

Física 1– 7600005 – 10/05/2018 – Prova 2

QUESTÃO	NOTA
1º	
2º	
3º	
4º	

Aluno: _____

Número USP: _____

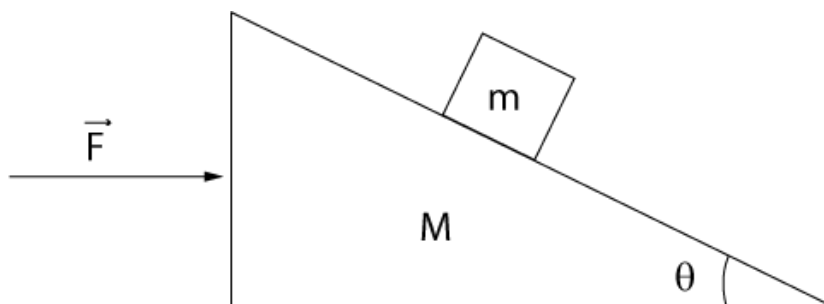
Turma: _____

Professor: _____

Atenção:

- Equações ou respostas finais sem justificativas não serão consideradas válidas.
- A prova terá duração de 120 minutos. A saída só será permitida após 50 minutos do início da prova.
- Use caneta para fazer o desenvolvimento e apresentar as respostas finais das questões. **Conteúdo a lápis não será considerado.**
- Não é permitido o uso de celulares e calculadoras.**
- Defina claramente seu referencial de coordenadas e o ponto de potencial zero.
- Em todos os problemas considere a aceleração da gravidade (g) como dada.

Questão 1 (2.5 pontos). Um bloco de massa m está sobre uma superfície inclinada de uma cunha de massa M , como ilustrado na figura abaixo. A cunha sofre a ação de uma força horizontal aplicada F e desliza sobre uma superfície sem atrito. Se o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a cunha é μ_e e a cunha tem a inclinação de θ com a horizontal, encontre as expressões para o máximo e mínimo módulo da força aplicada para os quais o bloco não escorrega. Sua resposta deve estar em função somente de parâmetros dados.



Questão 1:

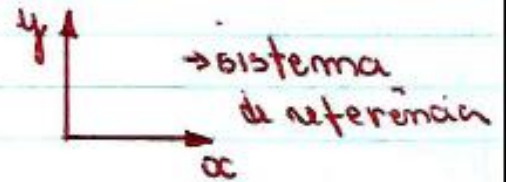
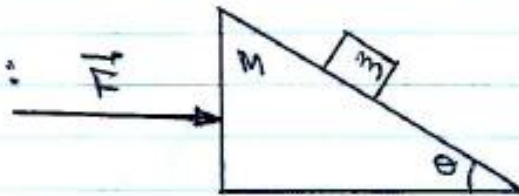
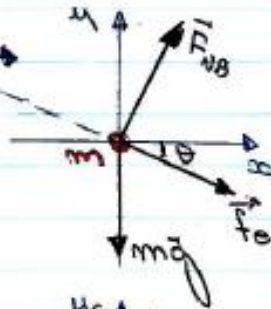
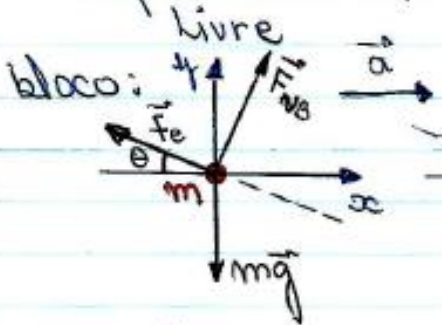


Diagrama de corpo



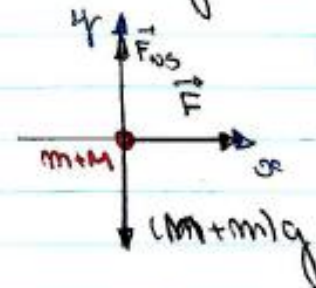
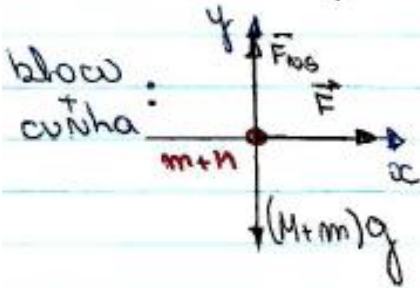
2ª Lei de Newton

$$(F_{NB} \cos \theta + f \cos \theta) \hat{i} + (F_{NB} \sin \theta + f \sin \theta - mg) \hat{j} = m a \hat{i}$$

