cair 120 metros, o bloco atinge sua velocidade terminal, de 20 m/s, por causa da resistência do ar. Use  $g = 10$  m/s<sup>2</sup> para a aceleração da gravidade.

- Determine o trabalho realizado pela força devida à resistência do ar ao longo dos primeiros 120 metros de queda.
- Determine o trabalho total realizado sobre o bloco nos últimos 10 metros de queda.

**30) (Vunesp-1994)** Um carrinho desloca-se em linha reta sobre uma superfície plana e horizontal, às custas da força  $\vec{F}$  constante, indicada em escala na figura a seguir.



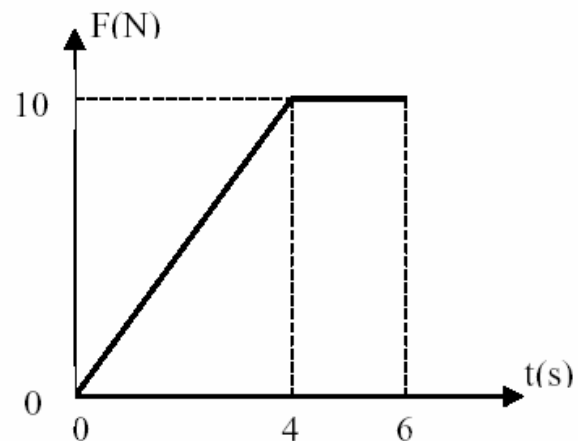
- Qual é o trabalho realizado pela força  $\vec{F}$ , quando o carrinho se desloca do ponto P ao ponto Q, distante 2,0 metros de P?
- se tinha energia cinética de 4,0 J quando passou por P, dirigindo-se para Q, que energia cinética terá ao passar por Q? (Despreze possíveis atritos)

**31) (Fatec-1995)** Um corpo atirado horizontalmente, com velocidade de 10m/s, sobre uma superfície horizontal, desliza 20m até parar. Adotando  $g = 10$ m/s<sup>2</sup>, o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície é:

- 0,13
- 0,25
- 0,40
- 0,50

e) 0,75

**32) (UFU-2001)** Um corpo de 10 kg desloca-se em uma trajetória retilínea, horizontal, com uma velocidade de 3m/s, quando passa a atuar sobre ele uma força  $F$ , que varia de acordo com o gráfico, formando um ângulo reto com a direção inicial do movimento. Se  $F$  é a única força que atua sobre o corpo e se sua direção e sentido permanecem constantes, analise as seguintes afirmações e responda de acordo com o código que se segue.



- A energia cinética do corpo no instante  $t = 6$  s é de 125 J.
- O trabalho realizado pela força  $F$  no intervalo entre  $t = 0$  e  $t = 6$  s é nulo.
- A quantidade de movimento do corpo no instante  $t = 6$  s é de 70 kg.m/s.

- I e II são corretas.
- Apenas I é correta.
- II e III são corretas.
- I e III são corretas.

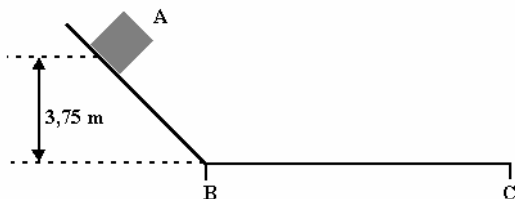
**33) (PUC-SP-1995)** Um corpo de massa 0,3kg está em repouso num local onde a aceleração gravitacional é 10m/s<sup>2</sup>. A partir de um certo instante, uma força variável com a distância segundo a função:  $F = 10 - 20 \cdot d$  (onde  $F$  está em newtons (N) e  $d$  em metros (m)) passa a atuar no corpo na direção vertical e sentido ascendente. Qual a energia cinética do corpo no instante em que a força  $F$  se anula?

(Despreze todos os atritos)

- 1,0J.
- 1,5J.
- 2,0J.
- 2,5J.
- 3,0 J.

**34) (UDESC-1996)** Um corpo de massa 1 kg possui velocidade inicial em A de 5m/s. Sabe-se que o corpo

percorre a trajetória ABC, parando em C. O trecho AB é perfeitamente liso (atrito desprezível). A partir do ponto B até C existe atrito.



