

## LISTA DE EXERCÍCIOS #2 - MECÂNICA GERAL

1. Uma colisão frontal e elástica entre dois objetos de massas  $m_1$  e  $m_2$  ocorre ao longo de uma reta. Exceto pelas forças que um objeto produz sobre o outro, não há outras forças envolvidas no problema.  $m_1$  tem uma velocidade inicial  $\vec{v}_1^i$ , e  $m_2$  está parado.

(a) Mostre que as velocidades finais dos objetos são

$$\vec{v}_1^f = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \vec{v}_1^i \qquad \vec{v}_2^f = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \vec{v}_1^i$$

- (b) Quais os valores das velocidades finais se  $m_1 = m_2$ ?
- (c) Se  $m_1 < m_2$ , como o sentido de  $\vec{v}_1^f$  se compara ao de  $\vec{v}_1^i$ ?
- (d) Se  $m_1 \ll m_2$ , quais as velocidades finais?
- (e) Se  $m_1 > m_2$ , como ficam os sentidos das velocidades finais quando comparadas a  $\vec{v}_1^i$ ?
2. Uma plataforma com rodas bem lubrificadas, de 100 kg e 4 m de comprimento, está em repouso em relação ao chão. Uma pessoa de 50 kg está sobre o chão, à esquerda da plataforma. Esta pessoa caminha com velocidade constante, de módulo 2 m/s, em direção à plataforma. Quando ela chega na plataforma, sobe sem hesitação, ficando na extremidade esquerda da plataforma alguns instantes. Em seguida, começa caminhar em direção ao extremo direito da plataforma, com velocidade de módulo 2 m/s com relação à plataforma. Quando chega à extremidade direita, desce da plataforma sem hesitar e continua se movimentando para longe da plataforma.

Analise os movimentos da plataforma e da pessoa para responder as questões abaixo. Enuncie de forma clara eventuais hipóteses feitas para a resolução.

- (a) Logo depois de a pessoa subir na plataforma, mas antes de começa a caminhar sobre ela, qual é a velocidade da plataforma em relação ao solo?
- (b) Enquanto a pessoa caminha sobre a plataforma, qual é a velocidade da plataforma em relação ao solo? E qual é a velocidade da pessoa em relação ao solo?
- (c) Quanto tempo a pessoa leva para atravessar a plataforma?
- (d) Qual a distância percorrida pela pessoa em relação ao solo, enquanto caminha sobre a plataforma?
- (e) Quanto a plataforma se move em relação ao solo, enquanto a pessoa caminha sobre ela?
- (f) Depois de a pessoa sair da plataforma, qual a velocidade da plataforma em relação ao solo?
3. Dois blocos, de massas  $m_1$  e  $m_2$ , estão conectados entre si por um fio inextensível e com massa desprezível, e são colocados num plano inclinado de ângulo  $\theta$ . Há atrito cinético entre os blocos e o plano, e os coeficientes de atrito cinético são  $\mu_{c,1}$ , para o bloco 1, e  $\mu_{c,2}$ . O bloco de massa  $m_2$  está mais abaixo que o de massa  $m_1$ .

- (a) Calcule a aceleração dos blocos ao descerem o plano inclinado.
- (b) Calcule a tensão no fio que liga os blocos.
- (c) Supondo que  $m_2 = 2m_1$ ,  $m_1 = 1$  kg,  $\mu_{c,1} = 2\mu_{c,2}$ ,  $\mu_{c,1} = 0,20$ , e que os catetos que formam o plano inclinado têm 30 m (vertical) e 40 m (horizontal), obtenha os valores numéricos das grandezas determinadas nos itens anteriores.

4. Uma partícula de massa  $m$  fixa tem uma velocidade expressa por

$$v(x) = \frac{\alpha}{x^2}$$

onde  $x$  representa sua posição. Ela move-se em 1D.

- (a) Ache a força  $F(x)$ .
  - (b) Ache a energia potencial  $U(x)$  correspondente, considerando que  $U(x \rightarrow \infty) = 0$ .
  - (c) Obtenha  $x(t)$ , supondo que  $x(t = 0) = 0$ .
  - (d) Ache  $F(t)$ .
5. Um objeto de massa  $m$  cai de uma altura  $H$  medida a partir do solo, iniciando o movimento a partir do repouso. Há atrito com o ar, modelado por uma força de resistência do ar dada por

$$\vec{R} = -bv^n \hat{v}$$

- (a) Considerando  $n = 1$  e  $b = b_1$ , obtenha a equação de posição que descreve a queda do objeto.
  - (b) Repita o procedimento anterior, considerando  $n = 2$  e  $b = b_2$ .
  - (c) Obtenha as velocidades limites para os dois casos anteriores, e ache a razão  $v_1^L/v_2^L$ .
6. Numa dada molécula, a interação entre dois átomos é descrita, de forma aproximada, pela energia potencial

$$U(x) = -\frac{a}{x^6} + \frac{b}{x^{12}}$$

que é conhecida como potencial de Lenard-Jones. Essa expressão é bastante boa para modelar a interação que existe em cristais de gases nobres. Os parâmetros  $a$  e  $b$  são positivos, e  $x$  é a distância entre os átomos ( $x \geq 0$ ).

- (a) Ache a força entre os átomos.
- (b) Suponha que um dos átomos fique estacionário, enquanto o outro se move sobre uma linha reta. Quais são os movimentos possíveis? Identificar os extremos de  $U(x)$  facilita responder esta questão. Fazer um gráfico de  $U(x)$  também.
- (c) Determine a distância de equilíbrio estável entre os átomos, e o período de pequenas oscilações em torno desta posição, considerando que a massa do átomo que se move vale  $m$ .

7. Determinar a altura ao final da queima do combustível de um foguete de um estágio, subindo sob ação gravitacional suposta constante, sem outras forças externas. A massa total inicial do foguete, incluindo o combustível, vale  $M_0$ , e a massa de combustível vale  $m_c$ .