PROVA G2 FIS 1031 – 29/04/2008

MECÂNICA NEWTONIANA

NOME: Gabarito ______________________________ Nº:__________

TURMA:_______

QUESTÃO	VALOR	GRAU	REVISÃO
1	3,0		
2	3,0		
3	4,0		
TOTAL	10,0		

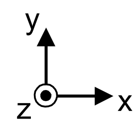
Dados:

$g = 10{,}0\ m/s^2 = 1000\ cm/s^2$

$\mathbf{v} - \mathbf{v_0} = \mathbf{a}t$; $\mathbf{r} - \mathbf{r_0} = \mathbf{v}_0\, t + ½\, \mathbf{a}t^2$ ($\mathbf{a}$ = constante)

$\Sigma\, \mathbf{F} = m\mathbf{a}$; $F_c = m\, v^2/r$

Sistema de coordenadas



$\text{sen } 30^o = 1/2$; $\cos 30^o = \sqrt{3}/2 = 0{,}866$; $\text{sen } 45^o = \cos 45^o = \sqrt{2}/2 = 0{,}707$

$K = ½\, m\, v^2$; $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}$; $W_{cons} = -\Delta U$; $W_{mola} = ½\, k\, x_i^2 - ½\, k\, x_f^2$

$W_{total} = \Delta K$; $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$; $\mathbf{F}_{med} = \Delta\mathbf{P} / \Delta t$; $\sum \mathbf{F}_{ext} = M\mathbf{a}_{cm}$; $M\mathbf{v}_{cm} = \sum \mathbf{p}_i$;

$\mathbf{R}_{cm} = \Sigma\, m_i\, \mathbf{r}_i / \Sigma\, m_i$

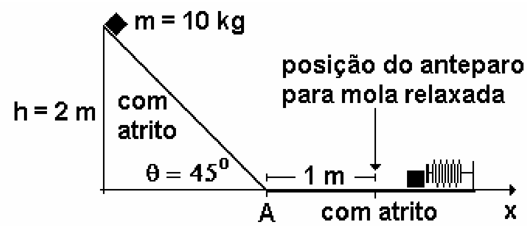
Col. elástica: $\mathbf{P}_a = \mathbf{P}_d$ e $K_{1a} + K_{2a} = K_{1d} + K_{2d}$ ou $v_{1a} - v_{2a} = -(v_{1d} - v_{2d})$

A duração da prova é de 1 hora e 50 minutos.

As respostas sem justificativas não serão consideradas.

Esta prova tem 4 folhas, contando com a capa. Confira.

(1ª questão: 3,0 pontos) A plataforma de um supermercado para descarga de caixas transportadas por caminhões é formada por um plano horizontal, um plano inclinado de altura máxima h = 2,0 m que faz o ângulo 45° com o plano horizontal e uma mola, em cuja extremidade esquerda existe um anteparo de massa desprezível, conforme mostra a figura. A superfície da plataforma é revestida de material cujos coeficientes de atrito estático e cinético têm mesmo valor.



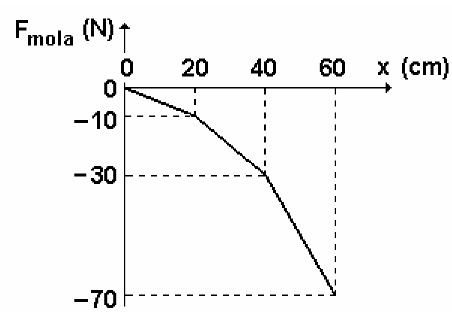
a) Suponha que não exista a mola mostrada na figura e que o coeficiente de atrito entre a superfície da plataforma e uma caixa seja μ = 0,2. Qual o trabalho realizado pelo atrito sobre uma caixa de massa m = 10 kg desde quando for solta a partir do repouso no alto do plano inclinado até o ponto do plano horizontal situado a 1,5 m do ponto A? Responda, justificando, se a caixa permanecerá parada nesta posição.

W_{at} = – μ m g cos θ h / sen θ – μ m g 1,5 =

= 0,2 10 10 2 – 0,2 10 10 1,5 = – 70 J

Como U_g = m g h = 10 10 2 = 200 J, a caixa não permanecerá parada nesta posição.

b) Suponha, agora que a plataforma foi recoberta com um novo material e que uma mola foi fixada sobre o plano horizontal de tal forma que, na posição relaxada, o anteparo se situe a 1,0 m do ponto A. Durante sua compressão, a força exercida pela mola sobre uma caixa está mostrada na figura. Deseja-se que uma caixa de massa m = 10 kg, colocada alto do plano inclinado, termine seu movimento em repouso no ponto do plano horizontal situado a 1,5 m do ponto A. Calcule o valor do trabalho realizado pela mola sobre a caixa.



