

### Aula 5: Leis de Conservação

1. (ENEM - 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

- (A) um dínamo.
- (B) um freio de automóvel.
- (C) um motor a combustão.
- (D) uma usina hidroelétrica.
- (E) uma atiradeira (estilingue).

2. (ENEM - 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- (A) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- (B) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
- (C) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
- (D) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- (E) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

3. (UERJ - 2003) No filme O Nome da Rosa há uma cena em que o personagem principal, o frade-detetive, se perde de

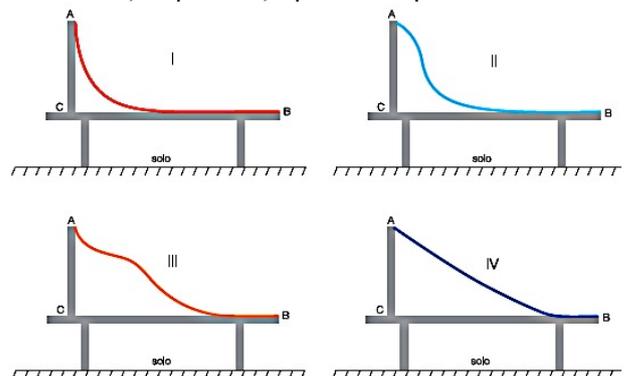
seu discípulo no ponto A de um labirinto de escadas. Considere que, em um certo instante, o frade esteja em um ponto B, situado alguns metros abaixo do ponto A, para onde deseja retornar. Existem quatro escadas,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$

e  $E_4$ , todas diferentes entre si, que ligam os pontos A e B. O total de degraus de cada escada é, respectivamente,  $n_1 = 20$ ,  $n_2 = 25$ ,  $n_3 = 40$  e  $n_4 = 55$ .

Pode-se afirmar que os trabalhos  $\tau_i$ , realizados pela força peso do frade ao ir de B até A, satisfazem a seguinte relação:

- (A)  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$
- (B)  $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3 > \tau_4$
- (C)  $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$
- (D)  $\tau_1 = \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$

4. (UERJ - 2010) Os esquemas abaixo mostram quatro rampas AB, de mesma altura AC e perfis distintos, fixadas em mesas idênticas, nas quais uma pequena pedra é abandonada, do ponto A, a partir do repouso.



Após deslizar sem atrito pelas rampas I, II, III e IV, a pedra toca o solo, pela primeira vez, a uma distância do ponto B respectivamente igual a  $d_I$ ,  $d_{II}$ ,  $d_{III}$  e  $d_{IV}$ . A relação entre essas distâncias está indicada na seguinte alternativa:

- (A)  $d_I > d_{II} = d_{III} > d_{IV}$
- (B)  $d_{III} > d_{II} > d_{IV} > d_I$
- (C)  $d_{II} > d_{IV} = d_I > d_{III}$
- (D)  $d_I = d_{II} = d_{III} = d_{IV}$

5. (UERJ - 2010) Um objeto é deslocado em um plano sob a ação de uma força de intensidade igual a 5 N, percorrendo em linha reta uma distância igual a 2 m. Considere a medida do ângulo entre a força e o deslocamento do objeto igual a  $15^\circ$ , e T o trabalho realizado por essa força. Uma expressão que pode ser utilizada para o cálculo desse trabalho, em joules, é  $T = 5 \times 2 \times \text{sen} \theta$ . Nessa expressão,  $\theta$  equivale, em graus, a:

- (A) 15
- (B) 30
- (C) 45
- (D) 75

6. (UERJ - 2005) Observe as situações abaixo, nas quais um homem desloca uma caixa ao longo de um trajeto AB de 2,5 m.

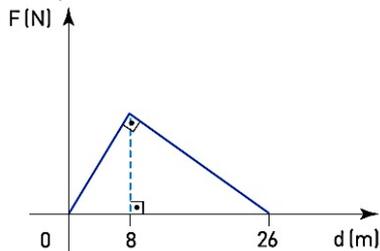


As forças  $F_1$  e  $F_2$ , exercidas pelo homem nas duas situações, têm o mesmo módulo igual a  $0,4 \text{ N}$  e os ângulos entre suas direções e os respectivos deslocamentos medem  $\theta$  e  $2\theta$ .

