Versuch 9 – Adiabatenexponent

Gruppe: 1
Name: Ondrej Burkacky
Doris Weber

Aufgabe

Es soll der Adiabatenexponent von Argon (Stickstoff war aus) $k = \frac{c_p}{c_v}$ bestimmt werden.

Versuchsdurchführung

Man misst den Adiabatenexponenten mittels eines Zylinders, der sich in einem Glasrohr befindet. Wird nun Gas in das Glasrohr geleitet, wird der Zylinder nach oben gedrückt, bis er sich oberhalb eines Schlitzes befindet, wo das Gas aus dem Rohr ausströmen kann. Danach fällt der Druck wieder ab und der Zylinder bewegt sich wieder nach unten. Die Bewegung des Zylinders wird mit einer Lichtschranke registriert.

Theorie

Würde sich der Zylinder genau in Ruhe befinden, wäre der Druck der Gassäule auf den Zylinder genau $p = p_L + \frac{mg}{pr^2}$.

Durch Differenzieren der Adiabatengleichung $pV^k = const.$ erhält man für kleine Δp und ΔV: $\Delta p = -kp\frac{\Delta V}{V}$. Setzt man nun für $\Delta V = pr^2 x$ ein, ergibt sich die Gleichung für einen harmonischen Oszillator (k=Federkonstante): $-\frac{kpp^2r^4}{V}x = -kx$ und daraus mit $\left(\frac{2p}{T}\right)^2 m = k$ eine Gleichung mit deren Hilfe sich k berechnen lässt: $k = \frac{4mV}{T^2pr^4}$.

Theoretisch lässt sich k über $k = \frac{C_p}{C_V} = \frac{C_v + R}{C_V} = \frac{f\frac{R}{2} + r}{f\frac{R}{2}} = \frac{f+2}{f}$ berechnen, wobei f der Anzahl der Terme, die den Energiegehalt des Gases beschreiben, entspricht. Bei Argon ist f=3 (dies gilt allgemein für ein monomolekulares Gas).

C_p ist die molare Wärmekapazität bei konstantem Druck und C_v die molare Wärmekapazität bei konstantem Volumen.

$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ $C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ mit T=Temperatur, U=Innere Energie, H=Enthalpie=U+pV

Auswertung

Es wurden dreimal die Zeiten für 500 Schwingungen gemessen:

t_1	t_2	t_3
161,72 s	161,63 s	161,09 s

der Außendruck wurde an der Wetterstation mit 0,9567 bar also 95670 Pa abgelesen.

des weiteren gilt:
$m=4{,}5645.10^{-3}$ kg
$V=(1{,}14\pm0{,}05).10^{-3}$ m^3
$g=9{,}81$ ms^{-2}
$r=(5{,}95\pm0{,}025).10^{-3}$ m

daraus ergibt sich für k :

$$k=\frac{4mV}{T^2(p_L+\frac{mg}{pr^2})r^4}=\frac{4.(4{,}5645.10^{-3}).(1{,}14\pm0{,}05)10^{-3}}{\left(\frac{t}{500}\right)^2\left(95670+\frac{4{,}5645.10^{-3}.9{,}81}{p((5{,}95\pm0{,}025)^2)}\right)(5{,}95\pm0{,}025)^4}\frac{m^3kg}{s^2\frac{kg}{s^2m}m^4}$$

für t_1 ist $k=1{,}652\pm0{,}044$
für t_2 ist $k=1{,}654\pm0{,}044$
für t_3 ist $k=1{,}665\pm0{,}044$

statistische Auswertung:
$\bar{x}=1{,}657$
$s_x=0{,}007$

theoretische Wert:

$$f=3\Rightarrow k=\frac{f+2}{f}=\frac{5}{3}=1{,}\dot{6}$$

dadurch ergibt sich ein Unterschied von ca. 0,00966... oder 0,58 %, was infolge der relativ einfachen Versuchsanordnung sehr gut ist.