# MECÂNICA GERAL - 2/2009

## LISTA 1

**1.** (a) Como que a velocidade de um fluido deve depender de sua densidade, $\rho$, e de seu módulo de compressão volumétrico ("bulk modulus"em inglês), $B$ (que tem unidades de pressão, ou seja, força sobre área)?
(b) Como que a velocidade das ondas em uma corda deve depender de sua massa $M$, comprimento $L$ e tensão (isto é, força)) $T$?

**2.** (a) Considere uma estrela vibrante, cuja frequência $\nu$ pode depender (no máximo) de seu raio $R$, densidade $\rho$, e da constante da gravitação universal $G$. Como $\nu$ depende de $R$, $\rho$, e $G$?
(b) Considere agora uma gota d'água vibrante, cuja frequência $\nu$ depende do seu raio $R$, densidade $\rho$, e tensão superficial $S$. A unidade da tensão superficial é (força)/(comprimento). Como $\nu$ depende de $R$, $\rho$ e $S$?
Repare na diferença das quantidades dadas no item (a) - $R$, $\rho$ e $G$ - e no item (b) - $R$, $\rho$ e $S$. No primeiro, a massa da estrela é grande o suficiente para podermos desprezar a tensão superficial, $S$. No segundo, a massa da gota d'água é pequena o suficiente para podermos desprezar a força gravitacional, e, portanto, $G$.

**3.** Uma partícula de massa $m$ e velocidade inicial $v_0$ está sujeita a uma força de arrasto da forma $bv^n$. (a) Para $n = 0$, determine como o tempo que a partícula leva para parar depende de $m$, $v_0$ e $b$. (b) Faça o mesmo para a distância percorrida até a partícula parar. (c) Como seriam suas expressões para um $n$ qualquer? Verifique se elas valem para **qualquer** valor de $n$. (Sugestão: pense em como deve ser a dependência do seu resultado para diferentes velocidades iniciais: ele deve crescer, diminuir ou não depender de $v_0$?).
Lembre-se que a análise dimensional mostra como deve ser a forma do resultado, exceto por eventuais fatores numéricos (que podem ser muito importantes). Este problema não é tão simples quanto parece, e não o deve desencorajar a usar a análise dimensional.

**4.** Uma pessoa joga uma bola com velocidade $v$ do alto de um penhasco de altura $h$ e fazendo com a horizontal um ângulo que ela escolha para conseguir o maior alcance possível. Supondo que uma das seguintes quantidades seja o alcance máximo horizontal atingido pela bola, qual é o correto? (Não resolva o problema, apenas verifique alguns casos especiais.)

$$\frac{gh^2}{v^2}, \quad \frac{v^2}{g}, \quad \sqrt{\frac{v^2h}{g}}, \quad \frac{v^2}{g}\sqrt{1+\frac{2gh}{v^2}}, \quad \frac{v^2}{g}\left(1+\frac{2gh}{v^2}\right), \quad \frac{v^2/g}{1-\frac{2gh}{v^2}}$$

**5.** Considere a máquina de Atwood mostrada na Fig. 1, composta por três massas e três roldanas sem atrito e de massa desprezível. É possível mostrar (e você deverá aprender como mais à frente no curso) que a aceleração da massa $m_1$ é dada por:

$$a_1 = g\frac{3m_2m_3 - m_1(4m_3+m_2)}{m_2m_3 + m_1(4m_3+m_2)}$$

com o sentido para cima tomado como positivo. Encontre $a_1$ para os seguintes casos especiais:

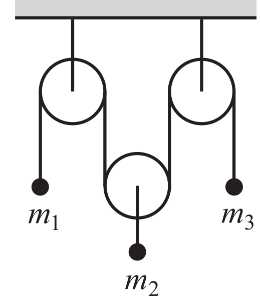

Figura 1: Máquina de Atwood.

(a) $m_2 = 2m_1 = 2m_3$.
(b) $m_1$ muito maior que $m_2$ e $m_3$.
(c) $m_1$ muito menor que $m_2$ e $m_3$.
(d) $m_2 \gg m_1 = m_3$.
(e) $m_1 = m_2 = m_3$.

**6.** Um tronco de cone tem raio da base $b$, raio do topo $a$, e altura $h$, como mostrado na Fig. 2. Supondo que uma das seguintes quantidades é o volume do tronco, qual é esta quantidade? (Não resolva o problema, apenas verifique casos especiais.)

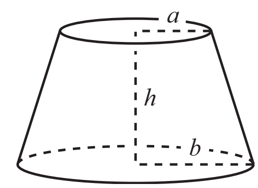


Figura 2: Tronco de cone.

$$\frac{\pi h}{3}(a^2+b^2), \quad \frac{\pi h}{2}(a^2+b^2), \quad \frac{\pi h}{3}(a^2+ab+b^2), \quad \frac{\pi h}{3}\frac{a^4+b^4}{a^2+b^2}, \quad \pi hab.$$

**7.** Uma bola é jogada para o alto de uma parede de altura $L$, de uma distância $L$ de sua base, fazendo um ângulo $\theta$ com a horizontal (como mostrado na Fig. 3). Supondo que uma das seguintes quantidades é a velocidade inicial necessária para a bola acertar exatamente a quina da parede, qual é esta quantidade? (Não resolva o problema, apenas verifique casos especiais.)

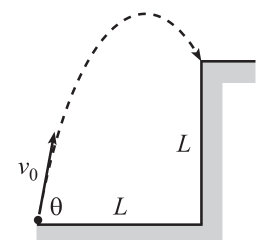


Figura 3: Projétil

$$\sqrt{\frac{gL}{2(\tan\theta-1)}}, \quad \frac{1}{\cos\theta}\sqrt{\frac{gL}{2(\tan\theta-1)}}, \quad \frac{1}{\cos\theta}\sqrt{\frac{gL}{2(\tan\theta+1)}}, \quad \sqrt{\frac{gL\tan\theta}{2(\tan\theta+1)}}.$$

**8.** Considere um projétil sujeito à uma força de arrasto $\mathbf{F} = -m\alpha\mathbf{v}$. Se ele é atirado com uma velocidade inicial $v_0$ fazendo um ângulo $\theta$ com a horizontal, é possível mostrar que a altura do projétil em função do tempo é dada por:

$$y(t) = \frac{1}{\alpha}\left(v_0 \operatorname{sen}\theta + \frac{g}{\alpha}\right)\left(1 - e^{-\alpha t}\right) - \frac{gt}{\alpha}.$$

Mostre que este resultado se reduz à expressão do projétil sem arrasto, $y(t) = (v_0 \operatorname{sen}\theta)t - gt^2/2$, no limite de $\alpha$ pequeno. O que quer dizer "$\alpha$ pequeno"?