Se  $k$  é o trabalho realizado, em joules, por  $F_1$ , o trabalho realizado por  $F_2$  corresponde a:

- (A)  $2k$
- (B)  $\frac{k}{2}$
- (C)  $\frac{k^2+1}{2}$
- (D)  $2k^2-1$

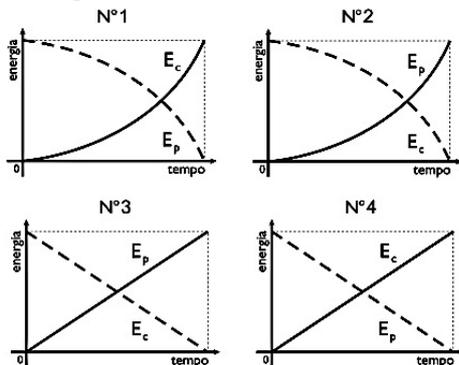
7. (UERJ - 2012) Uma pessoa empurrou um carro por uma distância de  $26 \text{ m}$ , aplicando uma força  $F$  de mesma direção e sentido do deslocamento desse carro. O gráfico abaixo representa a variação da intensidade de  $F$ , em newtons, em função do deslocamento  $d$ , em metros.



Desprezando o atrito, o trabalho total, em joules, realizado por  $F$ , equivale a:

- (A) 117
- (B) 130
- (C) 143
- (D) 156

8. (UERJ - 2002) Um corpo cai em direção à terra, a partir do repouso, no instante  $t = 0$ . Observe os gráficos abaixo, nos quais são apresentadas diferentes variações das energias potencial ( $E_p$ ) e cinética ( $E_c$ ) deste corpo, em função do tempo.

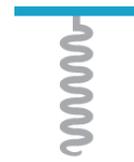


O gráfico energia x tempo que melhor representa a variação das duas grandezas descritas é o de número:

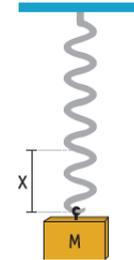
- (A) 1
- (B) 2
- (C) 3
- (D) 4

9. (UERJ - 2006) Uma mola, que apresenta uma determinada constante elástica, está fixada verticalmente

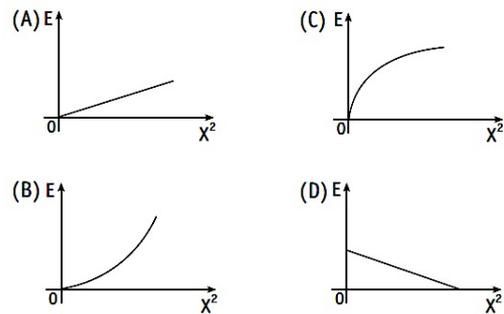
por uma de suas extremidades.



Ao acoplarmos a extremidade livre a um corpo de massa  $M$ , o comprimento da mola foi acrescido de um valor  $X$ , e ela passou a armazenar uma energia elástica  $E$ .



Em função de  $X^2$ , o gráfico que melhor representa  $E$  está indicado em:



10. (UERJ - 2010) Uma bola de boliche de  $2 \text{ kg}$  foi arremessada em uma pista plana. A tabela abaixo registra a velocidade e a energia cinética da bola ao passar por três pontos dessa pista: A, B e C.

Pontos	Velocidade (m/s)	Energia cinética (J)
A	$V_1$	$E_1$
B	$V_2$	$E_2$
C	$V_3$	$E_3$

Se  $(E_1, E_2, E_3)$  é uma progressão geométrica de razão  $1/2$ , a razão da progressão geométrica  $(V_1, V_2, V_3)$  está indicada em:

- (A) 1
- (B)  $\sqrt{2}$
- (C)  $\sqrt{2}/2$
- (D)  $1/2$

11. (UERJ - 2006) Durante uma experiência em laboratório, observou-se que uma bola de  $1 \text{ kg}$  de massa, deslocando-se com uma velocidade  $v$ , medida em  $\text{km/h}$ , possui uma determinada energia cinética  $E$ , medida em

joules. Se  $(v, E, 1)$  é uma progressão aritmética e  $\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ , o valor de  $v$  corresponde a:

- (A)  $\frac{\phi}{2}$
- (B)  $\phi$
- (C)  $2\phi$
- (D)  $3\phi$

12. (PUC - 2010) O Cristo Redentor, localizado no Corcovado, encontra-se a 710 m do nível no mar e pesa 1.140 ton. Considerando-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$  é correto afirmar que o trabalho total realizado para levar todo o material que compõe a estátua até o topo do Corcovado foi de, no mínimo:

- (A) 114.000 kJ
- (B) 505.875 kJ
- (C) 1.010.750 kJ
- (D) 2.023.500 kJ
- (E) 8.094.000 kJ

13. (PUC - 2012) Uma bola de borracha de massa 0,1 kg é abandonada de uma altura de 0,2 m do solo. Após quicar algumas vezes, a bola atinge o repouso. Calcule em joules a energia total dissipada pelos quiques da bola no solo.

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

- (A) 0,02
- (B) 0,2
- (C) 1,0
- (D) 2,0
- (E) 3,0

14. (PUC - 2012) Seja um corpo de massa  $M = 100 \text{ kg}$  deslizando sobre um plano horizontal com velocidade inicial  $V = 20,0 \text{ m/s}$ . Calcule o módulo do trabalho  $W$  da força de atrito necessário para levar o objeto ao repouso.

