

Übungsblatt 1 (zu bearbeiten bis 26.04.2012)

Aufgabe 1: Relevanz von Grenzflächen

Diskutieren Sie, in welchen Bereichen Oberflächen technologisch relevant sind. Wo begegnen Ihnen Oberflächen- und Grenzflächeneffekte im Alltag?

Aufgabe 2: Oberfläche und Volumen im Nanometerbereich

Berechnen Sie für würfelförmige Kristalle mit kubisch-primitiver Kugelpackung und den Kantenlängen 1 cm, 1 mm, 1 μm und ~ 1 nm jeweils die Anzahl von Oberflächen- und Volumenatomen sowie das Verhältnis der beiden Größen. Nehmen Sie dabei an, dass die Würfel durch (100)-Flächen terminiert werden und die Atome einen Durchmesser von 1.5 Å haben.

Aufgabe 3: Verhältnis Oberfläche/Volumen

Staubpartikel, die an einer Zimmerdecke haften, werden dort im Wesentlichen durch van der Waals Kräfte gehalten. Schätzen Sie ab, wie groß die Partikel werden müssen, um unter dem Einfluss der Gravitationskraft herunterzufallen. Nehmen Sie dazu wieder würfelförmige Partikel mit kubisch-primitiver Struktur und (100)-terminierten Oberflächen an. Von den Atomen auf der Würfeloberfläche (Durchmesser 1.5 Å) sollen nur 1% Kontakt zur Zimmerdecke haben, da diese mikroskopisch uneben ist. Die Dichte der Staubpartikel betrage 2 g/cm³. Schätzen Sie die maximale van der Waals-Kraft pro Atom aus dem unten angegebenen Morse-Potential ab, indem Sie die Steigung am Wendepunkt der Potentialkurve berechnen. Beachten Sie, dass nicht alle Oberflächenatome gleichzeitig den Kontakt verlieren, sondern sich reihenweise von der Decke ablösen.

Morse-Potential $V(R) = D(1 - e^{-a(R-R_0)})^2$ mit $D = 8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ und $a = 7.3 \cdot 10^9 \frac{1}{\text{m}}$

Aufgabe 4: Mittlere freie Weglängen und Flächenstoßraten

Berechnen Sie die mittleren freien Weglängen und Flächenstoßraten für folgende Drücke (N₂, 300 K, $\sigma = 0.43 \text{ nm}^2$): 1 bar, 20 mbar (Membranpumpe), $3 \cdot 10^{-3}$ mbar (ölgedichtete Drehschieberpumpe), $1 \cdot 10^{-7}$ mbar (Öldiffusionspumpe), $1 \cdot 10^{-10}$ mbar (Turbomolekularpumpe), $3 \cdot 10^{-12}$ mbar (Ionengetterpumpe). Diskutieren Sie den Unterschied zwischen viskoser und molekularer Strömung sowie die Wirkungsmechanismen der angegebenen Pumpentypen. Wie viel Zeit vergeht im Mittel zwischen zwei Stößen eines bestimmten Moleküls, wenn der Druck $3 \cdot 10^{-12}$ mbar beträgt?

Aufgabe 5: Adsorptionsgeschwindigkeiten

Im Ultrahochvakuum ist eine Metalloberfläche frisch präpariert worden. Welchen Druck darf das im Wesentlichen aus Kohlenmonoxid (CO) bestehende Restgas bei 273 K höchstens haben, wenn nach einer Stunde die Oberfläche maximal zu 1% belegt sein soll und pro cm² $1 \cdot 10^{15}$ Adsorptionsplätze vorliegen? Die Haftwahrscheinlichkeit sei 1, d.h. jedes auftreffende CO-Molekül soll auf der Oberfläche adsorbieren.