

Übungen zu Oberflächenphysik

SS 2023

Übungsblatt 4

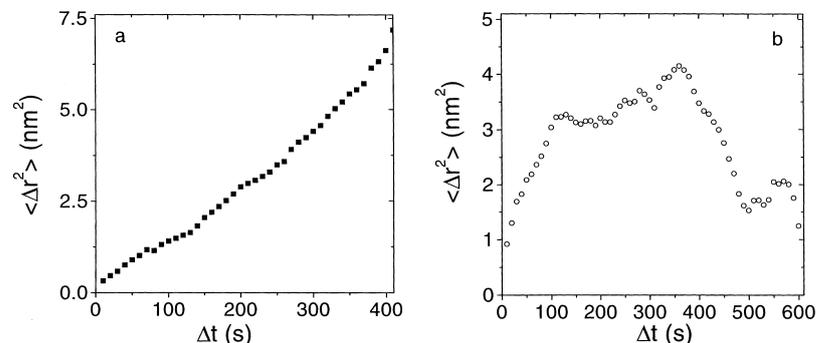
(Besprechung: 13. Juni 2023 zusammen mit Blatt 3, Abgabe bis spätestens 24 Uhr am 12. Juni 2023)

Aufgabe 4.1: Random-walk

- [A] Die Rate von atomaren Sprüngen auf der Fe(100) Oberfläche ist $1 \times 10^{-3}/s$ bei 300 K und $3 \times 10^{-2}/s$ bei 330 K. Schätzen Sie den Diffusionskoeffizienten ab und berechnen Sie die Aktivierungsenergie.

Gitterkonstante für bcc Fe: 2,87 Å.

- [B] In einem STM Experiment wurde die Wanderung von Cu Leerstelleninseln auf Cu(111) beobachtet. Aus der Schwerpunktsbewegung der Inseln ergeben sich folgende quadratisch gemittelte Sprungweiten.



Aus: Schlöber *et al.*, Surf. Sci. **456**, 19 (2000)

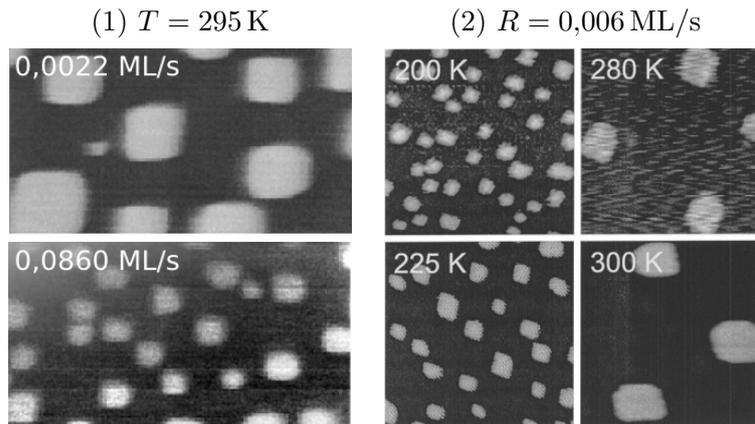
Was sagen die beiden Messungen über die Beweglichkeit der Inseln aus? Berechnen Sie den Diffusionskoeffizienten D .

- [C] Random-walk Diffusion von Ag Atomen findet auf der Si(111) $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ -Ag Oberfläche statt. Schätzen Sie die mittlere zurückgelegte Strecke und den mittleren Abstand zum Ursprung, die das Atom während 1 Sekunde, 1 Minute bzw. 1 Stunde bei 450 °C zurücklegt, ab.

Diffusionskonstante $D_0 = 1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/s$, $E_{\text{diff}} = 0,33 \text{ eV}$

Aufgabe 4.2: Wachstum von Ag auf Ag(100)

Um die Diffusionsbarriere E_d von Ag-Atomen auf einer Ag(100)-Oberfläche zu bestimmen wurden Wachstumsexperimente durchgeführt. Dabei wurde zuerst die Depositionsrate bei konstanter Temperatur variiert und dann die Temperatur bei konstanter Depositionsrate. Die STM-Bilder in (1) und (2) zeigen jeweils typische Ausschnitte gleicher Fläche. Bestimmen Sie den kritischen Keim und die Diffusionsbarriere mit Hilfe der in der Vorlesung angegebenen Formel für die Inseldichte.



Aufgabe 4.3: Wachstum von Co auf Cu(111)

In einem von Prof. Wulfhekels Laboren wurde Co bei einem Basisdruck von $p \sim 1 \times 10^{-10}$ mbar und Raumtemperatur mittels Elektronenstrahlverdampfung auf einem Cu(111) Substrat gewachsen. Das normalerweise in hcp kristallisierende Co wächst auf Cu(111) in den ersten Lagen in fcc Struktur mit einer Gitterkonstante von $a \approx 3,55 \text{ \AA}$. Rechts sind eine STM Aufnahme und zwei Höhenprofile der Oberfläche zu sehen.

- [A] Schätzen Sie die Bedeckung der Oberfläche durch die Co Inseln ab. Sie können entweder ein manuelles Raster verwenden oder ein Bildbearbeitungsprogramm ihrer Wahl (z.B. „Histogram“ Funktion in GIMP). Wie viele Monolagen Co wurden ihrer Meinung nach aufgedampft?
- [B] Wie kommt es, dass das Profil 2 nicht die halbe maximale Höhe von Profil 1 besitzt? In welche Wachstumsart (Frank-Van der Merwe, Vollmer-Weber, Stranski-Krastanov) würden sie Co/Cu(111) bei dieser Temperatur einordnen?
- [C] Warum reicht eine positive Schwoebel-Ehrlich Barriere nicht aus, um dieses Wachstum zu erklären? Welcher Diffusionsmechanismus, den sie in der Vorlesung kennengelernt haben könnte helfen, einen aufwärtigen Massentransport zu realisieren?

