

Versuch 3: Vakuum

Team 2-13: Jascha Fricker, Benedict Brouwer

30. August 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Theorie	2
3	Ergebnisse	3
3.1	Theoretische Leitwerte	3
4	Diskussion	3

1 Einleitung

In diesem Versuch wurden die verschiedenen Eigenschaften einer Vakuumpumpe untersucht. Dazu musste aber zuerst das Druckmessgerät kalibriert werden.

2 Theorie

Piranimeter Die Wärmeleitfähigkeit eines Gases ist bei kleinen Drücken abhängig vom dessen Druck. Damit einhergehend ist die benötigte Leistung um einen sich im Messaufbau befindlichen Wolframdraht auf Temperatur zu halten Druckabhängig. Diese Abhängigkeit kann genutzt werden indem Widerstand und Stromstärke gemessen werden um Rückschlüsse auf den Druck zu ziehen.

Saugvermögen Bei konstantem Druck kann das Saugvermögen S durch die (negative) Volumenänderung ΔV_L

$$\underbrace{\frac{d(p_L V_L)}{dt}}_{\text{konst}} = Q_S = Q_V = p_V \cdot S \quad (1)$$

$$\Rightarrow S = \left| \frac{p_L \cdot \Delta V}{p_V \cdot \Delta t} \right| \quad (2)$$

bestimmt werden. Dabei ist Q_s die Saugleistung bei Luftdruck p_L und Q_V die Saugleistung an der Vakuumpumpe mit Druck p_V .

effektives Saugvermögen Durch verschieden Strömungshindernisse kann das das volle Saugvermögen der Pumpe meist nicht ausgereizt werden. Daraus folg ein kleineres effektiveres Saugvermögen

$$\frac{1}{S_{eff}} = \frac{1}{S} + \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots \quad (3)$$

$$(4)$$

Lokal kann der Druck beim auspumpen auch durch die Formel

$$p(t) = p_0 \cdot \exp\left(-\frac{S_{eff}}{V} \cdot t\right) \quad (5)$$

beschrieben werden, wobei p_0 geeignet gewählt werden muss. Theoretisch kann der Leitwert der Kapillare mit Durchmesser d und Länge l bei viskoser Strömung (Mittlere freie Weglänge $\lambda \ll d$) durch die Formel

$$L = \frac{\pi d^4}{128 \cdot \eta \cdot l} \quad (6)$$

und bei molekularer Strömung ($\lambda \gg d$) mit der Formel

$$L = 121 \text{ms}^{-1} \cdot \frac{d^3}{l} \quad (7)$$

berechnet werden, unter Voraussetzung, dass das Medium Luft auf Raumtemperatur ist.

Für den Leitwert mehrerer hintereinandergeschalteter Strömungshindernisse gilt die Formel

$$\frac{1}{L_{ges}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \quad (8)$$

3 Ergebnisse

3.1 Theoretische Leitwerte

In der Tabelle 1 werden die theoretisch berechneten Leitwerte und effektive Saugleistungen der verschiedenen Konstellationen aus Schlauch und Kapillare dargestellt.

Name	L visk	L mol	S vis	S mol
Schlauch	0.470(76)	$3.376(41) \cdot 10^{-3}$	$9.525(31) \cdot 10^{-3}$	$2.506(23) \cdot 10^{-3}$
Kapillare 2mm	$1.14(23) \cdot 10^{-4}$	$1.0(20) \cdot 10^{-5}$	$1.12(22) \cdot 10^{-4}$	$1.0(20) \cdot 10^{-5}$
Kapillare 3mm	$5.75(78) \cdot 10^{-4}$	$3.4(40) \cdot 10^{-5}$	$5.43(69) \cdot 10^{-4}$	$3.4(30) \cdot 10^{-5}$
Schlauch + 2mm	$1.14(23) \cdot 10^{-4}$	$1.0(20) \cdot 10^{-5}$	$1.12(22) \cdot 10^{-4}$	$1.0(20) \cdot 10^{-5}$
Schlauch + 3mm	$5.74(77) \cdot 10^{-4}$	$3.4(30) \cdot 10^{-5}$	$5.42(69) \cdot 10^{-4}$	$3.4(30) \cdot 10^{-5}$

Tabelle 1: Theortische Werte

4 Diskussion