

Versuch 9: Adiabatexponent durchgeführt am 04.06.2004

Zielsetzung:

Ziel des Versuches ist es, den Adiabatexponenten κ von Ar und N_2 zu bestimmen.

Versuchsdurchführung:

Um den Adiabatexponenten der beiden Gase zu messen, wurde ein frei beweglicher zylindrischer Körper im Gasstrom zum Oszillieren gebracht, wobei er von einströmendem Gas (Ar oder N_2) zunächst angehoben wird, das Gas dann über eine Öffnung aus dem Rohr entweicht und der Körper zurückfällt, um erneut angehoben zu werden. Mit Hilfe einer Laserlichtschranke und eines elektronischen Zählers konnte die Anzahl der Schwingungen genau beobachtet werden.

Man misst je 3 mal pro Gas die Zeit für 500 Schwingungen und verwendet folgenden mathematischen Zusammenhang (siehe Praktikumsanleitung):

$$\kappa = \frac{4 \cdot m \cdot V}{T^2 \cdot p \cdot r^4} = \frac{4 \cdot m \cdot V}{T^2 \cdot \left(p_{Luft} + \frac{m \cdot g}{\pi \cdot r^2} \right) \cdot r^4}$$

Die physikalisch-chemische Definition des Adiabatexponenten κ ist der Quotient aus Wärmekapazität bei konstantem Druck C_p und Wärmekapazität bei konstantem Volumen C_v .

$$\kappa = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = \frac{f + 2}{f}$$

wobei f die Anzahl der Freiheitsgrade des betrachteten Moleküls ist. Bei Argon ist $f = 3$, da Ar als atomares Gas lediglich über 3 Translationsfreiheiten verfügt. Ein N_2 -Molekül hingegen verfügt neben 3 Translationsfreiheiten über 2 Rotationsfreiheiten sowie eine Vibrationsfreiheit und hat somit 6 Gesamtfreiheitsgrade.

Anhand dieser Überlegungen können die theoretischen Werte für κ leicht berechnet werden:

$$\kappa_{theorie}(N_2) = \frac{8}{6} = 1,33$$

$$\kappa_{theorie}(Ar) = \frac{5}{3} = 1,67$$

Mit den erhaltenen Messzeiten für 500 Schwingungen und der oben gezeigten Formel erhält man κ :

$$\kappa = \frac{4mV}{T^2 p r^4} = \frac{4 \cdot 4,5645 \cdot 10^{-3} \cdot (1,14 \pm 0,05) \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{t}{500}\right)^2 \left(95700 + \frac{4,5645 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81}{\pi \cdot ((5,95 \pm 0,025) \cdot 10^{-3})^2}\right) \cdot (5,95 \pm 0,025) \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{m^3 \cdot kg}{s^2 \cdot m^4}$$

wobei hier für t die einzelnen Messzeiten einzusetzen sind !

Folgende Ergebnistabelle wurde erhalten:

	Stickstoff	Argon						
Messung Nr.:	Zeit in sec	Zeit in sec	m [kg]	V [m ³]	R [m]	G [m/s ²]	p [Pa]	
1	180	164	4.5645E-003	1.14E-003	5.95E-003	9.81	95700	
2	177	163	4.5645E-003	1.14E-003	5.95E-003	9.81	95700	
3	177	163	4.5645E-003	1.14E-003	5.95E-003	9.81	95700	
Max	177	163	4.5645E-003	1.19E-003	5.98E-003	9.81	95700	
Min	177	163	4.5645E-003	1.09E-003	5.93E-003	9.81	95700	

Messung Nr.:

1 k= 1.333

2 k= 1.379

3 k= 1.379

Max k= 1.416

Min k= 1.341

Fehler +/- 0.037

Mittelwert: 1.364 +/-0,037 theor. Wert: 1.333

Varianz: 0.0007 Abweichung: 0.98 %

Standardabw.: 0.0263

Messung Nr.:

1 k= 1.606

2 k= 1.626

3 k= 1.626

Max k= 1.669

Min k= 1.581

Fehler +/- 0.044

Mittelwert: 1.619 +/-0,044 theor. Wert: 1.666

Varianz: 0.00013 Abweichung: 1.03 %

Standardabw.: 0.0114

Man sieht, dass die ermittelten Werte sehr nahe an den theoretischen liegen. Dies beeindruckt insbesondere angesichts des sehr einfachen Versuchsaufbaus!

v.d.Hoff
Wagner