

VORBEREITUNG: VAKUUM 2

FREYA GNAM, TOBIAS FREY

VERSCHIEDENE FUNKTIONSPRINZIPIEN DER MESSGERÄTE UND KLÄRUNG WICHTIGER BEGRIFFE

Drehschieberpumpe. Unter einer Drehschieberpumpe versteht man eine Rotations-Verdränger Pumpe. Sie besteht aus einem Hohlzylinder, in dem ein weiterer Zylinder rotiert. Die Drehachse des Rotors ist dabei exzentrisch zum Hohlzylinder angeordnet. Der Rotor berührt die Innenwand des Hohlzylinders zwischen Einlass und Auslassöffnung. Der Transport des Gases wird mittels eines Rotors, in den bewegliche Schieber eingelassen sind, realisiert. Das Gas wird dabei verdichtet und anschließend ausgestoßen. Um eine gute Kühlung zu gewährleisten und eine hohe innere Dichtheit zu erreichen, sind die Teile meistens ölüberlagert. Die Pumpe fördert daher immer auch einen kleinen Teil des Öls. Bei den meisten Pumpen wird das Öl im Auslasstrakt abgeschieden und wieder dem Schmierstoffreservoir zugeführt. Um niedrige Drücke zu erreichen, finden Drehschieberpumpen auch in mehrstufiger Ausführung Anwendung. Damit das Gas nicht ungewollt kondensiert, werden Gasballasteinrichtungen verwendet, da die Verdichtung des Gases nur bis zum Erreichen des Sättigungsdampfdruckes möglich ist. Der Sättigungsdampfdruck ist temperaturabhängig.

Turbomolekularpumpe. Die Turbomolekularpumpe gehört zu den mechanisch kinetischen Vakuumpumpen. Um die Gasteilchen zu transportieren erhalten sie einen Impuls in Förderrichtung. Der Impuls wird durch sich schnell bewegende Flächen an die Teilchen übertragen. Für den Betrieb maßgeblich ist, dass die freie Weglänge, die ein Molekül bis zu einem Zusammenstoß mit einem anderen zurücklegen kann, größer ist als der Abstand zwischen Rotor und Gehäuse der Pumpe. Bei größeren Ansaugdrücken nimmt das Saugvermögen stark ab, da die Pumpe in den viskosen Strömungsbereich kommt. Ansonsten sollte das Saugvermögen über den ganzen Bereich konstant sein. Um das angesprochene Problem mit den hohen Ansaugdrücken zu verhindern, findet eine Vorpumpe Anwendung, die für den benötigten niedrigen Ansaugdruck verantwortlich ist. Bei leichten Molekülen ist die Kompression nicht so groß wie bei schweren Molekülen.

Wärmeleitungsmanometer. In der Messröhre befindet sich der Messdraht, der Teil einer Wheatstoneschen Brücke ist. Um den Widerstand und damit die Temperatur des Messdrahtes unabhängig von der Wärmeabgabe konstant zu halten, muss die an der Wheatstoneschen Brücke anliegende Heizspannung entsprechend eingestellt werden.

Dies bedeutet, dass die Brücke immer abgeglichen sein muss. Die Wärmeabgabe an das Gas nimmt nun aber mit zunehmendem Druck ab, das heißt, dass die an der Brücke anliegende Spannung ein Maß für den herrschenden Gasdruck ist.

Ionisationsmanometer. Ein Ionisationsmanometer besteht gewöhnlich aus drei Elektroden, der Anode, Glühkathode und dem Ionenkollektor. Die aus der Glühkathode emittierten Elektronen werden durch ein positives Gitter beschleunigt und ionisieren auf ihrem Weg Moleküle des Restgases. Die so gebildeten positiv geladenen Ionen erzeugen an der Auffängerelektrode einen Strom, der proportional zum Restgasdruck ist. Da die einzelnen Gase unterschiedliche Ionisierungsenergien besitzen, ist die Druckanzeige abhängig von der Gasart.

Vakuum. Vakuum bezeichnet den Zustand eines Gases oder einer Flüssigkeit in einem Volumen bei einem Druck, der deutlich geringer ist als der Atmosphärendruck bei Normalbedingungen. Die verschiedenen Vakua werden nach der Menge der verbleibenden Materie klassifiziert. Man unterscheidet:

- Grobvakuum: 300 – 1 mbar
- Feinvakuum: 10^{-1} – 1 mbar
- Hochvakuum: 10^{-7} – 10^{-3} mbar
- Ultrahochvakuum: $< 10^{-7}$ mbar

Gasentladung. Durch einfallende Ionen werden Elektronen aus der Kathode herausgeschlagen. Es entsteht das sogenannte “negative Glimmlicht“. Da ein äußeres E-Feld anliegt, werden die Elektronen in Richtung der Anode beschleunigt. Ab einer bestimmten Energie regen sie Gasatome zum Leuchten an. Wird die Energie der Elektronen erhöht, so sind sie in der Lage andere Atome zu ionisieren, wodurch der Leuchteffekt verloren geht. Es entstehen folglich so genannte “Dunkelräume“. Durch die Trägheit der Ionen herrscht in den “Dunkelräumen“ eine positive Raumladung vor. Die positive Säule nahe der Anode kann dadurch erklärt werden, dass es weitere Stöße zwischen den Elektronen und den Gasteilchen gibt. Die Gasteilchen gehen durch die Stöße in angeregte Zustände über, die durch Aussendung elektromagnetischer Wellen wieder in den Grundzustand zurückfallen. Die abwechselnd hellen und dunklen Streifen rühren daher, dass die Elektronen erst wieder eine gewisse Strecke zurücklegen müssen, bis sie wieder genügend Energie besitzen, um ein Gasteilchen anregen zu können. Damit man die beschriebenen Effekte sehen kann, muss die mittlere freie Weglänge groß genug sein, so dass die Elektronen auf Grund der Beschleunigung durch das elektrische Feld genügend Energie aufnehmen können, bevor ein Stoß mit einem Gasteilchen erfolgt. Aus diesem Grund setzt die Gasentladung erst ab einem gewissen Druck ein. Bei zu niedrigen Drücken hingegen ist die Stoßwahrscheinlichkeit klein und die positive Säule wird kleiner.

