



1 Questão Curta: Túnel para as Filipinas

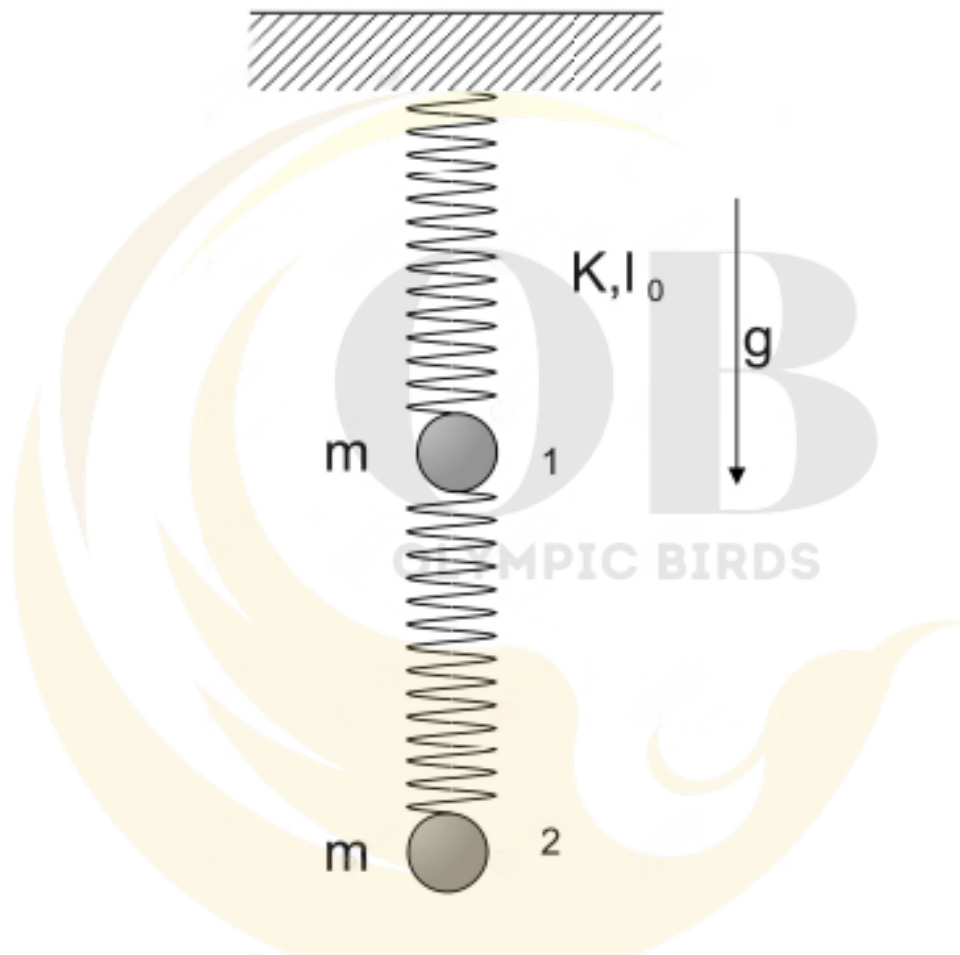
Escrito por Daniela Emília

Em um clássico cenário hipotético, sem dissipações energéticas, a Terra é um planeta completamente esférico de raio R e homogêneo de massa M . É possível construir um túnel de espessura desprezível, este permite a travessia de um ponto material pelo diâmetro da Terra. Prove a periodicidade do movimento e calcule esse período de oscilação, em termos da constante universal da gravitação.

2 Questão Média: Osciladores Acoplados

Escrito por Pedro Saldanha

Considere que um sistema massa-mola foi acoplado a outro sistema massa-mola, como mostrado na imagem abaixo. Sabendo que o valor de cada massa é m , que o valor da constante elástica das molas é K , e que o comprimento relaxado das molas é l_0 , responda o que se pede.

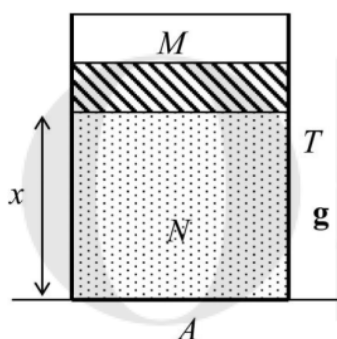


- (a) Escreva as equações de movimento para as massas 1 e 2.
- (b) Para quais valores de ω^2 os blocos irão oscilar com a mesma frequência (ou seja, quais são os modos normais)?

3 Questão Longa: Força em um Pistão

Escrito por Alefe Ryan

Um cilindro posicionado verticalmente, cujas paredes são mantidas a uma constante temperatura T , é fechado por um pistão (ou êmbolo) de massa M . O cilindro contém N moléculas de um gás ideal. Negligencie a pressão externa e, conforme o modelo da Teoria Cinética dos Gases (TCG), desconsidere o atrito entre o pistão e as paredes do cilindro, bem como considere que todas as colisões envolvidas são elásticas. Avaliemos a seguinte situação: o êmbolo se encontra com velocidade V , quando sua altura é exatamente x em relação à base do cilindro e, conforme a movimentação das moléculas, todas podem colidir com o pistão, transmitindo-lhe momento linear e alterando sua velocidade.



- Expresse a força $F(x, T)$ média sobre o êmbolo devido às colisões das partículas com ele, considerando que $V = 0$. Deixe sua resposta em função de N , T , x e k_B (constante de Boltzmann).
- Na situação $V \neq 0$, calcule a força $F(x, T)$ média sobre o êmbolo. Considere que $M \gg Nm$ e que V é bastante pequeno comparado à velocidade das partículas do gás. Expresse sua resposta em função de m , M , N , T , x , k_B e V .
- Mostre que, embora a mudança na natureza do gás modifique a formulação da energia interna, a força de oposição continua a mesma, exceto pelo valor médio da componente da velocidade, que pode ser diferente. Obtenha este resultado para um gás que obedece à seguinte equação:

$$PV = \alpha U,$$

onde U é a energia interna do gás e α é um coeficiente numérico. Por exemplo:

- Gás ideal: $\alpha = \frac{2}{3}$,
- Gás de fótons ou ultrarrelativístico: $\alpha = \frac{1}{3}$.