

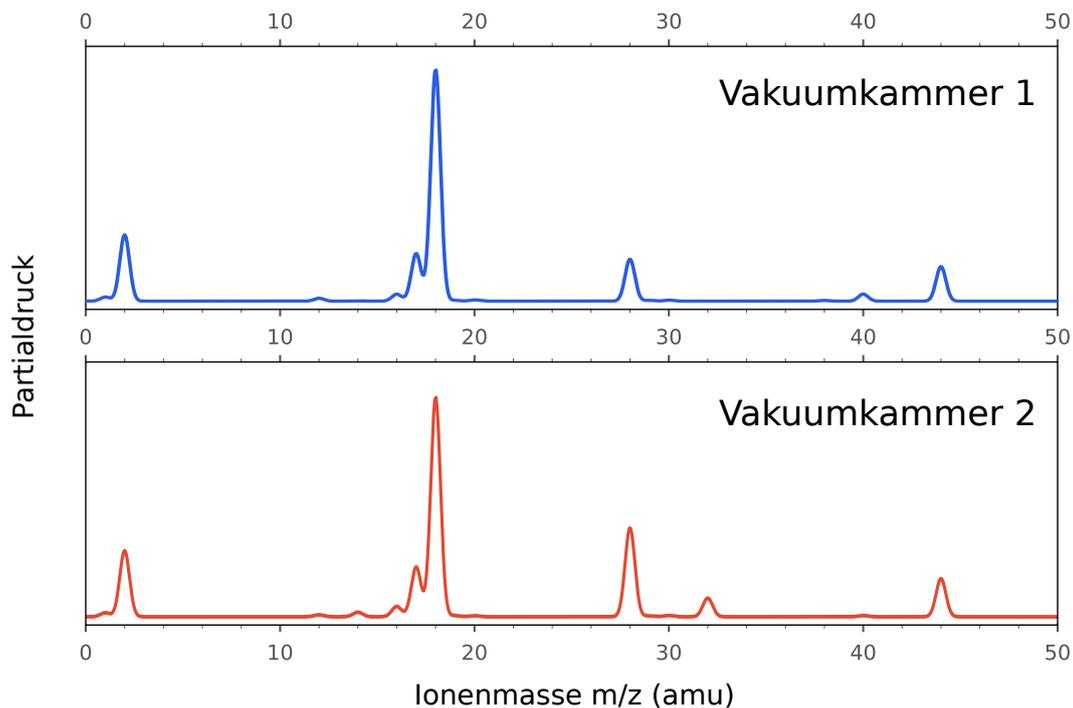
Übungen zu Oberflächenphysik
SS 2023
Übungsblatt 2

(Besprechung: 16. Mai 2023, Abgabe bis spätestens 24 Uhr am 15. Mai 2023)

Aufgabe 2.1: Massenspektrometer

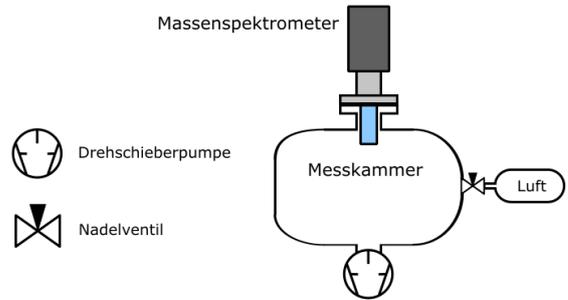
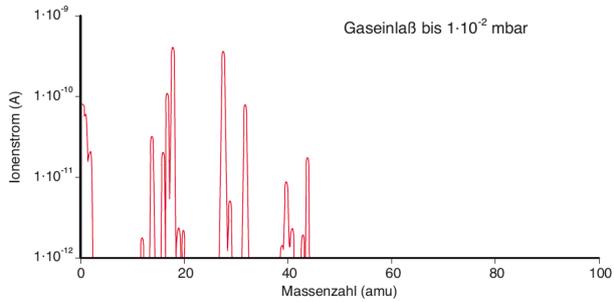
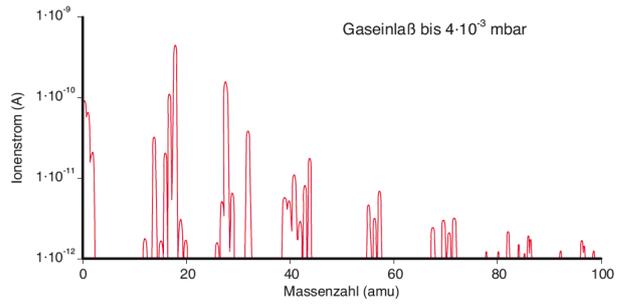
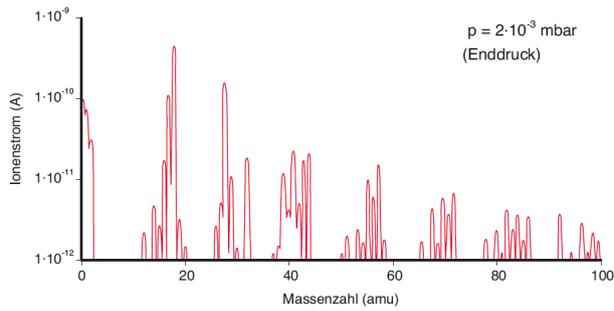
Die zwei unten dargestellten Restgasmassenspektren wurden in zwei verschiedenen Vakuumkammern aufgenommen. Identifizieren Sie alle Bestandteile des Restgases.

