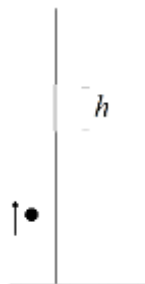


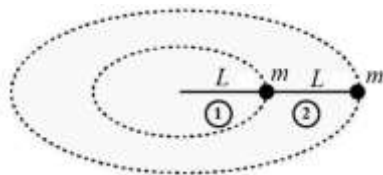
Justifique cuidadosamente as suas respostas

1. (2.5 val.) Uma janela tem altura h . Uma bola é lançada verticalmente a partir da rua. Um observador que se encontra no interior do edifício, junto à janela, verifica que a bola demora o intervalo de tempo T a percorrer a região da janela (desde a parte de baixo até à parte de cima). Determine a altura máxima acima da parte superior da janela que é atingida pela bola, expressa em função de h , T e g (aceleração da gravidade).



2. (2.0 val.) Dois pequenos corpos de massa m , ligados aos fios 1 e 2, são postos a rodar em cima de uma mesa com velocidade angular constante ω , descrevendo trajetórias circulares, como se ilustra na figura. Os dois fios têm o mesmo comprimento L e massas desprezáveis. A razão entre as tensões nos fios 1 e 2 (T_1/T_2) vale:

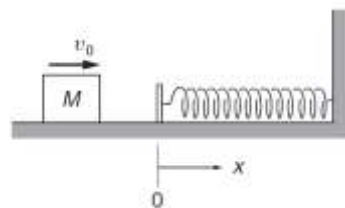
- A. $3/2$
- B. 3
- C. 2
- D. $1/3$
- E. 1



Escolha a opção correta e justifique.

3. (3.5 val.) Um bloco de massa M desliza numa mesa horizontal com velocidade v_0 . Em $x=0$ colide com uma mola de constante elástica k . Determine a distância L percorrida pelo bloco desde que embate na mola e até parar para os seguintes dois casos:

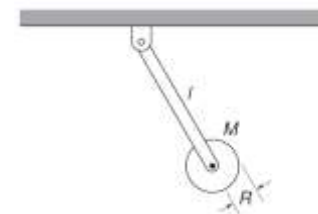
- a) Não há atrito entre o bloco e a mesa. Exprima o resultado em função de M , v_0 e k .
- b) O bloco fica sujeito a atrito a partir do momento em que embate na mola, sendo o coeficiente de atrito variável dado por $\mu=bx$. Exprima o resultado em função de M , v_0 , k , b e g (aceleração da gravidade).



4. (4.0 val.) Um pêndulo físico é constituído por um disco homogêneo de massa M e raio R e por uma haste homogênea de comprimento l e massa m , como se ilustra na

figura. (Dado: momento de inércia da haste em relação ao eixo perpendicular que passa pelo centro de massa: $(1/12)ml^2$)

- a) Quais são as forças que atuam no pêndulo e em que pontos estão aplicadas? Ilustre a sua resposta desenhando os vetores.
- b) Determine o momento resultante das forças que atuam no pêndulo em relação ao ponto de fixação em torno do qual o pêndulo oscila, expresso em função de M , m , l , g (aceleração da gravidade) e do ângulo que a haste faz com a direção vertical em cada instante (θ).
- c) Determine o período do pêndulo no regime de oscilações de pequena amplitude, expresso em função de M , m , l , g e R .



5. (3.5 val.) Um corpo está à superfície da Terra em repouso relativamente a esta e à latitude λ . Admita que a Terra é perfeitamente esférica de raio R_T e gira com velocidade angular Ω .

- a) Determine os vetores aceleração de Coriolis e aceleração centrífuga do corpo. Se apropriado, exprima o resultado em função de λ , R_T e Ω .
- b) Determine a aceleração resultante do corpo expressa em função de Ω , λ , R_T e da aceleração devida à atração gravitacional (g_0).

6. (4.5 val.) Um oscilador, constituído por uma partícula de massa 0.2 kg ligada a uma mola elástica, tem um movimento que satisfaz a equação

$$\ddot{x} + 9x = 0$$

- a) Para iniciar o movimento a partícula é afastada da posição de equilíbrio da distância de 2 m (da posição $x = 2 \text{ m}$) e depois é largada.
 - a.1) Qual é a frequência angular do oscilador?
 - a.2) Qual é a energia do oscilador?
 - a.3) Qual é a velocidade máxima do oscilador?
- b) Suponha agora que este oscilador passa a estar submetido a uma força de amortecimento $F_a = -0.8v$, onde a velocidade v está expressa em m/s e F_a está expressa em N .
 - b.1) Escreva a nova equação diferencial do movimento.
 - b.2) Qual é a frequência angular de oscilação?
 - b.3) Sabendo que em $t=0$ o oscilador está na posição $x=2 \text{ m}$, estime qual é a posição da partícula depois de ter ocorrido uma oscilação (como não tem calculadora, faça as contas de maneira aproximada ou indique-as apenas).

FIM