

Übungen zu Oberflächenphysik

SS 2023

Übungsblatt 3

(Besprechung: 06. Juni 2023, Abgabe bis spätestens 24 Uhr am 05. Juni 2023)

Aufgabe 3.1: Verschmutzung einer sauberen Oberfläche im Vakuum durch das Restgas

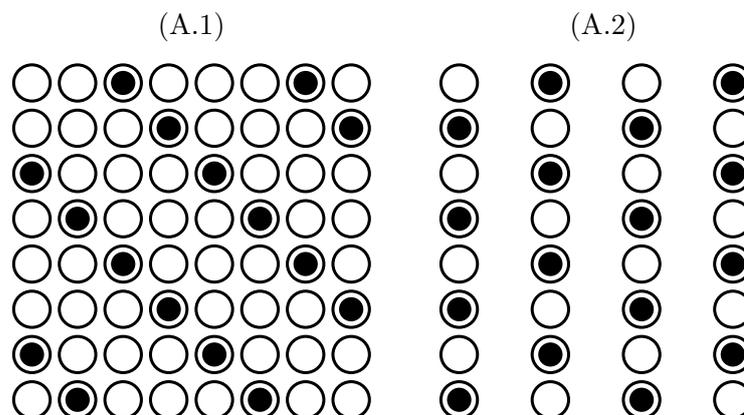
In einem Rastertunnelmikroskop von Prof. Wulfhekel werden Proben bei einer Temperatur von 4 K untersucht. Um wertvolles Helium zu sparen, werden die Proben zuerst auf 77 K vorgekühlt und erst dann ins Mikroskop hereintransferiert.

Ein Masterstudent hat eine saubere Si(111) 7×7 Oberfläche in Vakuum hergestellt, vorgekühlt und dann auf der Vorkühlstation vergessen. Der Druck in der Vakuumkammer beträgt $p = 2 \times 10^{-10}$ mbar und das Restgasmassenspektrum sieht wie in "Vakuumkammer 1" der Aufgabe 1 vom Blatt 2 aus. Wie dreckig wurde die Oberfläche binnen einer Stunde? Nehmen Sie an, dass der Haftkoeffizient bei dieser Temperatur, bis 50 % aller ungesättigten Bindungen der Si(111) 7×7 Oberfläche gesättigt sind, 99 % beträgt, und dann auf 50 % sinkt.

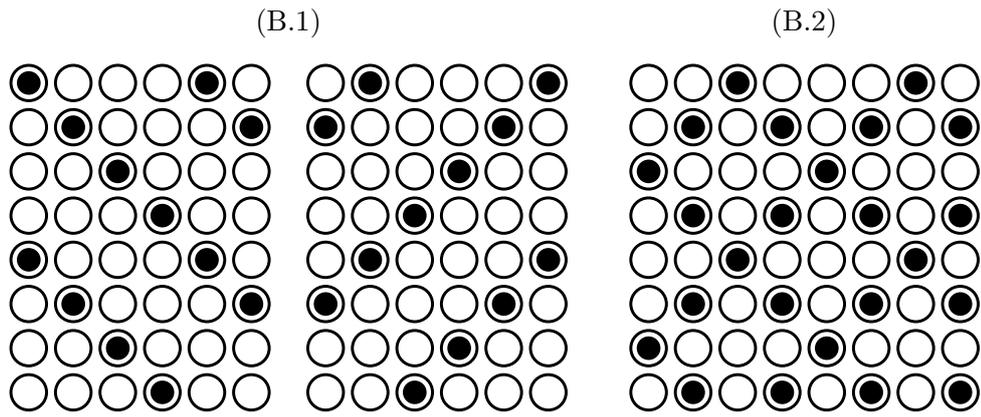
Als eine saubere Si(111) Oberfläche im selben Mikroskop untersucht wurde, wurde festgestellt, dass sie mit einer Rate von 1 Molekül/ $\mu\text{m}^2\text{s}$ bedeckt wird. Wie hoch ist der effektive Druck in diesem Mikroskop? Wie erklären Sie den Unterschied im Druck zwischen Kammer und Mikroskop?

Aufgabe 3.2: Low Energy Electron Diffracton (LEED)

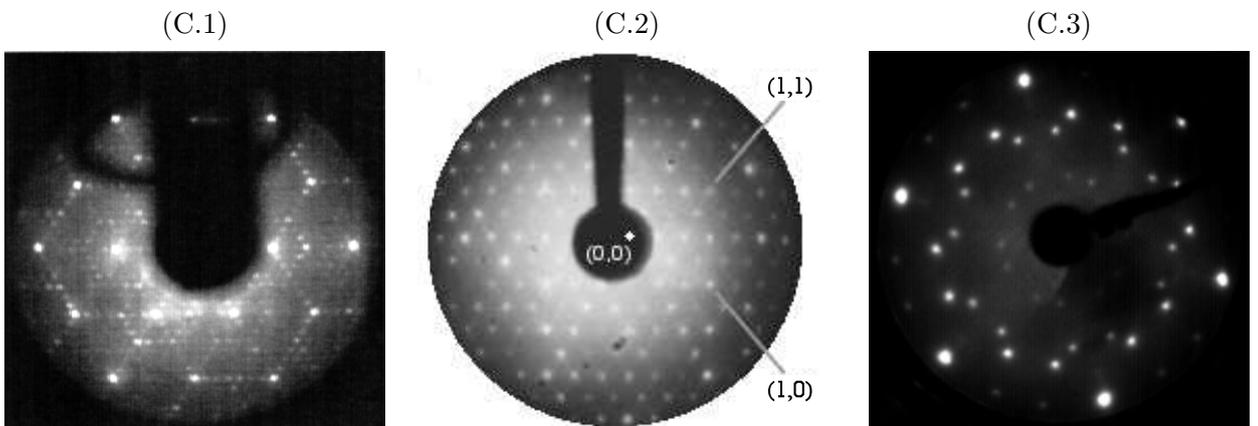
- [A] Bestimmen Sie für die gezeigten Oberflächen die erwarteten LEED Muster zunächst für die unrekonstruierte Oberfläche (weiße Kreise) und dann für die gezeigte Überstruktur (schwarze Kreise).



- [B] Die Überstruktur (A.1) kann in zwei Orientierungen vorkommen (s. B.1). Wie sieht das LEED Muster aus, wenn beide Varianten auf der Oberfläche als Domänen vorhanden sind und die Domänengröße kleiner als die Ausdehnung des Elektronenstrahls ist? Wie ändert sich das Muster im Fall von "überlappenden Domänen" (B.2)? Berechnen Sie die relative Intensitäten mithilfe des Strukturfaktors.



[C] Bestimmen Sie die Überstruktur anhand der gezeigten LEED Bilder:



Zur Vereinfachung sind in (C.2) die Reflexe der sauberen Oberfläche angegeben.

[D] Welche andere Überstruktur kann dieselbe Anordnung von Beugungsmaxima wie die Domänenstruktur in (B.1) erzeugen?

Aufgabe 3.3: Debye-Waller Faktor

Berechnen Sie den Debye-Waller Faktor für W und Cu bei $T = 300\text{K}$ und bei $T = 77\text{K}$ für den (1,1) Reflex der W(112) und der Cu(100) Oberfläche. Debye-Temperaturen: $\Theta_W = 310\text{K}$, $\Theta_{Cu} = 343\text{K}$