0,0 < x < 0,2 → – 1,0 J
0,2 < x < 0,4 → – 2,0 – 2,0 = – 4,0 J
0,4 < x < 0,5 → – 3,0 – 1,0 = – 4,0 J

W_{mola} = – 9,0 J

c) Calcule o valor do novo coeficiente de atrito entre a superfície da plataforma e a caixa, para que ela pare no ponto situado a 1,5 m do ponto A, supondo que o trabalho realizado pela mola sobre a caixa foi de -15 J. Determine se o valor do coeficiente de atrito obtido é capaz de manter a caixa em repouso no ponto do plano horizontal situado a 1,5 m do ponto A.

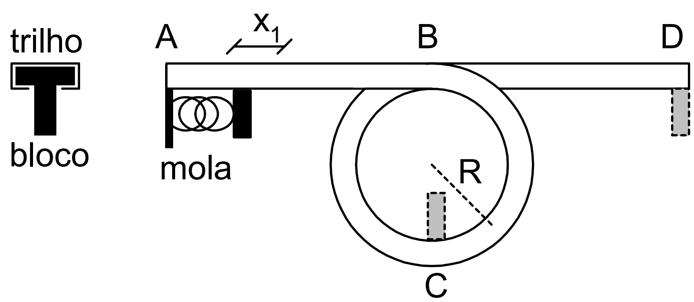
U_g - W_{at} – 15 = m g h – μ' m g cos θ h / sen θ – μ' m g 1,5 – 15 = 0 → μ' = 0,53.

W_{mola} = -15 J → U_k = ½ k x^2 = 15 → k = 2 15 / $(0.5)^2$ = 120 N/m

| F_{mola} | = kx = 60 N comparado com $f_{at}^{e,max}$ = μ' N = 0,53 10 10 = 53 N

→ a caixa não fica em repouso.

(2ª questão: 3,0 pontos) Na figura, o bloco de massa m, em forma de T, é suspenso por baixo de um trilho, e comprime uma mola, de constante elástica k, por uma distância x_1 em relação à sua posição relaxada. A figura menor mostra o perfil do bloco e seu encaixe. O trilho horizontal vai do ponto A até o ponto B, onde se conecta a um anel invertido de raio R e segue até o ponto final D. Soltando o bloco do repouso em A, a mola o empurra até se desconectar dele na posição relaxada. O bloco desliza até B onde inicia a passagem <u>por dentro do anel</u> (com ponto mais baixo em C), retorna ao ponto B e prossegue novamente por baixo do trilho horizontal até o ponto D. A aceleração da gravidade é g. <u>Somente no trecho BD existe atrito do trilho com o bloco</u>.



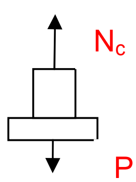
a) Diga quais forças conservativas e quais forças não conservativas atuam sobre o bloco no percurso de A até D incluindo a passagem no anel invertido. Em função dessas forças diga que lei física relativa a trabalho-energia mecânica pode ser aplicada ao problema. Que lei relativa às forças pode se aplicada no ponto C para resolver o que for pedido abaixo.

F_c: força da mola e peso F_{nc}: força de atrito

$W_{NC} = E_{M\text{-final}} - E_{M\text{-inicial}}$

$F_{Rc} = N_c - P$

b) Faça um diagrama de forças sobre o bloco no ponto C. Partindo da aplicação das leis físicas mencionadas em a) encontre uma fórmula para o valor da força normal (N_C) do trilho sobre o bloco no ponto C, em função de k, x_1, R, m, g.



$W_{\text{Resultante Forças Não Conservativas/a-c}} = E_{Mc} - E_{Ma} \rightarrow W_{at/a\text{-}c} + W_{Na\text{-}c} = E_{Mc} - E_{Ma}$. Sem atrito e com a força normal ortogonal ao deslocamento: $W_{at/a\text{-}c} = 0$ e $W_{Na\text{-}c} = 0 \rightarrow$ $0 = E_{Mc} - E_{Ma} \rightarrow E_{Ma} = E_{Mc} \rightarrow K_a + U_{mola/a} + U_{grav/a} = K_c + U_{mola/c} + U_{grav/c}$.
Sendo o zero da energia potencial gravitacional em a, temos $y_a = 0$ e $y_c = -2R \rightarrow$
$K_a = 0$, $U_{mola/a} = k.(x_1)^2/2$, $U_{grav/a} = 0$; $K_c = m(v_c)^2/2$, $U_{mola/c} = 0$, $U_{grav/c} = mgy_c = -mg2R \rightarrow$
$0 + k.(x_1)^2/2 + 0 = m(v_c)^2/2 + 0 + (-mg2R)$. Multiplicando por (2/m), vem $(v_c)^2 = k.(x_1)^2/m + 4gR$, o que leva a $N_c - P = (m/R).\{ k.(x_1)^2/m + 4gR \} \rightarrow N_c = k.(x_1)^2/R + 5mg$.

c) No trecho horizontal BD de comprimento L, considere o movimento do bloco após passar pelo anel. Se o bloco chega em D com velocidade de valor V_d, encontre uma expressão para a força de atrito cinético (f_{BD}) em função de L, k, x_1, m, V_d.