↑ Escorrega p/baixo
↓ Escorrega p/cima

$$F_{NB} \sin \theta + f \cos \theta = m a \quad (1)$$

$$F_{NB} \cos \theta + f \sin \theta = mg \quad (2)$$



$$F \hat{i} + (F_{Ns} - (M+m)g) \hat{j} = (m+M)a \hat{i}$$

$$F = (m+M)a \quad (3)$$

$$F_{Ns} = (m+M)g \quad (4)$$

Na condição de escorregamento iminente p/cima termos F_{\max}
 " " " " " " p/baixo termos F_{\min}

Tomando (1) ÷ (2):

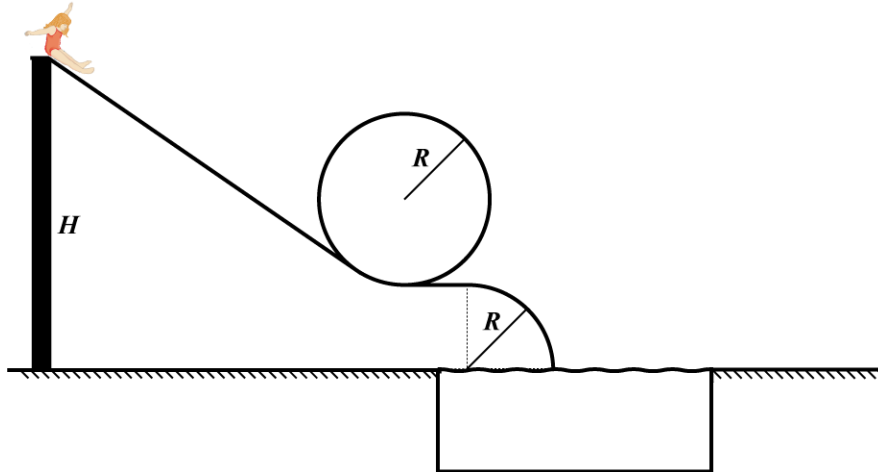
$$\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} = \frac{a}{g} \Rightarrow a = \left(\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} \right) g \quad (5)$$

De (3) e (5): $F_{\min} = (m+M)g \left(\frac{\sin \theta - \mu \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} \right)$

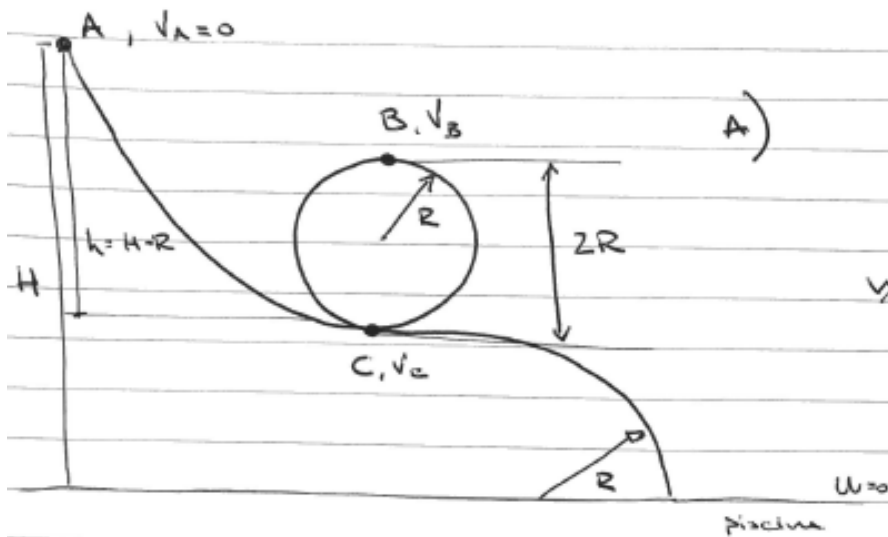
$F_{\max} = (m+M)g \left(\frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta - \mu \sin \theta} \right)$

Questão 2 (2.5 pontos). Uma pequena garota escorrega por um tobogã composto por um plano inclinado seguido de um loop vertical de raio R e um escorregador em formato de $1/4$ de esfera também de raio R , conforme ilustra a figura abaixo. Considere que não há atrito entre o tobogã e a garota. Suas respostas devem estar em função somente de parâmetros dados.

- (1,0 ponto) Determine o valor da altura mínima H , em função do raio R do loop, que o tobogã deve ter para que a garota consiga fazer o loop. Supondo que ela parta do repouso no topo do tobogã.
- (1,5 ponto) Mostre que ela perde contato com o gelo em um ponto cuja a altura é $2R/3$.



Nota: Item b foi cancelado e foi dada uma bonificação de 1.5 pontos à todos.



