

ОБ ОЦЕНКЕ ЗНАКА КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ, выделяющейся при переходе из однодоменного в неоднородное состояние

Не отвлекаясь на подробное описание системы обозначений, можно сослаться на некоторые положения, прямо вытекающие из теории ферромагнетизма Нееля. Одно из них состоит в том, что каждая неоднородная частица, имеющая размеры больше некоторого критического V_0 , при температуре выше $T > T_{SD-NSD}$ и $H_e > H_{SD-NSD}(T_{SD-NSD})$ находится в однодоменном состоянии, а при $T < T_{SD-NSD}$ и $H_e < H_{SD-NSD}(T_{SD-NSD})$ – в неоднородном состоянии. При этом функция $H_{SD-NSD}(T_{SD-NSD})$ – убывающая функция, т.е.

$$\frac{\partial H_{SD-NSD}}{\partial T_{SD-NSD}} \leq 0 \quad \left(\frac{\partial H_{SD-NSD}}{\partial T_{SD-NSD}} = 0 \text{ при } T_{SD-NSD} = 0 \text{ K} \right).$$

Переход из однодоменного состояния в неоднородное состояние является магнитным фазовым переходом первого рода, т.е. при переходе происходят скачки первых производных потенциала (энергии) Гиббса G по температуре (энтропия) и магнитному полю (намагниченность):

$$\frac{\partial G}{\partial T} = S \quad \frac{\partial G}{\partial H} = -J$$

По определению, намагниченность J (удельный магнитный момент) частицы в однодоменном состоянии больше, чем в неоднородном. Что же касается энтропии, то «на пальцах» это выглядит следующим образом. Энтропия является функцией параметра, характеризующего порядок в системе. В магнитной системе таковым параметром является функция относительной спонтанной намагниченности $j_s(T, T_c, H_e)$. Можно в первом приближении считать, что

$$S \sim -j_s(T, T_c, H_e) \ln j_s(T, T_c, H_e).$$

Согласно теории Вейса

$$j_s(T, T_c, H_e) \equiv j_s = B_s \left(\frac{3S}{S+1} j_s \frac{T_c}{T} + \frac{g\mu_B S H_e}{k_B T} \right),$$

в этой формуле S – спин магнитного иона. Отсюда имеем, что

$$j_s(T, T_c, H_e) \equiv j_s^+ = B_s \left(\frac{3S}{S+1} j_s^+ \frac{T_c}{T} + \frac{g\mu_B S H_e}{k_B T} \right) > B_s \left(\frac{3S}{S+1} j_s^- \frac{T_c}{T} - \frac{g\mu_B S H_e}{k_B T} \right) = j_s^- \equiv j_s(T, T_c, -H_e),$$

а значит $S(T, -H_e) > S(T, +H_e)$. Этот же результат легко получить, используя методы термодинамики:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial H_e} \right)_T = \left(\frac{\partial J}{\partial T} \right)_{H_e} \leq 0$$