$W_{Nb\text{-}d} = 0$, $W_{at} = -f_{bd}.L$ então $-f_{bd}.L = E_{Md} - E_{Ma} \rightarrow -f_{bd}.L = K_d - U_{mola/a} = m(V_d)^2/2 - k.(x_1)^2/2$,
pois a energia potencial gravitacional é a mesma em ambos os pontos e no ponto D a mola não contribui. Multiplicando a equação anterior por (-1/L) temos
$f_{bd} = (1/2L).\{ k.(x_1)^2 - m(V_d)^2 \}$.

(3ª questão: 4,0 pontos) Dois blocos quadrados 1 e 2 de massas 3,0 kg e 1,0 kg e de lados 2,0 m e 1,0 m estão unidos e se deslocam com velocidade **V** conforme a figura 1. Em certo instante, uma pequena explosão separa os blocos conforme a figura 2. O bloco 2 adquire uma velocidade $\mathbf{V}_2$= 2,0 **i** m/s e o bloco 1 adquire a velocidade $\mathbf{V}_1$= 2,0$\mathbf{V}_{CM}$. Considere a superfície lisa, com atrito desprezível.

Figura 1

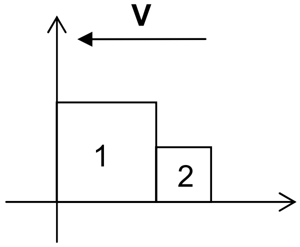
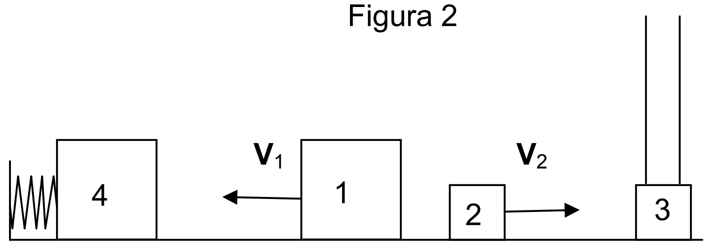


Figura 2



a) Calcule o vetor posição do centro de massa do sistema composto pelos blocos 1 e 2 no instante indicado e usando o sistema de referência da figura 1.

$\mathbf{R}_{cm}$={3,0 (1,0**i**+1,0**j**)+1,0(2,5**i**+0,5**j**)}/4
$\mathbf{R}_{cm}$={5,5**i**+3,5**j**) /4
$\mathbf{R}_{cm}$={1,375**i**+0,875**j**)m → {1,4**i**+0,88**j**}m

b) Determine o vetor velocidade do centro de massa do sistema antes e após a explosão e o vetor impulso sobre o bloco 2.

$\mathbf{V}_{cm}$={3,0(2$\mathbf{V}_{cm}$)+2,0 **î** }/4,0 = {6,0$\mathbf{V}_{cm}$+2,0 **î** }/4.0
4,0$\mathbf{V}_{cm}$-6,0$\mathbf{V}_{cm}$=2,0 **î**
-2,0$\mathbf{V}_{cm}$=2,0 **î** → $\mathbf{V}_{cm}$=-1,0 **î** m/s
A velocidade do centro de massa não se altera com a explosão
J=Δ**p** **J**=(2,0**i**-$\mathbf{V}_{cm}$)= 3,0 **i N.s**

c) Conforme mostrado na figura 2, o bloco 2, após a explosão, irá colidir elasticamente com um bloco 3 idêntico ao bloco 2 e inicialmente em repouso sobre a superfície. O bloco 3 é preso por um fio de massa desprezível e inextensível formando um pêndulo. Determine a altura máxima em relação ao chão que o centro de massa do sistema formado pelo bloco 2 e bloco 3 alcança após a colisão. (Considere que a toda a massa dos blocos estão nos seus respectivos centros de massa).

$P_2+P_3=P_2{'}+P_3{'}$
Colisão elástica: $V_2{'}$= 0 m/s $V_3{'}$ = 2 m/s
Altura que o centro de massa do bloco 3 alcança
Mg/2 + 4,0 M/2= MgH → H=(5+2)/10 → H=0,7 m
Y_{cm} entre os dois blocos → Y_{cm}={0,5+0,7}/2,0= 0,6 m

d) Suponha para este item que o bloco 1 após a explosão, adquira uma velocidade **V´=** -4,0 **i** m/s. Este bloco desliza até colidir com um bloco 4 de massa 1,0 kg, conforme a figura 2, que está conectado com uma mola relaxada com a outra extremidade fixa em uma parede. A constante elástica desta mola é de 900 N/m. Os blocos permanecem grudados após a colisão. Qual a compressão máxima da mola?

Colisão inelástica 4,0 V= -3,0×4,0 + 0 → V = -12/4,0 V = -3,0m/s
$\{Kx^2\}/2 = \{MV^2\}/2$
$2{,}7\times10^2\ x^2=(4{,}0)\times3{,}0^2$
x^2=9,0×4,0 / 900 → x=0,2 m