Lei de Conservação

A)

$$E_M^A = E_M^B$$

$$mgh = mg(2R) + \frac{mv_B^2}{2}$$

$$h = 2R + \frac{v_B^2}{2g} \quad (I)$$

precisamos de $v_B = ?$ No topo do "loop":



$$\sum F_y = P + N = may = m \frac{v_B^2}{R}$$

centrípeta

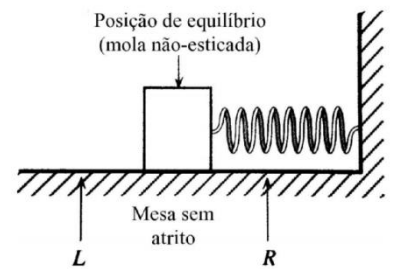
Na iminência de queda: $N = 0$, logo

$$\boxed{v_B^2 = Rg} \quad (II)$$

I \rightarrow II) $h = \frac{5R}{2}$; em termo de H:

$$h = H - R = \frac{5R}{2} \rightarrow \boxed{H = \frac{7R}{2}}$$

Questão 3 (2,5 pontos). Um bloco sobre uma mesa sem atrito é conectado a uma mola, como mostra a figura ao lado. A mola encontra-se inicialmente em seu estado de equilíbrio. O bloco é deslocado para uma posição à direita do ponto **R** e então é largado.



- (0,5 pontos) Quando o bloco passa pelo ponto **R** a mola está estendida ou comprimida? Sua resposta depende do sentido do movimento do bloco? Explique.
- (0,5 pontos) Desenhe um diagrama de forças para o bloco no instante em que o bloco passa pelo ponto **R** movendo-se para a esquerda. Desenhe também setas que representem a direção e o sentido da velocidade, da aceleração e da força total sobre o bloco, tudo neste mesmo instante de tempo. Se alguma quantidade for zero, diga isto explicitamente.
- (0,5 pontos) O trabalho total feito sobre o bloco do ponto em que ele foi largado até o ponto **R** é positivo, negativo ou zero? Explique.
- (0,5 pontos) Em um dado instante, o bloco passa pelo ponto **L** movendo-se para a esquerda. Desenhe setas que representem a direção e o sentido da velocidade, da aceleração e da força total sobre o bloco, tudo neste mesmo instante de tempo. Se alguma quantidade for zero, diga isto explicitamente.
- (0,5 pontos) Durante um deslocamento pequeno do bloco indo de um ponto à direita do ponto **L** a outro ponto à esquerda do ponto **L**. O trabalho total feito sobre o bloco é positivo, negativo ou zero? Explique.

A) R está à direita da posição de equilíbrio, portanto a mola estará comprimida, independente do sentido do movimento.

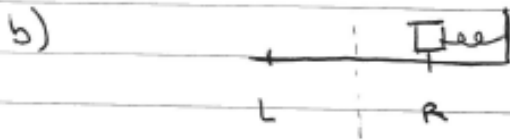
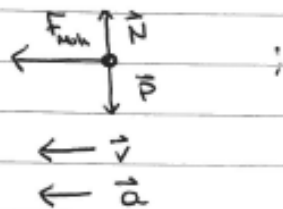


Diagrama de Forças:



c) Trabalho será positivo (força e deslocamento estão no mesmo sentido)

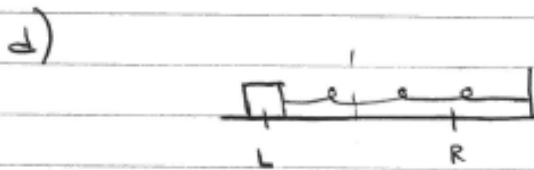
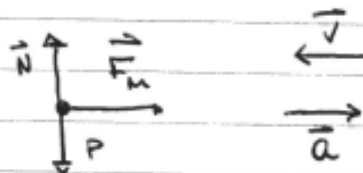
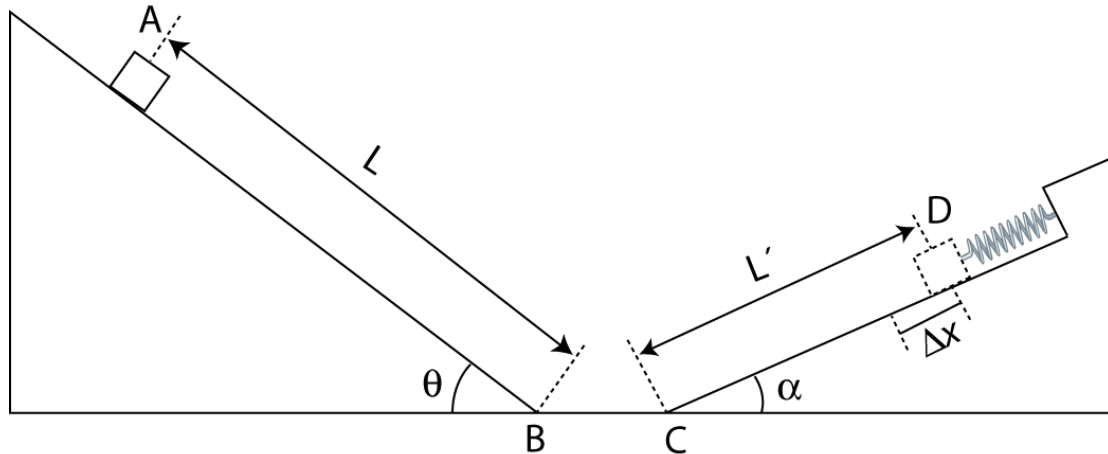


