Name: ____________________________

Einführung in die Festkörperphysik 2 — Prof. Dr. W. Kuch

Sommersemester 2009

12. Übungsblatt

Abgabe: Montag, 13.07.09 (10 Uhr)
(Einwurf in Kasten zwischen R. 1.2.40 und 1.2.38)

33. Stoner-Wohlfarth-Modell (4 Punkte)

Im Stoner-Wohlfarth-Modell nimmt man an, dass sich während eines Ummagnetisierungsvorgangs die Magnetisierung wie ein einziger Makrospin verhält, dass also alle magnetischen Momente in der Probe ständig parallel ausgerichtet sind (annähernd der Fall zum Beispiel in Nanostrukturen). Die Richtung der Magnetisierung ergibt sich dann daraus, dass das System dem *lokalen* Minimum der Gesamtenergie folgt.
Berechnen Sie die Koerzitivfeldstärke H_C, die nach dem Stoner-Wohlfarth-Modell nötig ist, um folgende Probe umzumagnetisieren: Dünner Film, die Magnetisierung M liegt immer in der Ebene, die Richtung von M wird durch den Winkel φ angegeben, die magnetische Anisotropie der Probe wird (wie in Aufgabe 31) durch $E_{anis} = K_1 \cos^2\varphi + K_2 \cos^4\varphi$ beschrieben, wobei auch wieder $K_1 > 0$ und $K_2 = -2K_1$ sein soll. Ausgangszustand ist $\varphi = 0$. Das externe Magnetfeld H wird entgegen der Magnetisierungsrichtung (also in Richtung $\varphi = \pi$) angelegt. Ummagnetisieren bedeutet, dass die Magnetisierung nach Abschalten des Felds in Richtung $\varphi = \pi$ zeigt.
Hinweis: Skizzieren Sie die Gesamtenergie des Systems für verschieden große H. Bestimmen Sie dann die Lage der Extrema oder lösen Sie die erhaltene Gleichung graphisch.

34. Magnetostriktion in kubischen Kristallen (4 Punkte)

Die Längenänderung eines kubischen Kristalls in Richtung von $\vec{\beta} = (\beta_1 \quad \beta_2 \quad \beta_3)$ für eine Magnetisierungsrichtung entlang $\vec{\alpha} = (\alpha_1 \quad \alpha_2 \quad \alpha_3)$, wobei $|\vec{\alpha}| = |\vec{\beta}| = 1$, ist gegeben durch

$$\frac{\Delta\ell}{\ell} = \frac{3}{2}\lambda_{100}(\alpha_1^2\beta_1^2 + \alpha_2^2\beta_2^2 + \alpha_3^2\beta_3^2 - \tfrac{1}{3}) + 3\lambda_{111}(\alpha_1\alpha_2\beta_1\beta_2 + \alpha_2\alpha_3\beta_2\beta_3 + \alpha_3\alpha_1\beta_3\beta_1).$$

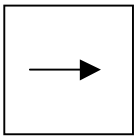
Bestimmen Sie für Ni (fcc, $a_0 = 3.52$ Å, $\lambda_{100} = -66\cdot10^{-6}$, $\lambda_{111} = -29\cdot10^{-6}$), wie sich die Kristallstruktur ändert, wenn eine Magnetisierung in [100]-Richtung vorhanden ist.

35. Mikromagnetismus: Auftreten von magnetischen Domänen (4 Punkte)

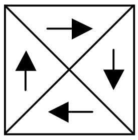
Um die Entmagnetisierungsenergie zu reduzieren, kann eine Probe Bereiche verschiedener Magnetisierungsrichtung, die magnetischen Domänen, ausbilden. An der Grenze zwischen zwei magnetischen Domänen, der Domänenwand, ist die Energie durch Beiträge der Austauschenergie (vgl. Aufgabe 30) und der Anisotropieenergie erhöht. Dies kann durch eine spezifische Energie der Domänenwand σ beschrieben werden, die die Energie pro Wandfläche angibt, wobei die Wanddicke $\to 0$ genähert wird.
Berechnen Sie, für welche Schichtdicke t eine quadratische magnetische Mikrostruktur die eindomänige Konfiguration (a) oder das so genannte Landau-Pattern (b) annimmt.
Kantenlänge a = 10 μm, $M_S = 8\cdot10^5\ \frac{\text{A}}{\text{m}}$, $\sigma = 2\ \frac{\text{mJ}}{\text{m}^2}$. Betrachten Sie die Magnetisierung über

–bitte wenden–

die Dicke der Probe als konstant. Benutzen Sie für den Entmagnetisierungsfaktor in der Ebene N_x die Näherung für $t << a$: $N_X \approx 1.8\frac{t}{a}$.



(a)



(b)

Schöne Ferien!