Determine, DESCRREVENDO detalhadamente, todos os passos adotados até atingir resultado:

- a velocidade do corpo ao atingir o ponto B,
- o trabalho realizado pela força de atrito, no trecho BC. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**35) (PUC-Camp-1995)** Um corpo de massa 12kg está

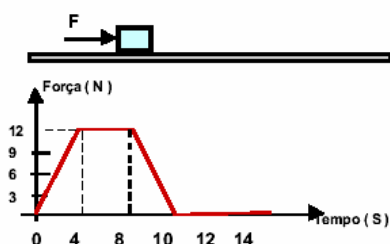
submetido a diversas forças, cuja resultante  $\vec{R}$  é constante. A velocidade do corpo num ponto M é de 4,0m/s e num outro ponto N é de 7,0m/s. O trabalho realizado pela força  $\vec{R}$  no deslocamento de M para N é, em joules, de:

- 33
- 36
- 99
- 198
- 396

**36) (PUC-PR-2003)** Um corpo de massa 2 kg está inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. A partir do instante  $t = 0$ , uma força variável de acordo com o gráfico a seguir atua sobre o corpo, mantendo-o em movimento retilíneo.

Com base nos dados e no gráfico são feitas as seguintes proposições:

- Entre 4 e 8 segundos, a aceleração do corpo é constante.
- A energia cinética do corpo no instante 4s é 144 joules.
- Entre 4 e 8s, a velocidade do corpo se mantém constante.
- No instante 10 segundos, é nula a velocidade do corpo.



É correta a proposição ou são corretas as proposições:

- somente I e II
- somente I

- todas
- somente II
- somente III e IV

**37) (Unesp-1998)** Um corpo de massa 2,0 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal, é puxado por uma força constante, também horizontal, de intensidade 20N. Após ter percorrido 8,0 m no sentido da força, a velocidade do corpo é de 8,0 m/s. Nessas condições, o trabalho realizado pela força de atrito que atua no corpo no deslocamento citado, em joules, foi de:

- $1,6 \cdot 10^2$
- $9,6 \cdot 10$
- $6,4 \cdot 10$
- $-9,6 \cdot 10$
- $-1,6 \cdot 10^2$

**38) (Vunesp-1998)** Um corpo de massa 3,0kg desloca-se livremente, em movimento retilíneo uniforme, sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, com velocidade de 4,0m/s. A partir de certo momento, a superfície se torna áspera e, devido à força de atrito constante, o corpo pára.

- Calcule a energia dissipada pela força de atrito que atuou no corpo.
- Sabendo que a força de atrito atuou por 2,0s, calcule o módulo (intensidade) dessa força.

**39) (Unifor-2002)** Um corpo de massa 8,0 kg move-se para sul com velocidade de 3,0 m/s e, após certo tempo, passa a mover-se para leste com velocidade de 4,0 m/s. A variação da energia cinética do corpo, nesse intervalo de tempo, em joules, é

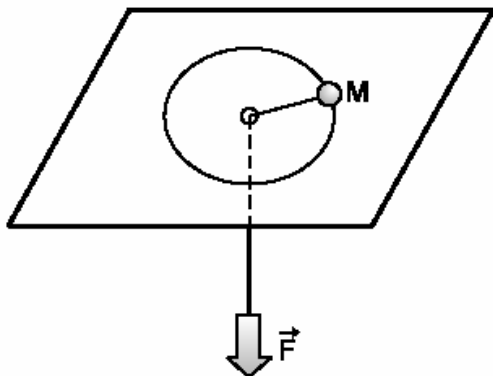
- 4,0
- 18
- 28
- 36
- 64

**40) (PUC-Campinas-2005)** Um corpo de massa  $m$  é lançado horizontalmente, com velocidade de 4,0 m/s, sobre uma superfície horizontal, com a qual apresenta coeficiente de atrito dinâmico 0,20. Adotando para a aceleração da gravidade o valor  $10\text{m/s}^2$ , pode-se estimar que até chegar ao repouso o corpo terá percorrido uma distância, em metros, de

- 1,0
- 2,0
- 4,0
- 8,0
- 16

**41) (ITA-2002)** Um corpo de massa  $M$ , mostrado na figura, é preso a um fio leve, inextensível, que passa através de um orifício central de uma mesa lisa. Considere que

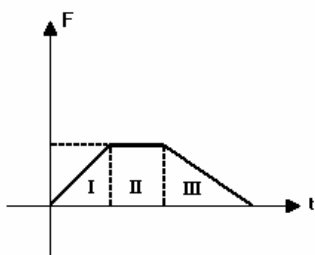
inicialmente o corpo se move ao longo de uma circunferência, sem atrito. O fio é, então, puxado para baixo, aplicando-se uma força  $\vec{F}$ , constante, a sua extremidade livre.



