

Name: _____

Einführung in die Festkörperphysik 2
Sommersemester 2009
8. Übungsblatt

Prof. Dr. W. Kuch

Abgabe: Montag, 15.06.09 (10 Uhr)
(Einwurf in Kasten zwischen R. 1.2.40 und 1.2.38)

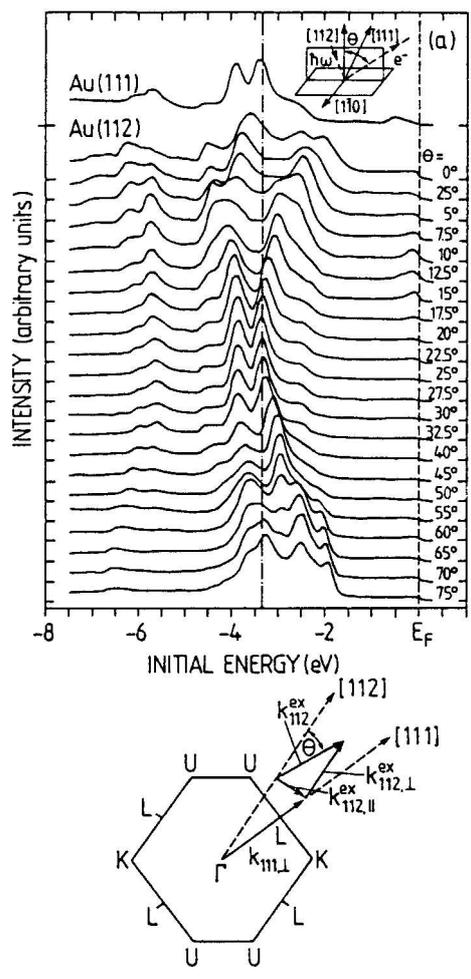
22. Quantentrogzustände in lateral begrenzten Strukturen (6 Punkte)

Mit Rastertunnelspektroskopie kann im dI/dV -Modus die lokale Zustandsdichte an der Probenoberfläche $\rho(E, \vec{r})$ bestimmt werden.

- a) Berechnen Sie die Energien E , bei denen $\rho(E, \vec{r})$ für Elektronen der effektiven Masse m^* in der Mitte einer eindimensionalen lateralen Begrenzung, z.B. einer in einer Richtung unendlich langen Terrasse der Breite L , maximal wird. Betrachten Sie dazu Zustände in einem eindimensionalen unendlich hohen Potentialtopf. Geben Sie Zahlenwerte für die sieben niedrigsten Maxima an. Benutzen Sie dazu den Oberflächenzustand auf Cu(111) mit der in Aufgabe 18 oder 19 angegebenen parabolischen Näherung sowie eine Trogbreite von $L = 142.6 \text{ \AA}$.
- b) In einem kreisförmigen unendlich hohen Quantentrog mit Radius R sind die Wellenfunktionen Bessel-Funktionen ℓ -ter Ordnung $J_\ell(\vec{k} \cdot \vec{r})$ (sh. Eigenschwingungen einer runden Membran, Theoretische Physik II, und Bessel-Differentialgleichung, Mathematik IV) mit Energien $E_{n,\ell} = \frac{\hbar^2 k_{n,\ell}^2}{2m^*}$ und $n = 1, 2, \dots$. Dabei ist $k_{n,\ell} = \frac{z_{n,\ell}}{R}$ und $z_{n,\ell}$ die n -te Nullstelle von $J_\ell(z)$. Wellenbäuche im Zentrum des Quantentrogs und somit Maxima von $\rho(E, \vec{r})$ haben Zustände, die zu Besselfunktionen 0. Ordnung gehören. $J_0(z)$ ist in asymptotischer Näherung durch $J_0(z) \approx \sqrt{\frac{2}{\pi z}} \cos(z - \frac{\pi}{4})$ gegeben. Geben Sie analog zu a) Zahlenwerte für die sieben niedrigsten Maxima des Cu(111)-Oberflächenzustands im kreisförmigen Quantentrog mit $2R = 142.6 \text{ \AA}$ an und vergleichen Sie diese mit den Lösungen aus a).

23. Winkelaufgelöste Photoemission: Triangulation (6 Punkte)

Im umseitig gezeigten Beispiel einer Energiekoinzidenzmessung an Au werden Photoemissionsspektren für verschiedene Emissionswinkel im $[11\bar{1}]$ -Azimuth an einer Au(112)-Oberfläche mit einem Photoemissionsspektrum für Emission senkrecht zur Oberfläche an einer Au(111)-Oberfläche verglichen, um die senkrechte Komponente des k -Vektors zu bestimmen. Ohne die zusätzliche Messung an der Au(111)-Oberfläche würde man Richtung und Betrag des k -Vektors mit der Näherung freier Elektronen für den Endzustand abschätzen. Bestimmen Sie den Wert des Emissionswinkels θ entlang des $[11\bar{1}]$ -Azimuths, für den man an der Au(112)-Oberfläche unter Annahme von Endbändern freier Elektronen Emission von Anfangszuständen mit 3.5 eV Bindungsenergie von der $\bar{\Gamma}$ -Achse erwarten würde. Benutzen Sie dazu folgende Werte: Photonenenergie 16.85 eV, Austrittsarbeit 4.5 eV, Fermi-Energie 7.5 eV.



(P. Heimann et al., Solid State Commun. **29**, 463 (1979)).