- (A)  $W = 20 \text{ kJ}$
- (B)  $W = 2000 \text{ kJ}$
- (C)  $W = 10 \text{ kJ}$
- (D)  $W = 200 \text{ kJ}$
- (E)  $W = 100 \text{ kJ}$

15. (PUC - 2010) Uma arma de mola, para atirar bolinhas de brinquedo verticalmente para cima, arremessa uma bolinha de 20,0 g a uma altura de 1,5 m quando a mola é comprimida por 3,0 cm. A que altura chegará a bolinha se a mola for comprimida por 6,0 cm? (Considere  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ )

- (A) 3,0 m
- (B) 4,5 m
- (C) 6,0 m
- (D) 7,5 m
- (E) 9,0 m

16. (UERJ - 2007) Um estudante, ao observar o movimento de uma partícula, inicialmente em repouso, constatou que a força resultante que atuou sobre a partícula era não-nula e manteve módulo, direção e sentido inalterados durante todo o intervalo de tempo da observação. Desse modo, ele pôde classificar as variações temporais da quantidade de movimento e da energia cinética dessa partícula, ao longo do tempo de observação, respectivamente, como:

- (A) linear – linear
- (B) constante – linear
- (C) linear – quadrática
- (D) constante – quadrática

17. (UERJ - 2012) Observe a tabela abaixo, que apresenta as massas de alguns corpos em movimento uniforme.

CORPOS	MASSA (kg)	VELOCIDADE (km/h)
leopardo	120	60
automóvel	1100	70
caminhão	3600	20

Admita que um cofre de massa igual a 300 kg cai, a partir do repouso e em queda livre de uma altura de 5 m. Considere  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  e  $Q_4$ , respectivamente, as quantidades de movimento do leopardo, do automóvel, do caminhão e do cofre ao atingir o solo.

As magnitudes dessas grandezas obedecem relação indicada em:

- (A)  $Q_1 < Q_4 < Q_2 < Q_3$
- (B)  $Q_4 < Q_1 < Q_2 < Q_3$
- (C)  $Q_1 < Q_4 < Q_3 < Q_2$
- (D)  $Q_4 < Q_1 < Q_3 < Q_2$

18. (PUC - 2009) Um astronauta flutuando no espaço lança horizontalmente um objeto de massa  $m = 5 \text{ kg}$  com velocidade de 20 m/s, em relação ao espaço. Se a massa do astronauta é de 120 kg, e sua velocidade final horizontal  $v = 15 \text{ m/s}$  está na mesma direção e sentido do movimento da massa  $m$ , determine a velocidade do astronauta antes de lançar o objeto.

- (A) 11,2 m/s.
- (B) 12,2 m/s.
- (C) 13,2 m/s.
- (D) 14,2 m/s.
- (E) 15,2 m/s.

19. (PUC - 2012) Um objeto de massa  $M_1 = 4,0 \text{ kg}$  desliza, sobre um plano horizontal sem atrito, com velocidade  $V = 5,0 \text{ m/s}$ , até atingir um segundo corpo de massa  $M_2 = 5,0 \text{ kg}$ , que está em repouso. Após a colisão, os corpos ficam grudados.

Calcule a velocidade final  $V_f$  dos dois corpos grudados.

- (A)  $V_f = 22 \text{ m/s}$
- (B)  $V_f = 11 \text{ m/s}$
- (C)  $V_f = 5,0 \text{ m/s}$
- (D)  $V_f = 4,5 \text{ m/s}$
- (E)  $V_f = 2,2 \text{ m/s}$

20. (PUC - 2011) Duas massas se movendo sobre a mesma linha reta e em sentidos opostos se chocam e ficam grudadas entre si após a colisão. Antes da colisão, as massas e velocidades respectivas são  $m_1 = 4,0 \text{ kg}$ ;  $m_2 = 2,0 \text{ kg}$ ;  $v_1 = 5,0 \text{ m/s}$ ;  $v_2 = -10,0 \text{ m/s}$ .

A velocidade final em m/s do sistema das massas grudadas é:

- (A) 5,0.
- (B) 0,0.
- (C) 15,0.
- (D) -10,0.
- (E) -7,5.

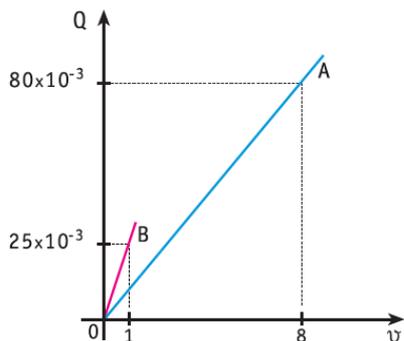
21. (UERJ - 2006) Duas esferas, A e B, deslocam-se sobre uma mesa conforme mostra a figura a seguir.