Podemos afirmar que:

- a) o corpo permanecerá ao longo da mesma circunferência.
- b) a força  $\vec{F}$  não realiza trabalho, pois é perpendicular à trajetória.
- c) a potência instantânea de  $\vec{F}$  é nula.
- d) o trabalho de  $\vec{F}$  é igual à variação da energia cinética do corpo.
- e) o corpo descreverá uma trajetória elíptica sobre a mesa.

**42) (UEL-1994)** Um corpo, inicialmente em repouso, é submetido a uma força resultante  $\vec{F}$ , cujo valor algébrico varia com o tempo de acordo com o gráfico a seguir.



Considerando os intervalos de tempo I, II e III, a energia cinética do corpo AUMENTA:

- a) apenas no intervalo I.
- b) apenas no intervalo II.
- c) apenas no intervalo III.
- d) apenas nos intervalos I e II.
- e) nos intervalos I, II e III.

**43) (UFES-1996)** Um objeto de massa igual a 2,0kg, inicialmente em repouso, percorre uma distância igual a 8,0m em uma superfície horizontal sem atrito, sob a ação de

uma força constante, também horizontal, igual a 4,0N. A variação da energia cinética do objeto é:

- a) 4,0 J
- b) 8,0 J
- c) 16,0 J
- d) 32,0 J
- e) 64,0 J

**44) (Mack-2003)** Um pequeno bloco, de massa 250g, é lançado sobre uma superfície plana e horizontal, com velocidade de 2,0m/s, num local em que o módulo da aceleração gravitacional é  $g = 10\text{m/s}^2$ . O lançamento foi feito paralelamente à superfície e o bloco, sempre em contato com a mesma, pára, após ter percorrido 50cm. O retardamento uniforme foi devido exclusivamente ao atrito entre as superfícies em contato, cujo coeficiente de atrito cinético é:

- a) 0,10
- b) 0,20
- c) 0,40
- d) 0,60
- e) 0,80

**45) (Vunesp-2002)** Um projétil de 20 gramas, com velocidade de 240 m/s, atinge o tronco de uma árvore e nele penetra uma certa distância até parar.

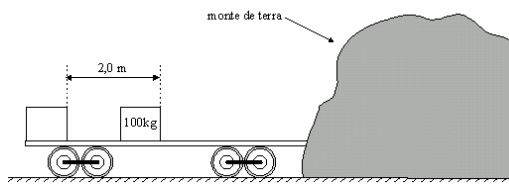
- a) Determine a energia cinética  $E_c$  do projétil antes de colidir com o tronco e o trabalho  $T$  realizado sobre o projétil na sua trajetória no interior do tronco, até parar.
- b) Sabendo que o projétil penetrou 18 cm no tronco da árvore, determine o valor médio  $F_m$  da força de resistência que o tronco ofereceu à penetração do projétil.

**46) (ITA-1995)** Um projétil de massa  $m = 5,00\text{g}$  atinge perpendicularmente uma parede com velocidade  $V=400\text{m/s}$  e penetra 10,0cm na direção do movimento. (Considere constante a desaceleração do projétil na parede).

- a) Se  $V = 600\text{m/s}$  a penetração seria de 15,0cm
- b) Se  $V = 600\text{m/s}$  a penetração seria de 225cm
- c) Se  $V = 600\text{m/s}$  a penetração seria de 22,5cm
- d) Se  $V = 600\text{m/s}$  a penetração seria de 150cm
- e) A intensidade da força imposta pela parede à penetração da bala é 2N.

**47) (Vunesp-1999)** Um vagão, deslocando-se lentamente com velocidade  $v$  num pequeno trecho plano e horizontal de uma estrada de ferro, choca-se com um monte de terra e pára abruptamente. Em virtude do choque, uma caixa de madeira, de massa 100 kg, inicialmente em repouso sobre o piso do vagão, escorrega e percorre uma distância de 2,0 m antes de parar, como mostra a figura.





Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e sabendo que o coeficiente de atrito dinâmico entre a caixa e o piso do vagão é igual a 0,4, calcule:

- a velocidade  $v$  do vagão antes de se chocar com o monte de terra;
- a energia cinética da caixa antes de o vagão se chocar com o monte de terra e o trabalho realizado pela força de atrito que atuou na caixa enquanto escorregava.