Diagrama:



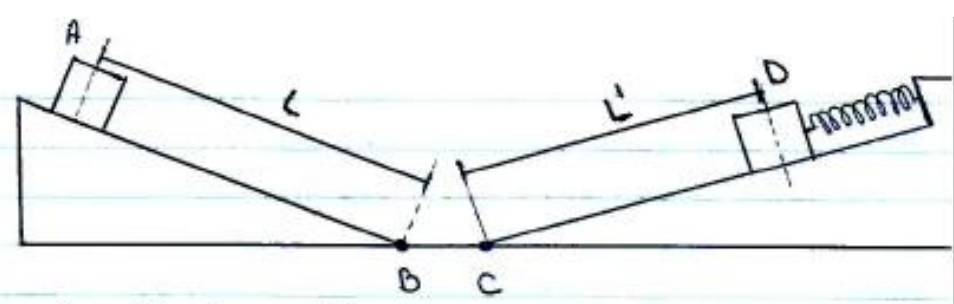
e) O Trabalho é negativo, pois força e deslocamento estão em sentidos contrários (o movimento é retardado e a variação de energia cinética é negativa)

Questão 4 (2,5 pontos). Uma massa de m é liberada, a partir do repouso, de um ponto **A** e desliza por uma distância L , em um plano inclinado de inclinação θ , sem fricção até o ponto **B**. Posteriormente, esse objeto percorre um curto segmento horizontal, também sem atrito, até o ponto **C**. Finalmente, a massa escorregará sobre um plano inclinado áspero e ascendente, cuja inclinação é α e o coeficiente de atrito cinético vale μ_c , por uma distância L' até o ponto **D**. O objeto encontra-se em repouso somente após ter comprimido a mola por uma quantidade de Δx . Veja o esquema representado na figura abaixo. Suas respostas devem estar em função somente de parâmetros dados.



- (0,5 ponto) Determine a velocidade da massa no ponto **C**.
- (1,0 ponto) Calcule o trabalho realizado pela força de atrito e pela força da gravidade quando a massa sobe o plano inclinado de α do ponto **C** até o ponto **D**.
- (1,0 ponto) Utilize o teorema Trabalho-Energia e determine o trabalho realizado pela mola.

Questão 4:



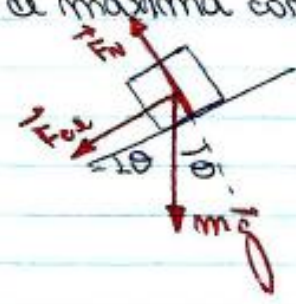
a) Conserv. de Energia de A para C:

$$U_A = K_C \Rightarrow mgL \sin \theta = \frac{1}{2} m v_C^2 \Rightarrow v_C = \sqrt{2gL \sin \theta}$$

b) Trabalho da força Peso: $W_g = -mgL' \sin \alpha$

Trabalho da força de Atrito: $W_f = -fL' = -\mu_c F_N L'$

No ponto de máxima compressão da mola



$$\Rightarrow F_N = mg \cos \alpha$$

Com \vec{F}_N sempre \perp a \vec{F}_f isso é válido para qualquer ponto enquanto o bloco está em contato com a mola. Também é válido qdo o bloco sobe a rampa sem contato com a mola.

Logo:

$$W_f = -\mu_c mg \cos \alpha L'$$

$$W_f = -\mu_c mg L' \cos \alpha$$

c) Do teorema trabalho-energia de C para D:

$$W_{mola} + W_g + W_f = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_C^2$$

$$W_{mola} = mgL' \sin \alpha + \mu_c mg L' \cos \alpha - \frac{1}{2} m (2gL \sin \theta)$$

$$W_{mola} = mg [L' (\sin \alpha + \mu_c \cos \alpha) - L \sin \theta]$$