Beide Massenspektren weisen auf gewisse Probleme hin. Identifizieren Sie die Probleme und schlagen Sie Lösungen vor.



Aufgabe 2.2: Vorpumpe

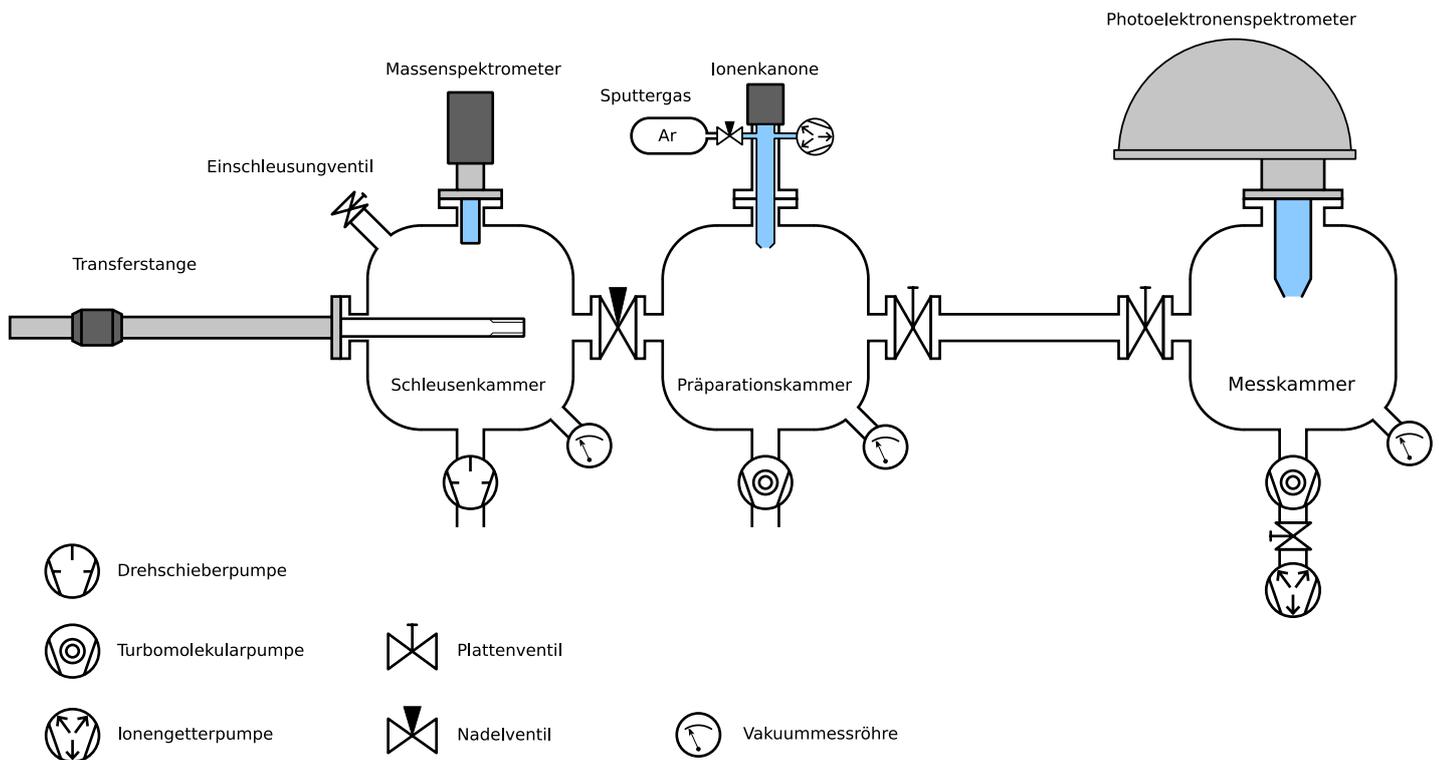
Für die Erzeugung von Grobvakuum werden häufig ölgedichtete Pumpen (bspw. Drehschieber-Pumpen) verwendet. Diese Pumpen haben einige Vorteile gegenüber trockenlaufende Pumpen (bspw. Scroll-Pumpen), können aber insbesondere bei der Erzeugung von Ultrahochvakuum Probleme bereiten. In den Abbildungen sehen Sie drei Aufnahmen eines Massenspektrometers, die beim Ansaugstutzen einer Drehschieberpumpe bei verschiedenen Gaseinlässen aufgenommen wurden. Gaseinlass bedeutet, dass parallel zum Massenspektrometer ein Nadelventil installiert wurde, welcher einen kontrollierten Gaseinlass (trockene Luft/Stickstoff) ermöglicht. Die Drehschieberpumpe saugt parallel an beiden Aufbauten (Massenspektrometer und Einlassventil).