**48) (ITA-1998)** Uma bala de massa 10 g é atirada horizontalmente contra um bloco de madeira de 100 g que está fixo, penetrando nele 10 cm até parar. Depois, o bloco é suspenso de tal forma que se possa mover livremente e uma bala idêntica à primeira é atirada contra ele. Considerando a força de atrito entre a bala e a madeira em ambos os casos como sendo a mesma, conclui-se que a segunda bala penetra no bloco a uma profundidade de aproximadamente:

- 8,0 cm
- 8,2 cm
- 8,8 cm
- 9,2 cm
- 9,6 cm

**49) (Fatec-2000)** Uma bala de revólver, de massa 20 g, tem velocidade de 200 m/s quando atinge o tronco de uma árvore e nele penetra 25 cm, até parar. A energia cinética da bala ao atingir o tronco, em joules, era de:

- $4,0 \times 10^5$
- $4,0 \times 10^4$
- $4,0 \times 10^3$
- $4,0 \times 10^2$
- $4,0 \times 10$

**50) (Fatec-2000)** Uma bala de revólver, de massa 20 g, tem velocidade de 200 m/s quando atinge o tronco de uma árvore e nele penetra 25 cm, até parar. A intensidade da força de resistência do tronco sobre a bala, supondo-a constante, foi, em newtons, de:

- $1,6 \times 10^4$
- $4,0 \times 10^4$
- $1,6 \times 10^3$
- $4,0 \times 10^3$
- $8,0 \times 10^3$

**51) (UFSCar-2001)** Uma bola de tênis de massa 60g adquire, num saque, velocidade inicial de 30m/s. Admita que, ao ser atingida pela raquete, a bola esteja praticamente em

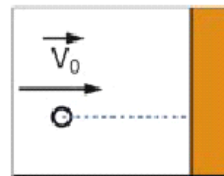
repouso, e que o impacto seja normal à raquete e “sem efeito”, isto é, a bola é lançada sem rotação.

a) Quais os valores do trabalho e do módulo do impulso exercidos pela raquete sobre a bola?

b) Suponha que o intervalo de tempo em que ocorre a interação entre a bola e a raquete seja de 0,10s. Qual a

razão entre o módulo da força média  $\vec{F}$  exercida pela raquete sobre a bola durante esse intervalo de tempo e o módulo do peso  $\vec{P}$  da bola? (Adote  $g = 10\text{m/s}^2$ )

**52) (UFRJ-2002)** Uma bola de tênis de massa  $m$  colide inelasticamente contra uma parede fixa, conforme é mostrado na figura a seguir. A velocidade da bola imediatamente antes do choque é perpendicular à parede e seu módulo vale  $V_0$ . Imediatamente após o choque, a velocidade continua perpendicular à parede e seu módulo passa a valer  $(2/3)V_0$ .



Calcule em função de  $m$  e  $V_0$ :

- o módulo da variação do momento linear da bola;
- a variação de energia cinética da bola.

**53) (Unifesp-2005)** Uma criança de massa 40 kg viaja no carro dos pais, sentada no banco de trás, presa pelo cinto de segurança. Num determinado momento, o carro atinge a velocidade de 72 km/h. Nesse instante, a energia cinética dessa criança é:

- igual à energia cinética do conjunto carro mais passageiros.
- zero, pois fisicamente a criança não tem velocidade, logo, não tem energia cinética.
- 8000 J em relação ao carro e zero em relação à estrada.
- 8000 J em relação à estrada e zero em relação ao carro.
- 8000 J, independente do referencial considerado, pois a energia é um conceito absoluto.

**54) (UFPA-1997)** Uma esfera metálica maciça de massa 0,5 kg está em repouso sobre um plano horizontal liso quando é então golpeada horizontalmente por um martelo de massa 2 kg e velocidade 20 m/s. Após o choque o martelo fica em repouso e a esfera passa a se deslocar com velocidade constante de 10 m/s. Admitindo que a esfera absorva 60% do calor desenvolvido no choque, que o calor específico da substância da esfera seja  $0,03 \text{ cal / g}^\circ\text{C}$  e que  $1 \text{ cal} = 4,18\text{J}$ , pede-se:

- A variação da energia cinética, em joule, do martelo.
- A variação da energia cinética, em joule, da esfera.
- A quantidade total de calor, em joule, produzida no choque.
- A variação de temperatura, em  $^\circ\text{C}$ , sofrida pela esfera.

