



## *Quark!-mate III*

14 de Março de 2009

### **1 – Voo Munique-Lisboa**

Uma equipa de futebol resolveu regressar do estrangeiro, após uma exibição particularmente confrangedora, num avião muito discreto e silencioso, em que a força de levitação era devida à diferença de temperatura entre as duas faces das asas. Terão conseguido fazê-lo? Considerar o seguinte modelo: o avião é uma folha plana de  $1 \text{ m}^2$ ; as temperaturas da face superior e inferior são, respectivamente,  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ; a pressão e temperatura do ar são, respectivamente,  $0,1 \text{ Pa}$  e  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considerar ainda que o livre percurso médio das moléculas do ar é muito superior às dimensões do avião e que as moléculas do ar se afastam do avião com velocidades médias correspondentes à temperatura da face com que colidiram.

### **2 – Esticar jogadores**

Insatisfeito com o rendimento de alguns jogadores, o treinador da equipa resolveu transportá-los suspensos do lado de fora do avião. Ao chegar a Lisboa, reparou que os jogadores estavam mais altos... Considerar que o corpo humano se comporta como uma mola de constante elástica  $k$ , massa  $M$  e comprimento  $L$ . Quanto deverá esticar se for suspenso? Sugestões: i) imaginar que a mola é constituída por muitas pequenas molas ligadas umas às outras; ii) calcular a constante elástica de uma mola formada pela junção de duas molas de constantes elásticas  $k_1$  e  $k_2$ .

### 3 – Susto

Durante o célebre jogo, o treinador pediu ao seu adjunto para lhe ir buscar uma chávena de café bem quentinho: “Eh pá, traz-me um *tall* com açúcar de cana e uma pitada de baunilha”. O director desportivo aproveitou a deixa e pediu o mesmo, mas sem açúcar: a noite estava fria ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). O adjunto demorou 5 minutos a chegar ao café e aí recebeu os seus dois copos *tall* (500 ml) de café a  $50^{\circ}\text{C}$ . Os copos tinham 2 mm de espessura,  $316\text{ cm}^2$  de área total (incluindo a tampa de  $60\text{ cm}^2$ ) e eram feitos de um material reciclável com condutividade térmica  $0,04\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ .

a) O adjunto saiu do café com um dos copos destapado para ir mexendo o açúcar. Qual foi a taxa de arrefecimento desse café enquanto o adjunto regressava?

b) Um minuto depois de sair do café ouviu-se um grande “bruuahh” no estádio. “Outro?”, pensou o adjunto. Imediatamente tapou o copo que já tinha o açúcar e começou a correr para o banco, onde chegou 4 minutos depois. A que temperatura o café chegou? (Supor que o café tem a mesma capacidade térmica que a água:  $4190\text{ J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$ .)

c) O teinador refilou, com cara de poucos amigos: “Oh pá, o café está frio!” mas o director desportivo não concordou e tentou apaziguar os ânimos “Não, até está porreiro, pá.” Qual era a diferença de temperatura entre os dois cafés?