[A] Welche Vakuumbereiche kennen Sie und was sind ihre Charakteristika (Druck, freie Weglänge, Teilchenzahl, Strömungs/Bewegungsart der Teilchen)?

[B] Wie können Sie sich die Beobachtungen erklären? Achten Sie dabei auf den gemessenen Druck in der Kammer und bedenken Sie, dass die Drehschieberpumpe ölgedichtet ist (das Öl enthält Kohlenwasserstoffgruppen).

Aufgabe 2.3: Vakuumtechnik



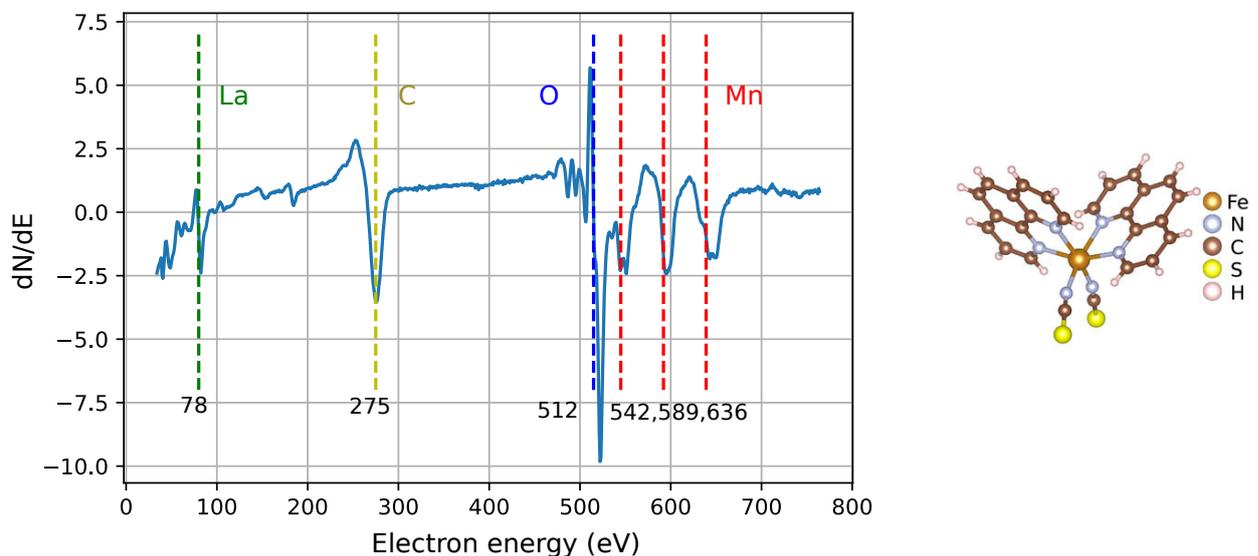
Die Skizze stellt ein einfaches Vakuumsystem für Röntgenphotoelektronenspektroskopie dar. Die Vakuumanlage wurde nach einem oft verwendeten drei-Kammer Entwurf konzipiert. Neue Proben

