

# Física Estadística.

## Relación 8

1. Sea un sistema de  $N$  momentos magnéticos ideales localizados en los vértices de un retículo. El hamiltoniano del sistema es

$$\mathbb{H} = -H \sum_i^N \sigma_i,$$

donde  $H$  representa la energía aportada por un campo magnético externo y  $\sigma_i$  es una variable binaria del sitio  $i$  que adopta el valor  $\sigma_i = 1$  si el momento de  $i$  se encuentra alineado con el campo, y  $\sigma_i = -1$  si lo está en el sentido contrario.

a) Obtenga una expresión para la magnetización media,  $m \equiv \sum_i^N \sigma_i$ , en función de  $T$  y  $H$  (ecuación de estado).

b) Cuánto vale la susceptibilidad magnética,  $\chi(T, H)$ ? Compruebe que se cumple la ley de Curie del paramagnetismo,  $\chi_0 \equiv \chi(T, H = 0) = C/T$ .

c) Hay magnetización espontánea (ferromagnetismo)?

2. El ferromagnetismo ocurre como consecuencia de las interacciones entre partículas. Para dar cuenta de esto, Pierre Weiss consideró un campo efectivo  $H_{eff} = H + \lambda m$  en la situación discutida en el problema anterior (a esto se le llama aproximación de *campo medio*).

a)Cuál es ahora la ecuación de estado,  $m(T, H)$ ?

b) Obtenga la temperatura crítica,  $T_c$ , por debajo de la cual existen soluciones ferromagnéticas; es decir, tales que  $m \neq 0$ .

c) Cuánto vale la magnetización cerca del punto crítico,  $T \lesssim T_c$ , en ausencia de campo externo ( $H = 0$ )? Nota: puede hacer uso del desarrollo  $\tanh^{-1}(x) = x + \frac{1}{3}x^3 + \dots$

Cuál es el exponente crítico  $\beta$  (que no ha de confundirse con  $\beta = 1/kT$ )?

d) Calcule la susceptibilidad magnética. Particularice para  $H = 0$  en las fases paramagnética ( $T > T_c$ ) y ferromagnética ( $T < T_c$ ). Cuál es el exponente  $\gamma$ ?

e) Obtenga la isoterma crítica,  $H(T = T_c)$ . Cuánto vale el exponente  $\delta$ ?