Universidade de Aveiro
Departamento de Física

# 3º Teste Prático — Melhoria

## Física Computacional — 2016/2017

23 de junho de 2017

Duração: 2 horas

Justifique as suas respostas às perguntas.
Note que os símbolos a **negrito** representam vetores.
Deve ser criada uma pasta no *desktop* contendo os ficheiros .m e eventuais figuras.

**1.** (3.0 + 3.0 + 3.0 val.) Nas alíneas seguintes pode usar sempre uma temperatura reduzida igual a 2.3.

a) Adapte o seu programa do Trabalho 7.3 de maneira a fazer para a energia total e para a energia média por partícula aquilo que fez, no ponto 9, para a magnetização total e para a magnetização média por partícula.

b) Escreva um único programa que lhe permita fazer um gráfico da estimativa numérica da magnetização por partícula em função do tamanho $N$ do sistema (sempre à mesma temperatura).

c) Nesta alínea, pretende-se que reescreva o seu programa do Trabalho 7.3 sem usar condições fronteira periódicas. Uma maneira simples de fazer isto é considerar que existem uns spins "fantasma" em toda a periferia do sistema com valores de $S$ iguais a zero, e que nunca podem mudar. Note que para continuar a usar a matriz `comp` seria preciso alterá-la bastante. Em vez disso, defina simplesmente um escalar `comp` que é calculado de cada vez que se tenta virar um spin:

$$\texttt{comp} = \exp\left(-\Delta E/T\right) ,$$

onde

$$\Delta E = 2 \cdot S(i, j) \cdot SSVP(i, j) ,$$

e compare-o com um número aleatório para decidir se o spin é invertido.

**2.** (1.0 + 5.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5 val.) Considere um domínio cúbico de lado igual a 20, centrado na origem. Nesse espaço, existe:

- Uma esfera interior, centrada na origem, com raio igual a 5 e uniformemente carregada com uma densidade: $\rho(r \leq 5) = 1$, onde $r$ é a distância à origem.
- Uma superfície metálica, centrada na origem, com raio igual a 10 e com um potencial fixo igual a zero: $V(r \geq 10) = 0$.
- Espaço vazio descarregado no resto do domínio.

a) Calcule a carga total na esfera interior.

b) Use o método de sobre-relaxação sucessiva para determinar o potencial elétrico em todo o espaço. Recomenda-se que use um valor (inicial) do parâmetro $\alpha$ dado por:

$$\alpha = \frac{2}{1 + \pi / N},$$

onde $N$ é o numero de pontos segundo cada uma das 3 direções do domínio discretizado. Represente graficamente o potencial elétrico no plano $z = 0$.

c) Determine e represente graficamente o campo elétrico no plano $z = 0$. Assuma que $E_z$ é zero nesse plano.

d) Dada a simetria do problema, podemos admitir que a densidade superficial de carga na superfície esférica condutora é uniforme. Sabendo isso, apresente uma estimativa numérica da carga total nessa superfície (o resultado deveria ser o mesmo da primeira alínea).

e) Estime o valor $V'$ do potencial elétrico na periferia da esfera interior ($r = 5$). Se a esfera fosse condutora (e se a sua carga total $Q$ se mantivesse), $V'$ seria o potencial em todos os seus pontos. Estime a capacidade $C = Q/V'$ do condensador que teríamos nesse caso e compare com o valor exato, $C = 40\pi$.