

Name: _____

Einführung in die Festkörperphysik 2
Sommersemester 2009
11. Übungsblatt

Prof. Dr. W. Kuch

Abgabe: Montag, 06.07.09 (10 Uhr)
(Einwurf in Kasten zwischen R. 1.2.40 und 1.2.38)

30. Mikromagnetismus: Austauschenergie in einer Dimension (4 Punkte)

Wir betrachten eine eindimensionale Kette von identischen Atomen mit Abstand a , deren Spins \vec{s}_i in alle Richtungen zeigen können (eindimensionales Heisenberg-Modell,

$|\vec{s}_i| = S = \text{const}$). Die Austauschenergie dieses Systems kann dann $E_{\text{exch}} = -J \sum_i \vec{s}_i \cdot \vec{s}_{i+1}$

geschrieben werden. In den meisten Fällen wird sich die Spinrichtung benachbarter Atome nur wenig unterscheiden, so dass eine Kontinuumsnäherung verwendet werden kann. Zeigen

Sie, dass die Formel $\tilde{E}_{\text{exch}} = A \int dx \left\{ \left(\frac{ds_x}{dx} \right)^2 + \left(\frac{ds_y}{dx} \right)^2 + \left(\frac{ds_z}{dx} \right)^2 \right\}$ die Austauschenergie in

Kontinuumsnäherung korrekt beschreibt und leiten Sie den Zusammenhang zwischen der Austauschkonstanten A und der atomaren Austauschkopplung J her.

Hinweis: Starten Sie von der Kontinuumsnäherung und diskretisieren Sie diese in Atomabständen ($dx \rightarrow \delta x \equiv a$).

31. Winkelentwicklung der magnetokristallinen Anisotropie (4 Punkte)

Zeigen Sie, dass die beiden folgenden Darstellungen der Winkelabhängigkeit der magnetokristallinen Anisotropie in der Ebene (Winkel φ) äquivalent sind:

$E_{\text{anis}} = K_1 \cos^2 \varphi + K_2 \cos^4 \varphi$ und $\tilde{E}_{\text{anis}} = \tilde{K}_1 \cos(2\varphi) + \tilde{K}_2 \cos(4\varphi)$.

Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen K_1 , K_2 und \tilde{K}_1 , \tilde{K}_2 . Skizzieren Sie die Anisotropieenergie als Funktion des Winkels φ für $K_1 > 0$, $K_2 = -2K_1$.

32. Magnetische Formanisotropie dünner Filme (4 Punkte)

a) Berechnen Sie die Größe des extern in Richtung der Oberflächennormalen angelegten Magnetfelds, das nötig ist, um die Magnetisierungsrichtung folgenden magnetischen Films bis auf 10° an die Oberflächennormale heran zu bringen: Schichtdicke 1 nm, Sättigungsmagnetisierung $M_S = 1.72 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ (z.B. Eisen), verschwindende magnetokristalline Anisotropie.

b) Skizzieren Sie die Magnetisierungskurve $M_\perp(H_\perp)$, die man entlang der Oberflächennormalen messen würde.