Quando as esferas A e B atingem velocidades de 8 m/s e 1 m/s, respectivamente, ocorre uma colisão perfeitamente

inelástica entre ambas.

O gráfico abaixo relaciona o momento linear  $Q$ , em  $\text{kg} \times \text{m/s}$ , e a velocidade  $v$ , em  $\text{m/s}$ , de cada esfera antes da colisão.



Após a colisão, as esferas adquirem a velocidade, em  $\text{m/s}$ , equivalente a:

- (A) 8,8
- (B) 6,2
- (C) 3,0
- (D) 2,1

22. (PUC - 2011) Uma colisão parcialmente inelástica ocorre entre duas massas idênticas. As velocidades iniciais eram  $v_{1i} = 5,0 \text{ m/s}$  ao longo do eixo  $x$  e  $v_{2i} = 0$ . Sabendo que, após a colisão, temos  $v_{1f} = 1,0 \text{ m/s}$  ao longo de  $x$ , calcule  $v_{2f}$  após a colisão.

- (A) 5,0 m/s.
- (B) 4,0 m/s.
- (C) 3,0 m/s.
- (D) 2,0 m/s.
- (E) 1,0 m/s.

### PUC - DISCURSIVAS

23. (PUC - 2013) Na figura abaixo, o bloco 1, de massa  $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ , havendo partido do repouso, alcançou uma velocidade de  $10 \text{ m/s}$  após descer uma distância  $d$  no plano inclinado de  $30^\circ$ . Ele então colide com o bloco 2, inicialmente em repouso, de massa  $m_2 = 3,0 \text{ kg}$ . O bloco 2 adquire uma velocidade de  $4,0 \text{ m/s}$  após a colisão e segue a trajetória semicircular mostrada, cujo raio é de  $0,6 \text{ m}$ . Em todo o percurso, não há atrito entre a superfície e os blocos. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

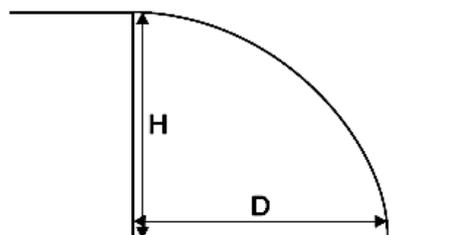


- a) Ao longo da trajetória no plano inclinado, faça o diagrama de corpo livre do bloco 1 e encontre o módulo da força normal sobre ele.
- b) Determine a distância  $d$  percorrida pelo bloco 1 ao

longo da rampa.

- c) Determine a velocidade do bloco 1 após colidir com o bloco 2.
- d) Ache o módulo da força normal sobre o bloco 2 no ponto mais alto da trajetória semicircular.

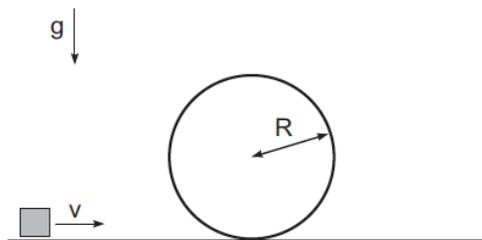
24. (PUC - 2012) Um arqueiro se prepara para lançar uma flecha de massa  $100 \text{ g}$  da borda de um precipício, de altura  $H = 320 \text{ m}$ , utilizando uma balestra. O arqueiro retesa as cordas da balestra, que podemos supor como sendo um sistema de molas com um coeficiente  $k = 1440 \text{ N/m}$ , para lançar horizontalmente a flecha que segue a trajetória representada na figura abaixo.



Dados: a resistência do ar é desprezível e  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) Dado que o arqueiro puxa as cordas por  $d = 30 \text{ cm}$ , calcule a velocidade de saída da flecha.
- b) Calcule o intervalo de tempo necessário para que a flecha caia no chão abaixo.
- c) Calcule a distância horizontal  $D$  percorrida pela flecha até tocar o chão.

25. (PUC - 2011) Um objeto, de massa  $m = 2,0 \text{ kg}$ , é acelerado até atingir a velocidade  $v = 6,0 \text{ m/s}$  sobre um plano horizontal sem atrito. Ele se prepara para fazer a manobra de passar pelo aro (loop) de raio  $R = 2,0 \text{ m}$ . A região após o aro possui um coeficiente de atrito cinético  $\mu = 0,30$ . Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e despreze a resistência do ar.



- a) O objeto acima conseguirá realizar o loop? Justifique.
- b) Calcule a velocidade inicial mínima que o objeto deve possuir de modo a fazer o "loop" de modo seguro.
- c) Dado um objeto que tenha a velocidade mínima calculada no item (b), qual seria a distância que o mesmo percorreria após passar pelo aro?