1. KONTROLLE UND ÜBERBLICK ÜBER DIE APPARATUR

Zu Beginn des Versuchs soll die Apparatur gemäß Aufgabenblatt überprüft werden. Dabei sollen wir uns auch einen Überblick verschaffen, beispielsweise darüber, wo welche Kabel eingesteckt sind. Dann sollte die Apparatur belüftet werden.

2. BEOBACHTUNG DER GASENTLADUNG IN ABHÄNGIGKEIT VOM DRUCK

In diesem Aufgabenteil soll die Gasentladung eines Gefäßes beobachtet und skizziert werden. Dazu wird mittels der Drehschieberpumpe das Gefäß evakuiert, wobei das Thermovac- Gerät und das Hochspannungsgerät eingeschaltet sind. Die Turbomolekularpumpe ist dabei nicht in Betrieb. Die Vakuierung des Gefäßes wird so lange durch geführt bis die Gasentladung erlischt. Anschließend wird Ventil 2 geschlossen.

3. BESTIMMUNG DES DRUCKABHÄNGIGEN SAUGVERMÖGENS DER DREHSCHIEBERPUMPE

Um das Saugvermögen einer Drehschieberpumpe zu bestimmen, wird die Apparatur mit der Drehschieberpumpe evakuiert und der Druck in Abhängigkeit von der Zeit bestimmt. Für den Zusammenhang zwischen Druck und Saugvermögen gilt:

$$\ln \frac{p}{p_0} = \frac{S}{V} \cdot (t - t_0) \rightarrow S = \frac{(\ln(p) - \ln(p_0)) \cdot V}{t}$$

dabei ist p_0 der Normaldruck und t_0 der Zeitpunkt bei 0 s. Die benötigten Werte erhält man aus dem zu zeichnenden $S(p)$ -Diagramm.

4. BESTIMMUNG DES LEITWERTES EINES METALLROHRS

Um den Leitwert eines Metallrohres zu bestimmen, wird der Metallwellenschlauch gegen das gleichlange mit einem Innendurchmesser von 2 mm ausgetauscht. Der Druckverlauf soll gleichzeitig an den beiden Messstellen T1 und T2 bestimmt werden. Um den Leitwert nach der Formel $L = (\frac{1}{S_{eff}} - \frac{1}{S})^{-1}$ zu bestimmen, muss mit den gemessenen Daten das Saugvermögen an der Pumpe (T1) sowie das effektive Saugvermögen nach dem Rohr (T2) bestimmt werden.

5. BESTIMMUNG DES SAUGVERMÖGENS DER TURBOMOLEKULARPUMPE

Zuerst wird die Apparatur mit der Drehschieberpumpe evakuiert. Bei einem Druck $p \leq 4 \cdot 10^{-4}$ mbar wird die Turbomolekularpumpe und das Ionivac- Messgerät eingeschaltet. Das mittlere Saugvermögen wird wie bei der Drehschieberpumpe bestimmt. Die Kraft, mit der die Gasglocke auf die Gummierung drückt, berechnet sich zu:
 $F = \Delta p \cdot A$

6. AUFDAMPFUNG EINES METALLISCHEN FLECKS

Bei drei verschiedenen Drucken ($p_1 \leq 10^{-5}$ mbar, $p_2 \approx 10^{-2}$ mbar, p_3) bei einigen 10^{-2} Vorvakuum soll durch eine Kreisblende jeweils ein metallischer Fleck auf der Plexiglasplatte im Gefäß erzeugt werden. Der Heizstrom durch das mit Iridium versehene Verdampfer-Schiffchen soll beobachtet werden. Hierzu ist ein "elektrisches Messgerät über einen Transformator-Eisenkern an die Stromleitung angeschlossen". Wir nehmen an, dass für den Verdampfungsvorgang ein großer Strom fließen muss. Um diesen zu erhalten, ist es zweckmäßig eine hohe Spannung in eine kleine Spannung zu transformieren, wodurch man eine große Stromstärke erhält. Diese wird zum Heizen verwendet. Mittels eines weiteren Transformators wird der Strom wieder heruntertransformiert, um ihn in einer Größenordnung zu erhalten, die vom Messgerät erfasst werden kann.

7. VORBEREITEN DER APPARATUR FÜR DIE NACHFOLGERGRUPPE

Wie auf dem Aufgabenblatt beschrieben, soll die Apparatur für die Nachfolgergruppe vorbereitet werden.

8. VERSUCH DER NACHBARGRUPPE

Die Nachbargruppe führt einen Versuch aus, bei dem in der Gasglocke ein Kühlfinger befestigt ist, der von außen mit flüssigem Stickstoff gekühlt wird.