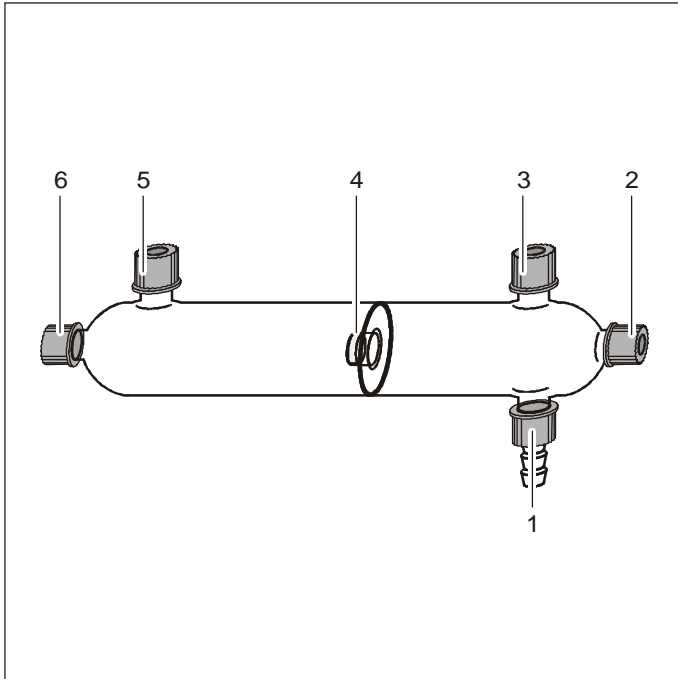


06/05-W97-Hke



- 1 Gaseintritt
- 2 Anschluss Thermoelement 1
- 3 Anschluss Drucksensor
- 4 Trennwand
- 5 Gasaustritt
- 6 Anschluss Thermoelement 2

1 Beschreibung

Das Joule-Thomson-Gerät dient der quantitativen Untersuchung des Joule-Thomson-Effektes und der Bestimmung des Joule-Thomson-Koeffizienten verschiedener Gase. Das Gerät besteht aus einem Glaszylinder, der durch eine Trennwand in zwei Kammern unterteilt ist. Bei der Strömung eines Gases durch als Drosselstelle eingesetzte Fritte stellt sich eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten ein. Dabei kühlt sich das Gas auf der Seite mit geringerem Druck ab.

Drucksensor und Temperaturfühler werden über GL-Verschraubungen mit Quetschringen angeschlossen. Auch Gaszufuhr und -abfuhr können gasdicht über GL-Verschraubungen erfolgen. Daher kann auch an kritischen Gasen gemessen werden, die man nicht der Raumluft zumischen darf.

Gebrauchsanweisung 371 56

Joule-Thomson-Gerät (371 56)

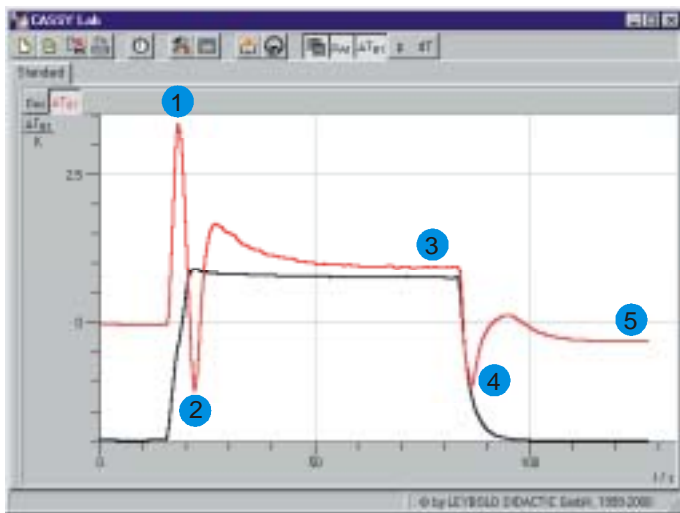
2 Technische Daten

Länge:	240 mm
Durchmesser:	35 mm
max. Überdruck:	1000 hPa
Frittdurchmesser	10 mm
Anschluss Thermoelemente:	2 GL14-Verschraubungen
Gaseintritt:	GL14-Verschraubung
Gasaustritt:	GL18-Verschraubung
Anschluss Drucksensor:	GL18-Verschraubung

3 Ausstattungsliste

1 Joule-Thomson-Gerät	371 56
2 Thermoelemente NiCr-Ni	666 216
1 Drucksensor	529 038
1 Sensor-CASSY	524 010
1 CASSY Lab	524 200
1 Temperatur-Box	524 045
1 B-Box	524 038
1 PC mit Windows 95 / NT oder höher	
1 Druckgasflasche Kohlendioxid oder	661 012
1 Druckgasflasche Stickstoff	661 013
1 Vakuumschlauch 2 m	307 68
1 Druckminderventil	661 018
1 Satz 10 Schlauchschellen	667 184

