

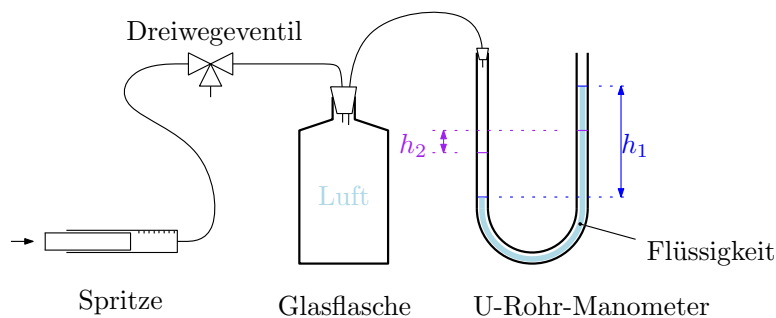
v2.4 - Adiabatenexponent von Luft

Versuch durchgeführt am 21.03.2013 von dn; Version vom 08.05.2013

Contents

- Durchführung
- Berechnung des Adiabatenexponents für Luft
- Laden der Messdaten
- Abschätzung der Messunsicherheiten
- Lineare Regression
- Grafische Darstellung der Werte
- Ergebnisse
- Fazit
- Copyright

Durchführung



- Die Spritze wird auf ein Anfangsvolumen (z.B. 100ml) aufgezogen
- Das Volumen der Spritze wird in die 5l-Flasche gedrückt
- Nachdem die Flüssigkeitssäule zum Stillstand gekommen ist, wird die Höhendifferenz h_1 abgelesen
- Der Druck wird dem Umgebungsluftdruck angeglichen (Luft herauslassen) → bei Ausgleich der Flüssigkeitssäulen: Belüftung wieder schliessen → warten bis die isochore Expansion beendet ist → h_2 ablesen
- Den Vorgang für andere Anfangsvolumina wiederholen

Den Adiabatenexponenten κ erhält man aus den Höhendifferenzen der Flüssigkeitssäulen gemäss Gleichung (siehe Versuchsanleitung)

$$\kappa = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

oder durch lineare Regression in einem h_1 vs. Δh -Diagramm, wobei $\Delta h = h_1 - h_2$ ist.

Aus der Steigung der Regressionsgeraden wird der Adiabatenkoeffizient κ für Luft bestimmt. Für Luft ergibt sich laut Theorie (Wärmelehre) ein Wert von $\kappa_{theoret.} \approx 1.400$.

```

% Initialisierungsoptionen für MATLAB
clear all;           % Löschen alter Variablen
close all;          % Schliessen der Fenster
clc                 % Löschen der Ausgaben im Kommandofenster

```

Berechnung des Adiabatenexponents für Luft

Siehe Literatur zur Wärmelehre (z.B. [Tipler], [Demtröder] etc.)

```

f = 5;              % Anzahl der Freiheitsgrade für
                   % zweiatomige Moleküle (z.B. N2 oder O2)
kappa = (f+2)/f;   % Berechneter Wert für Kappa

```

Laden der Messdaten

Es werden die Messwerte aus der Datei messdaten_nachmessung.txt geladen.

```

load messdaten_nachmessung.txt; % Laden der Messwerte aus einer Datei
h1 = messdaten_nachmessung(:,2); % 2. Spalte -> h1 in mm
h2 = messdaten_nachmessung(:,3); % 3. Spalte -> h2 in mm
dh = h1-h2;                    % Delta h in mm

```

Abschätzung der Messunsicherheiten

Ich habe Messunsicherheiten in h_1 und h_2 . Die Ableseungenauigkeit beträgt $\Delta h = \pm 0.5\text{mm}$ bzw. halbe Skala.

```

errh = 0.5;        % Messunsicherheit der Höhe in mm
errh = errh*ones(length(h1),1); % Erstellen eines Zeilenvektors

```

Lineare Regression

Die lineare Regression erfolgt nach Fehlerrechnungsskript [Niehuus2005]. Nachdem die Fit-Parameter (Steigung m und Achsenabschnitt b) ermittelt wurden, wird eine Fit-Gerade erzeugt.

```

[m, dm, b, db, r] = niehuus(dh,h1);
t95 = 2.26;        % Erweiterungsfaktor für die Unsicherheiten
dm = t95*dm; db = t95*db; % von m und b für t_95% (n = 10 Messwerte)

x = 0:max(dh)/100:max(dh); % Generieren der x-Werte
y = m.*x + b;             % Erzeugung der Fit-Geraden
dy1 = (m+dm).*x + (b+db); % Fehlerintervalle für die Fit-Gerade
dy2 = (m-dm).*x + (b-db);

```

Grafische Darstellung der Werte

Nach der Regression können nun die Messwerte und Fit-Gerade grafisch in einem Diagramm dargestellt werden. Die Fehlerbalken werden nicht angezeigt, sie verschwinden in den Messpunkten. Der folgende MATLAB-Code dient der Anpassung des Diagramms, also zur Beschriftung der Achsen, Achsenskalierung etc.