**55) (UFPE-1996)** Uma força de 3,0 N e outra de 4,0 N são aplicadas simultaneamente em um objeto de 2,5kg, inicialmente em repouso. As duas forças formam entre si um ângulo de 90° e atuam durante 3,0s. Qual o trabalho total, em Joules, realizado por estas forças?

**56) (Gama Filho-1997)** Uma força F, de módulo = 5,0N, atua sobre o centro de massa de um bloco de massa = 0,30kg, inicialmente em repouso, durante 1,2s. A energia cinética que o bloco adquire vale, em joules:

- a) 20
- b) 30
- c) 40
- d) 50
- e) 60

**57) (AFA-2002)** Uma partícula de massa 1 kg se move ao longo do eixo Ox. O módulo da força, em newtons, que atua sobre a partícula é dado por  $F(x) = 2x - 2$ . Se a partícula estava em repouso na posição  $x = 0$ , a sua velocidade na posição  $x = 4$  m é

- a) 3,5 m/s.
- b) 4,0 m/s.
- c) 4,5 m/s.
- d) 5,0 m/s.

**58) (UEL-1996)** Uma partícula de massa 500g, em movimento retilíneo, aumenta sua velocidade desde 6,0m/s até 10m/s num percurso de 8,0m. A força resultante sobre a partícula tem módulo, em newtons:

- a) 16
- b) 8
- c) 6
- d) 4
- e) 2

**59) (UFAC-1998)** Uma partícula de massa  $m = 2,0$  kg, em movimento, passa por um ponto A de sua trajetória, com velocidade  $V_A = 54$  km/h e, posteriormente, passa pelo ponto B com velocidade  $V_B = 108$  km/h. Qual é o trabalho realizado sobre a partícula pela resultante das forças que nela atuam?

- a) 675 J
- b) 900 J
- c) 225 J
- d) 2025 J
- e) 4050 J

**60) (UFC-2009)** Uma partícula de massa m descreve uma trajetória retilínea, passando pelos pontos P e Q, em sequência, e parando em R, depois de passar por P e Q. Quando ela passa pelo ponto P, sua velocidade é v. Os

trechos entre P e Q, de comprimento  $l_1$ , e entre Q e R, de comprimento  $l_2$ , possuem coeficiente de atrito cinético  $\mu$  e  $2\mu$ , respectivamente. Considere a aceleração da gravidade igual a g. O ponto R está a uma distância l de P. Assinale a alternativa que contem os comprimentos  $l_1$  e  $l_2$  corretos, em função de  $\mu$ , l, v e g.

a)  $l_1 = 2l - \frac{v^2}{(2\mu g)}$  e  $l_2 = \frac{v^2}{(2\mu g)} - l$

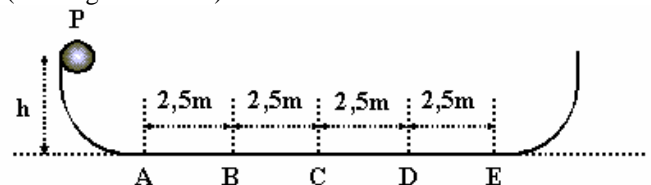
b)  $l_1 = \frac{3l}{2} - \frac{v^2}{(2\mu g)}$  e  $l_2 = \frac{v^2}{(2\mu g)} - \frac{l}{2}$

c)  $l_1 = 2l - \frac{v^2}{(\mu g)}$  e  $l_2 = \frac{v^2}{(\mu g)} - l$

d)  $l_1 = 2l - \frac{v^2}{(3\mu g)}$  e  $l_2 = \frac{v^2}{(3\mu g)} - l$

e)  $l_1 = \frac{3l}{2} - \frac{v^2}{(3\mu g)}$  e  $l_2 = \frac{v^2}{(3\mu g)} - \frac{l}{2}$

**61) (Mack-1996)** Uma partícula desliza sobre o trilho que possui extremidades elevadas e uma parte plana conforme a figura. As partes curvas não apresentaram atrito e o coeficiente de atrito cinético da parte plana é  $\mu = 0,2$ . Abandona-se a partícula do ponto P, cuja altura é  $h = 2,5$ m acima da parte plana. O ponto no qual a partícula vai parar é (adote  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>):



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E.