4 Funktionsweise:

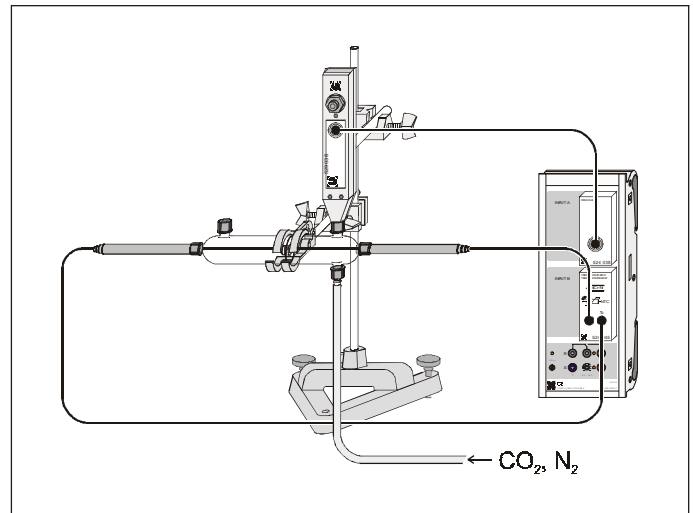


Beim Einströmen eines Gases in die Druckkammer des Joule-Thomson-Gerätes steigt die Temperaturdifferenz zwischen beiden Kammern wegen der adiabatischen Kompression in der Druckkammer schnell an (1). Da kühles Gas nachströmt, geht die Erwärmung des Gases in der Druckkammer bereits zurück, während das warme Gas die Expansionskammer erreicht. Daher herrscht dort für kurze Zeit eine höhere Temperatur als in der Druckkammer (2). Nach einer gewissen Zeit stellt sich bei einem gleichmäßigem Gasstrom die konstante Temperaturdifferenz ΔT ein (3).

Nach Abstellen der Gaszufuhr erhält man abermals eine starke adiabatische Temperaturänderung, diesmal infolge der Expansion (4) und nach einer gewissen Zeit die Konstante Temperaturdifferenz $\Delta T'$ (5), die noch etwas von null abweicht. Für die Auswertung ist die Differenz der Temperaturdifferenzen während und nach der Gasströmung zu bestimmen.

Die Temperaturmessung erfolgt mit zwei sehr dünnen, schnellen NiCr-Ni-Thermoelementen (666 216) als hochaufgelöste Differenzmessung. Daher erkennt man die adiabatischen Temperaturänderungen beim Auf- und Abbau des Druckes im Druckteil und es kann auf eine aufwendige Gastemperierung verzichtet werden. Bei computerunterstützter Aufzeichnung der Messwerte lässt sich die Einstellung des Gleichgewichtes sehr gut beurteilen. Dennoch sollten die Messungen in thermisch stabiler Umgebung durchgeführt werden.

5 Inbetriebnahme



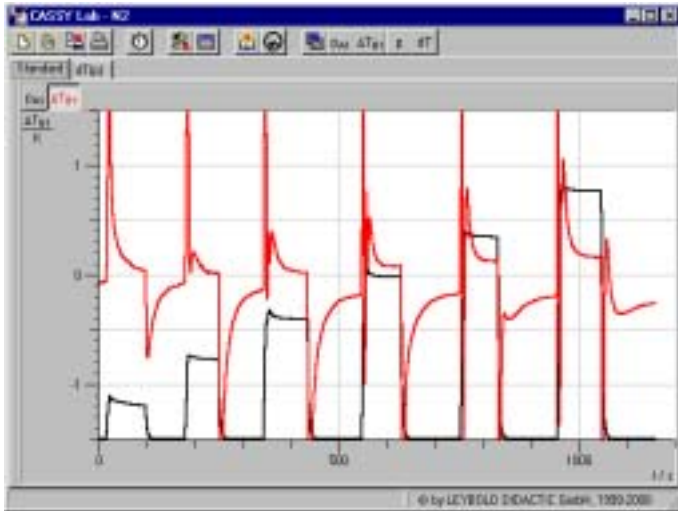
- Sensor-CASSY mit Temperatur-Box und B-Box ausrüsten.
- NiCr-Ni-Thermoelemente mit Quetschdichtung in den GL-Anschlüssen montieren, so dass beide mittig dicht an der Fritte sind, und an Temperatur-Box anschließen.
- Drucksensor ohne Schlauch ebenfalls mit Quetschdichtung montieren, in Stativmaterial halten und an B-Box anschließen.
- Druckgasflasche über Vakuumschlauch anschließen.

6 Durchführung

- Einige Minuten bis zur Einstellung eines thermischen Gleichgewichts abwarten.
- CASSY Lab starten und automatische Aufnahme mit Zeitintervall 200 ms oder 500 ms wählen.
- Druckgasflasche öffnen; mit Druckminderer und ggf. mit Niederdruckabsperrentil gewünschten Gasdruck p einstellen (ablesen in Druckanzeige des Drucksensors).
- Warten, bis konstante Temperaturdifferenz $\Delta T = T_2 - T_1$ erreicht ist.
- Gaszufuhr abstellen und warten, bis sich erneut konstante Temperaturdifferenz einstellt.
- Die beiden Temperaturdifferenzen ΔT und $\Delta T'$ notieren und deren Differenz berechnen.
- Messung mit anderem Gasdruck p wiederholen.