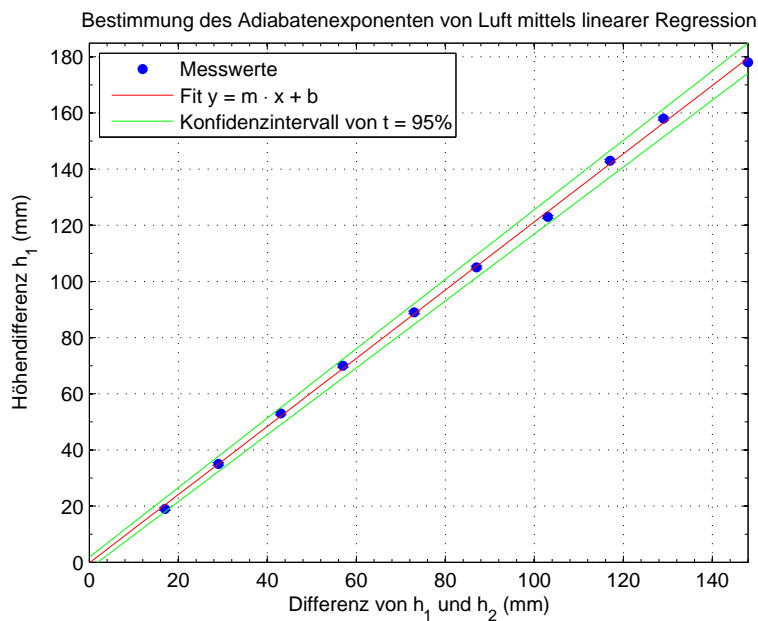
```

hold on;
hMesswerte = errorbar(dh,h1,errh,'kx');
hFit = plot(x,y,'r-',x,dy1,'g-',x,dy2,'g-');

title('Bestimmung des Adiabatenexponenten von Luft mittels linearer Regression');
xlabel('Differenz von h_1 und h_2 (mm)');
ylabel('Höhendifferenz h_1 (mm)');
legend('Messwerte','Fit y = m \cdot x + b', ...
      'Konfidenzintervall von t = 95%', ...
      'Location','NorthWest')

% Zusätzliche MATLAB-Parameter für die Grafiken
set(hMesswerte, ...
    'Color','b', ...
    'Marker','.', ...
    'MarkerSize',15, ...
    'LineStyle','none');
set(gca, ...
    'XGrid','on',...
    'YGrid','on',...
    'XLim',[0 max(dh)],...
    'YLim',[0 max(dy1)],...
    'XMinorTick','on',...
    'YMinorTick','on',...
    'Box','on');
hold off;

```



Ergebnisse

Ergebnis der linearen Regression zu $y = m \cdot x + b$. Die Vertrauensbereiche sind mit einer statistischen Sicherheit von 95% angegeben.

```
fprintf('y = (%g +/- %g)mm^-1 * x + (%g +/- %g) \n',m,dm,b,db);
```

```
y = (1.21415 +/- 0.0226276)mm^-1 * x + (-0.195893 +/- 2.04863)
```

Der Adiabatenexponent κ wurde aus der Steigung m der Geraden ermittelt. Das Ergebnis lautet somit (ohne Rundung)

```
fprintf('Adiabatenexponent: kappa = (%g +/- %g) \n',m,dm);
```

```
Adiabatenexponent: kappa = (1.21415 +/- 0.0226276)
```

Relative Abweichung f vom berechneten Wert für κ (in Prozent)

```
f = (m/kappa - 1)*100;
```

```
fprintf('Rel. Abweichung vom berechneten Wert: %g %% \n',f);
```

```
Rel. Abweichung vom berechneten Wert: -13.2753 %
```

Fazit

Der berechnete Wert von $\kappa = 1.4$ konnte auch nicht innerhalb der Fehlergrenzen bestimmt werden. Dieser Wert wurde unter der Annahme berechnet, dass es sich bei Luft um ein ideales Gas handelt. Die Dichtigkeit der Apparatur spielt eine große Rolle, so musste der Versuch wiederholt werden, da der Dreiwegehahn undicht war und die Messergebnisse verfälscht hatte. Eine Fehlerquelle ist ebenfalls zu kurze Wartezeit bei der isochoren Expansion.

Copyright

Dieses Werk bzw. Inhalt steht unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland Lizenz.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>

