



Sociedade Portuguesa de Física

Olimpíadas de Física

Etapa Nacional

8 de junho de 2013

Duração: 1 h 15 min

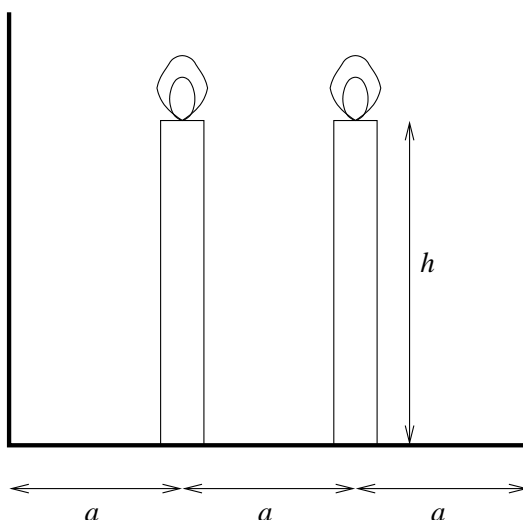
PROVA TEÓRICA Escala A

Problema 1:

[4 pontos]

Duas velas, inicialmente iguais, de altura $h = 20$ cm, estão separadas por uma distância $a = 10$ cm, igual à distância que as separa da respetiva parede. As paredes refletem muito pouca luz e não existe mais nenhuma fonte de luz no sistema. Sabendo que uma das velas se consome num tempo $t_1 = 60$ min e a outra num tempo $t_2 = 90$ min, indica

- A altura de cada uma das velas depois de meia hora.
- A altura de cada uma das velas depois de um tempo t (para $t < 60$ min).
- Em que parede se projeta a sombra de cada uma das velas.
- Qual a velocidade com que se movem as sombras das velas nas paredes?



Problema 2:

[6 pontos]

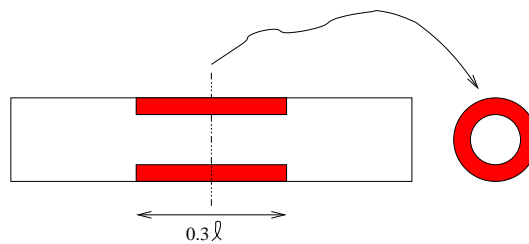
O caudal, Q , é o volume de fluido que escoar por unidade de tempo, podendo medir-se em metros cúbicos por segundo. Num tubo cilíndrico, Q pode ser dado pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{\pi r^4}{8\eta\ell} \Delta P,$$

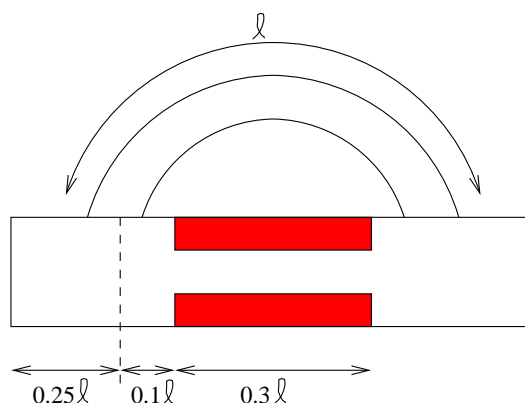
onde r é o raio do tubo, ℓ o comprimento do tubo e η a viscosidade do fluido, que é uma medida do atrito no fluido. A diferença de pressão entre os terminais do tubo é ΔP . Esta expressão pode ser usada para obter uma aproximação para o caudal do sangue que escoar numa artéria. Nas alíneas seguintes considera que o sangue tem viscosidade $\eta = 0,004 \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

- a) Qual o volume de sangue (em litros) que atravessa uma artéria durante um minuto se esta tiver um raio $r = 1 \text{ mm}$, um comprimento $\ell = 5 \text{ cm}$ e estiver sujeita a uma diferença de pressão de $\Delta P = 3000 \text{ Pa}$?
- b) Se vários tubos diferentes estiverem ligados uns a seguir aos outros, o caudal total pode ser calculado da mesma forma que se calcula a intensidade de corrente em circuitos elétricos. Na realidade, a equação acima tem a mesma forma que a lei de Ohm, se considerarmos que o caudal é a intensidade de corrente num circuito, ΔP a diferença de potencial, e a resistência é dada pela razão $8\eta\ell/\pi r^4$. Do mesmo modo que acontece em circuitos elétricos, a resistência equivalente a um circuito constituído por vários vasos pode ser calculada pela leis de associação de resistências (ver **Nota**); e sabendo a diferença de pressão nos extremos e a resistência equivalente, pode calcular-se o caudal.

Assim, considera que a referida artéria tem um bloqueio a meio dela, de modo que a área da secção é 50% do valor inicial numa fração de 30% do comprimento da artéria (ver figura). Qual foi a diminuição do caudal provocada pela obstrução?



- c) Para minimizar esta obstrução um médico colocou um bypass do mesmo comprimento da artéria de acordo com a figura abaixo. Qual deverá ser a área da secção deste bypass para o caudal sanguíneo recuperar o valor que tinha antes da obstrução?



Nota: Como sabes, as resistências podem ser colocadas em série ou em paralelo. Se duas resistências de valor R_1 e R_2 estiverem em série, elas podem ser substituídas por uma resistência equivalente sem alteração do comportamento do circuito. O valor desta resistência equivalente é $R_{eq} = R_1 + R_2$.

No caso das duas resistências R_1 e R_2 estarem em paralelo, a resistência equivalente obedece à seguinte relação:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$