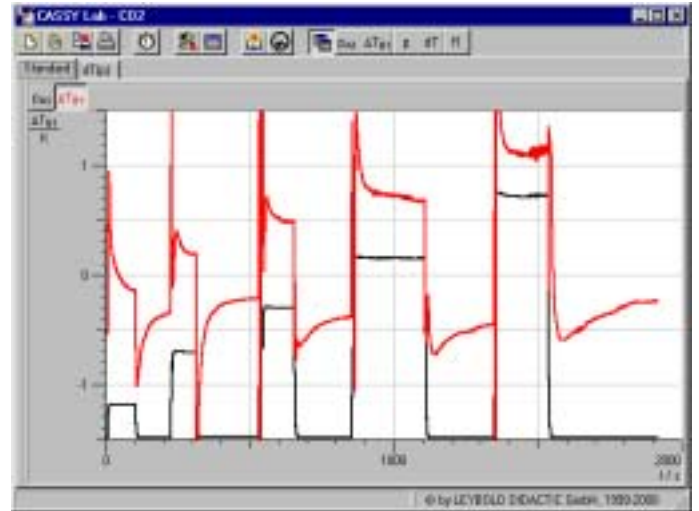
7 Ergebnisse

7.1 Stickstoff:

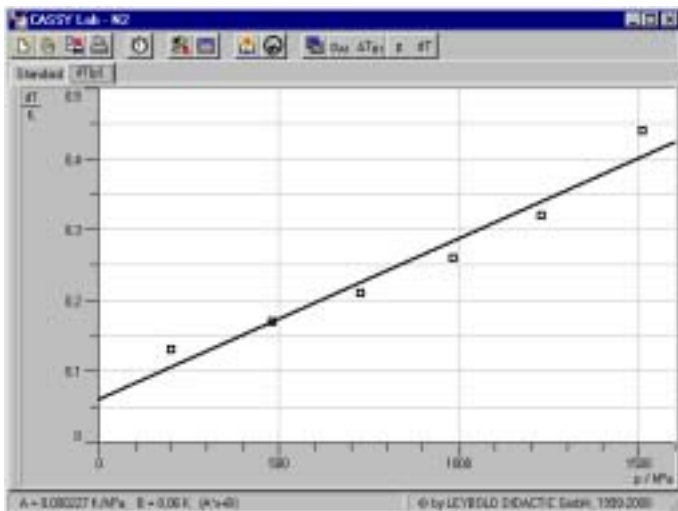


Druckdifferenz Δp und Temperaturdifferenz ΔT (zeitabhängig)

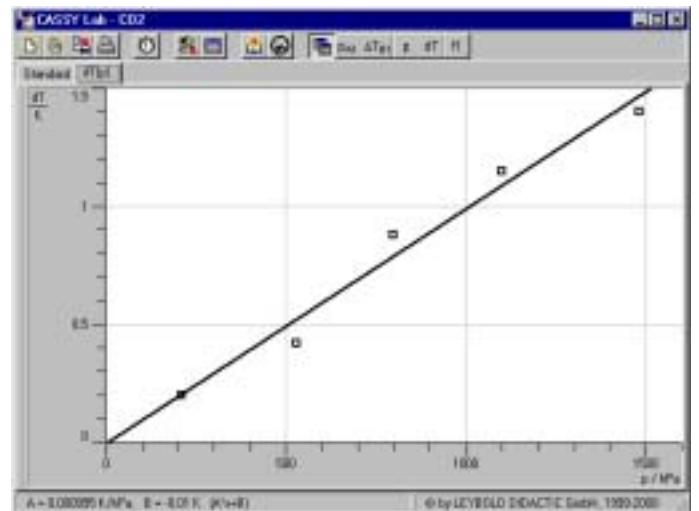
7.2 Kohlendioxid:



Druckdifferenz Δp und Temperaturdifferenz ΔT (zeitabhängig)



ΔT - Δp -Diagramm der Gleichgewichtswerte



ΔT - Δp -Diagramm der Gleichgewichtswerte

Joule-Thomson-Koeffizient

Durch Geradenanpassung experimentell bestimmter Wert:

$$\frac{\Delta T}{\Delta p} = 0,00023 \frac{\text{K}}{\text{hPa}}$$

Literaturwert: $\frac{\Delta T}{\Delta p} = 0,00023 \frac{\text{K}}{\text{hPa}}$

Joule-Thomson-Koeffizient

Durch Geradenanpassung experimentell bestimmter Wert:

$$\frac{\Delta T}{\Delta p} = 0,00100 \frac{\text{K}}{\text{hPa}}$$

Literaturwert: $\frac{\Delta T}{\Delta p} = 0,00109 \frac{\text{K}}{\text{hPa}}$