

# MECÂNICA GERAL - 1/2019

## LISTA 1

1.

- (a) Use análise dimensional para inferir de que modo a velocidade de propagação de ondas mecânicas em um fluido deve depender de sua massa específica  $\rho$  e de seu módulo de compressão volumétrico ("bulk modulus")  $B$ , que tem dimensão de pressão, ou força por unidade de área.
- (b) Use a mesma técnica para deduzir de que maneira a velocidade de propagação de ondas mecânicas transversais em uma corda deve depender de sua massa  $M$ , de seu comprimento  $L$  e da tensão a qual está submetida  $T$ .

2.

- (a) Considere uma estrela pulsante, cuja frequência de vibração  $\nu$  só pode depender de seu raio  $R$ , massa específica  $\rho$ , e da constante de gravitação universal  $G$ . Use análise dimensional para determinar de que maneira  $\nu$  depende de  $R$ ,  $\rho$  e  $G$ .
- (b) Considere agora uma gota de água vibrante, cuja frequência de vibração  $\nu$  deve depender de seu raio  $R$ , massa específica  $\rho$ , e tensão superficial  $S$ .  $S$  tem dimensão de força por unidade de comprimento. Que a forma funcional deve ter esta dependência?

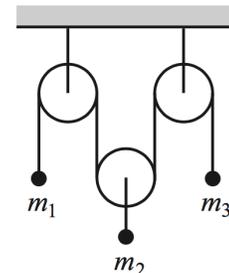
Repare na diferença entre as quantidades envolvidas nos 2 casos. No primeiro, a massa da estrela é grande o suficiente para fazer com que a influência de sua tensão superficial seja desprezível; no segundo, a massa da gota é pequena o suficiente para tornar a força gravitacional - e portanto  $G$  - irrelevante.

3. Uma partícula de massa  $m$  e velocidade inicial  $v_0$  está sujeita a uma força de arrasto (contrária ao movimento) da forma  $bv^n$ .

- (a) Para  $n = 0$ , use análise dimensional para determinar de que maneira o tempo que a partícula leva para parar depende de  $m$ ,  $v_0$  e  $b$ .
- (b) Faça o mesmo para a distância que a partícula percorre até parar.
- (c) Como suas respostas aos 2 itens acima mudariam para um  $n$  qualquer (diferente de zero)? Verifique se suas respostas modificadas valem para **qualquer** valor de  $n$ . (Sugestão: pense em como deve ser a dependência dos seus resultados para diferentes valores da velocidade inicial: eles devem crescer, diminuir, ou ser independentes de  $v_0$ ?)

Lembre-se que a análise dimensional mostra como deve ser a forma funcional do resultado, exceto por eventuais fatores numéricos adimensionais - que podem em alguns casos ser muito importantes!

4. Considere a máquina de Atwood mostrada na figura, composta por 3 massas ligadas por cordas de massa desprezível e 3 roldanas sem atrito e de massa também desprezível. É possível mostrar (e você vai aprender como mais tarde nesta disciplina) que a aceleração da massa  $m_1$  é dada por:



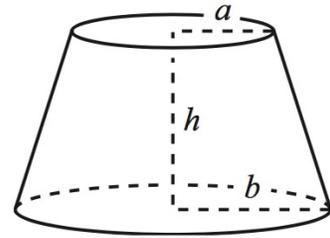
$$a_1 = g \frac{3m_2m_3 - m_1(4m_3 + m_2)}{m_2m_3 + m_1(4m_3 + m_2)}$$

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

- (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)  $m_1 = m_2 = m_3$

5. Um tronco de cone tem raio da base  $b$ , raio do topo  $a$ , e altura  $h$  como mostrado na figura. Qual das formas funcionais abaixo pode ser candidata a determinar o volume deste tronco de cone? (Não resolva o problema, considere casos especiais e elimine aquelas que dão o resultado incorreto para estes casos.)



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

6. Considere um projétil sujeito a uma força de arrasto  $\vec{F} = -m\alpha\vec{v}$ . 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:

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

Mostre que este resultado se reduz à expressão válida para o projétil sem ação do arrasto,  $y(t) = (v_0 \sin\theta)t - gt^2/2$ , no limite de  $\alpha$  pequeno. Torne mais preciso o termo "pequeno" usado na frase anterior.