werden in die belüftete Schleusenkammer eingebracht und die Kammer anschließend abgepumpt. In der Präparationskammer wird die Oberfläche durch Sputtern gesäubert. Die Hauptmessanlage ist in einer weiteren Vakuumkammer untergebracht, damit die Messapparatur sauber bleibt. Die Proben werden mithilfe einer Transferstange zwischen den Kammern transferiert.

- [A] Wenn das Vakuumsystem nach dieser Zeichnung gebaut würde, würden mehrere Probleme beim Einsatz auftreten. Finden Sie mindestens drei Fehler, die bei diesem Design gemacht wurden.
- [B] Wenn man die Anlage so baut, wie sie dargestellt ist, welche (evtl. verschiedenen) Messröhren sollen in der drei Kammern verwendet werden?

Aufgabe 2.4: Auger-Elektronenspektroskopie (AES)

In einem von Prof. Wulfhekels Laboren wurde ein LSMO Substrat mit einigen organischen Molekülen bedampft. Unten ist das differentielle Auger-Spektrum gezeigt.



Schätzen Sie durch die Verhältnisse der Peak-to-Peak-Größe bei den charakteristischen Energien die Stöchiometrie des $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_y$ Substrats ab. Wie groß ist die Konzentration an Molekülen (rechts) unter der Annahme, dass die Verunreinigung der Oberfläche durch Kohlenstoff vernachlässbar ist?

Aufgabe 2.5: Sputtern einer metallischen Kristalloberfläche

In einer UHV-Kammer von Prof. Wulfhekel soll ein zylindrischer Cu(111) Kristall mit 10 mm Durchmesser und 4 mm Höhe gesäubert werden und sie wurden damit beauftragt, das Sputtern zu übernehmen. Sie gehen wie folgt vor: Sie drehen den Kristall so, dass zwischen seiner Normalen und der Sputterkanone der Winkel θ liegt, starten die Sputterkanone mit einer Beschleunigungsspannung von 3 keV und lassen Argongas in die Kammer bis ein Strom von $5 \mu\text{A}$ zwischen Probenkristall und Erde messbar ist. Die Sputterkanone ist so eingestellt, dass sie bei senkrechtem Einfall ($\theta = 0^\circ$) die gesamte Probenoberfläche trifft.

- [A] Wie lange müssen Sie den Kristall bei einem Einfallswinkel von $\theta = 50^\circ$ zur Normalen sputtern bis 30 Monolagen abgetragen sind? Nehmen Sie an, dass der Sputter yield S die ganze Zeit über konstant ist und näherungsweise eine $1/\cos\theta$ Abhängigkeit besitzt. Nehmen Sie außerdem an, dass nur einfach geladene Argonionen Ar^+ Oberflächenatome herausschlagen und diese zu 95% ungeladen(neutral) sind.

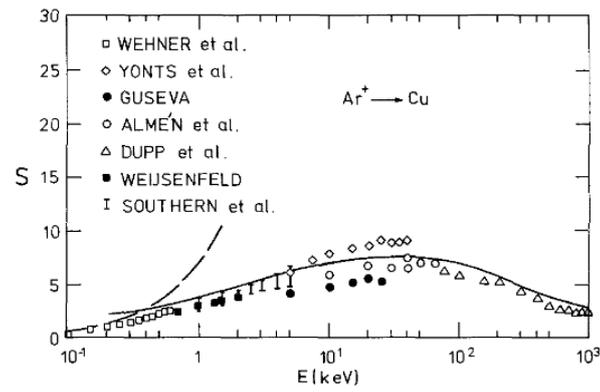


Abbildung 1: Sputter yield S für $\text{Ar}^+ \rightarrow \text{Cu}$ bei Ionenenergie E

[B] Wie ändert sich ihr Ergebnis qualitativ falls Sie auch zweifach geladene Argonionen Ar^{2+} berücksichtigen?