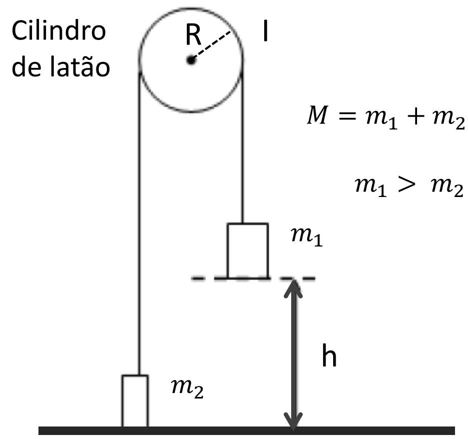
F 229 - 30/12/2011 - Prova 2

1- Máquina de Atwood (*2 pontos*)



A máquina de Atwood consiste idealmente em dois pesos suspendos (m_1 e m_2), ligados por um fio inextensível, e que passam por uma polia. O seu movimento é causado pela variação na diferença de massas entre os pesos (considere $m_1 > m_2$) e a relação é dada por:

$$\Delta m = \left(\frac{2h}{gR^2}\right)\ (I + MR^2)\ \left(\frac{1}{t^2}\right) + \frac{\tau_a}{gR}$$

$$\text{com} \quad \Delta m = m_1 - m_2 \quad \text{e} \quad M = m_1 + m_2$$

Além disso, $h = h_2 - h_1$ é a altura em que o peso m_2 foi solto em relação à m_1, t o tempo que demora para percorrer h, I e R são o momento de inércia e o raio da polia, τ_a o torque da força de atrito e g a aceleração da gravidade.
Assinale verdadeiro ou falso para as seguintes afirmações sobre a máquina de Atwood:

(*0,5 ponto*)(F) ela pode ser usada para obter o momento de inércia de objetos com simetria complexa;

Ela pode ser usada para obter o momento de inércia de objetos com, no mínimo, simetria cilíndrica (sob o eixo de rotação).

(*0,5 ponto*)(V) ela pode medir a aceleração da gravidade, independentemente do conhecimento da força de atrito da polia;

$CA = (2h/gR^2)\ (I + MR^2) \Rightarrow g = (2h/R^2CA)\ (I + MR^2)$ Não é preciso saber τ_a uma vez que o CA já basta.

(*0,5 ponto*)(F) as tensões causadas no fio pela suspensão dos pesos são iguais;

A única maneira das tensões serem iguais é no caso em que a massa da polia pode ser considerada desprezível. Caso contrário, as tensões são diferentes e esta diferença faz a polia girar (daí seu momento de inércia).

(*0,5 ponto*)(F) é possível linearizar o modelo em um gráfico de $\sqrt{\Delta m}$ por t^{-1}.

$\sqrt{\Delta m} = \sqrt{\left(\frac{2h}{gR^2}\right)\ (I + MR^2)\ \left(\frac{1}{t^2}\right) + \frac{\tau_a}{gR}} \Rightarrow\ y = \sqrt{ax^2 + b}$ Não é possível.

2- Medida de γ (*4 pontos*)

Descreva com detalhes o experimento realizado para medir Gamma.

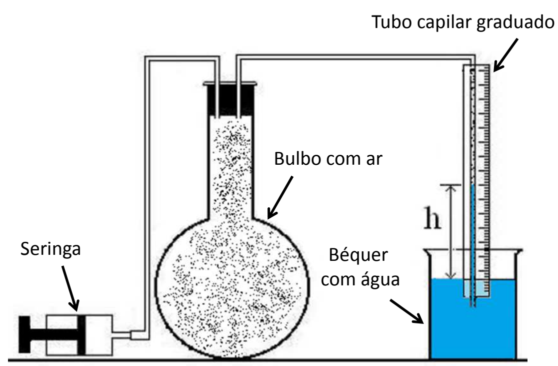
a)(*1 ponto*) Qual o aparato experimental utilizado? Se preferir, faça um esquema da montagem, mas sem esquecer de esclarecer a importância de cada parte.

b)(*1 ponto*) Quais grandezas são medidas? Discuta os erros envolvidos em cada medida.

c)(*1 ponto*) Qual gráfico deve ser obtido?

d)(*1 ponto*) Quais os cuidados experimentais devem ser tomados durante o experimento?

a)



-Seringa: equipamento que realiza as mudanças de volume no gás;

-Bulbo com ar: gás do qual deveja-se obter a medida de γ;

-Béquer com água: equipamento necessário para medir a pressão do ar (pelas alturas);

-Tubo capilar graduado: para medir as alturas h após os processos termodinâmicos serem realizados.

b) h_1, h_2 e h_3

c) $\underbrace{(h_3 - h_1)}_{y} = \gamma \underbrace{(h_2 - h_1)}_{x}$

d)1- Não deixar entrar água no bulbo de ar; 2-As variações de volume do gás devem ser rápidas mas suficientemente lentas para que o nível de água não oscile excessivamente.

3- Viscosidade (*4 pontos*)

No experimento da medida de viscosidade de um fluido, a velocidade limite foi obtida a partir do equilíbrio das forças. Considere que uma esfera fora solta na superfície do fluido ($v_0 = 0$) e que atuam sobre ela as seguintes forças (desconsidere o fator de Ladenburg): peso ($P = mg$, na qual m é a massa da esfera e g a aceleração da gravidade); empuxo ($E = -\rho V g$, na qual ρ é densidade do fluido e V o volume deslocado pela esfera); e uma fricção fictícia $F_v = -\frac{m^2 v}{\eta r}$ (na qual v é a velocidade, η a viscosidade do fluido e r o raio da esfera).
a)(*1 ponto*) Obtenha a equação para a velocidade limite.
b)(*1 ponto*) Agora proponha uma equação linearizada para medir a viscosidade através do gráfico, descrevendo qual o significado dos coeficientes linear e angular.
c)(*2 pontos*) Escreva a equação para viscosidade (e também para o seu erro) em função da linearização feita no item anterior. Considere que a massa, a densidade do fluido e o raio da esfera possuem erros.

a) $v_L = \frac{3g\eta}{4\pi}\frac{\rho'-\rho}{\rho'}\frac{1}{r^2}$

$\rho' = m/V \;\; \rightarrow$ densidade da esfera (definir essa grandeza era necessária mas talvez difícil de notar).

b) $v_L \times r^{-2}$ $\;CL = 0$ (não tem relevância) $\;CA = \frac{3g\eta}{4\pi}\frac{\rho'-\rho}{\rho'}$

c) $\eta = \frac{4\pi}{3g}\frac{\rho' CA}{(\rho'-\rho)}$

$$\Delta\eta = \sqrt{\left(\frac{4\pi}{3g}\frac{\rho'}{(\rho'-\rho)}\right)^2 \Delta CA^2 + \left(\frac{4\pi}{3g}\frac{\rho' CA}{(\rho'-\rho)^2}\right)^2 \Delta\rho^2 + \left(\frac{4\pi CA}{3g}\left(\frac{1}{(\rho'-\rho)} - \frac{\rho'}{(\rho'-\rho)^2}\right)\right)^2 \Delta\rho'^2}$$

Obs: Existem outras formas de resolver o problema e obter a viscosidade. Sempre tomando cuidado com a propagação de erros.