**62) (ITA-2001)** Uma partícula está submetida a uma força com as seguintes características: seu módulo é proporcional ao módulo da velocidade da partícula e atua numa direção perpendicular àquela do vetor velocidade. Nestas condições, a energia cinética da partícula deve

- a) crescer linearmente com o tempo.
- b) crescer quadraticamente com o tempo.
- c) diminuir linearmente com o tempo.
- d) diminuir quadraticamente com o tempo.
- e) permanecer inalterada.

## Gabarito

1) Alternativa: A

2) Alternativa: C

3) Alternativa: B

4) Alternativa: A

5) Alternativa: E

6) Alternativa: A

7) a)  $E_c = 3,36 \cdot 10^8 \text{ J}$

b)  $v \approx 147,6 \text{ km/h}$

c)  $I \approx 533 \text{ mA}$

8) 1. Falsa

2. Falsa

3. Verdadeira

4. Verdadeira

5. Falsa

9) Alternativa: E

10) Alternativa: B

11) a) 45 J e 3,0 m/s

b) 45 N.s e 4,5 m/s

12) Alternativa: B

13) Resposta:  $h = \frac{mgh}{F}$

14) V - F - V - F

15) Alternativa: D

16) a)  $g = 0,95 \text{ m/s}^2$ . Este valor de  $g$  não está de acordo com o descrito pois é 10 vezes menor que a gravidade na superfície terrestre. Seria impossível permanecer firmemente preso na superfície do asteroide e seria impossível trabalhar sobre ele.

b) Não. Para adquirir uma velocidade de  $2,1 \times 10^3 \text{ m/s}$ , cada metade terá que ganhar uma energia de  $6,6 \times 10^{27} \text{ J}$ , o que é muito maior que a energia contida no artefato nuclear.

17) Alternativa: C

18) Alternativa: B

19) a)  $\Delta E_C = 3,6 \times 10^5 \text{ J}$

b)  $0 \rightarrow 7\text{s}: \tau_R = 0$  e de  $7 \rightarrow 12\text{s}: \tau_R = 3,6 \times 10^5 \text{ J}$

20) Alternativa: D

21) a)  $\mu = 0,5$

b)  $\tau = -30.000 \text{ J}$

22) Alternativa: C

23) Alternativa: C

24) a)  $\tau^F = 200 \text{ J}$

b)  $P_m = 40 \text{ W}$

25) a)  $\tau = 200 \text{ J}$

b)  $F = 8 \text{ N}$

26) Alternativa: D

27) a)  $\tau = 0,80 \text{ J}$

b) o trabalho da mola sobre a parede é nulo, já que a parede não se desloca.

28)  $v = 40 \text{ m/s}$

29) a)  $\tau_{\text{Rar}} = -2.400 \text{ J}$

b)  $\tau_{\text{TOTAL}} = 0$

30) a)  $\tau = 6 \text{ J}$

b)  $E_C = 10 \text{ J}$

31) Alternativa: B

32) Alternativa: B

33) Alternativa: A

34) a)  $V = 10 \text{ m/s}$

b)  $\tau_{fA} = -50 \text{ J}$

35) Alternativa: D

36) Alternativa: A

37) Alternativa: D

38) a) a energia dissipada vale 24 J

b)  $F_{at} = 6,0 \text{ N}$

39) Alternativa: C

40) Alternativa: C

41) Alternativa: D

42) Alternativa: E

43) Alternativa: D

44) Alternativa: C

45) a)  $E_c = 576 \text{ J}$  e  $T = -576 \text{ J}$

b)  $F_m = 3.200 \text{ N}$

46) Alternativa: C

47) a)  $V = 4 \text{ m/s}$

b)  $E_c = 800 \text{ J}$  e  $\tau = -800 \text{ J}$

48) Alternativa: D

49) Alternativa: D

50) Alternativa: C

51) a)  $\tau^F = 27 \text{ J}$  e  $I^F = 1,8 \text{ N.s}$

b)  $F/P = 30$

52) a) 
$$\Delta Q = \frac{5mv_0}{3}$$

b) 
$$\Delta E_c = \frac{-5mv_0^2}{18}$$

53) Alternativa: D

54) a)  $\Delta E_c = -400 \text{ J}$

b)  $\Delta E_c = 25 \text{ J}$

c)  $Q = 375 \text{ J}$

d)  $\Delta T = 62,7 \text{ }^\circ\text{C}$

55)  $\square = 45 \text{ J}$

56) Alternativa: D

57) Alternativa: B

58) Alternativa: E

59) Alternativa: A

60) Alternativa: A

61) Alternativa: D

62) Alternativa: E