Theoretische Physik II

Mechanik, Quantenmechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und Statistische Physik

Blatt 15: Thermodynamik I

PD Dr. Hans-Reinhard Berger
Raum 2/P311, ☎ 531-34639
✉ berger@physik.tu-chemnitz.de
Martin Puschmann
Raum 2/P314, ☎ 531-33238
✉ martin.puschmann@physik.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/physik/THUS/de/lehre/TP2.php

2015/16

---

01 Zeigen Sie, dass zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$, dem isochoren Spannungskoeffizienten $\beta = \frac{1}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$, der isothermen Kompressibilität $\chi = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$ und dem Druck p eines idealen Gases die Beziehung $\alpha = p\beta\chi$ gilt für

a) den allgemeinen Fall,

b) die Zustandsgleichung ideales Gas: $nRT = pV$ und

c) die Redlich-Kwong-Zustandsgleichung: (nutzen Sie Blatt 14 **02** und evtl. `Mathematica`)

$$RT = \left(p + \frac{a}{\sqrt{T}V(V+b)}\right)(V-b)$$

02 Es ist zu zeigen, dass für ein homogenes System zwischen adiabatischer und isothermer Kompressibilität der folgende Zusammenhang besteht.

$$\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_{\mathrm{ad}} = \frac{c_V}{c_p}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$$

03 Welche Arbeit ist notwendig, um eine bestimmte Menge eines idealen Gases mit konstanter Wärmekapazität C_V adiabatisch von V_1 auf $V_2 < V_1$ zu komprimieren? Die Anfangstemperatur sei T_1.

15

04 Volumenarbeit $W = -\int p\mathrm{d}V$:

a) Ein ideales Gas

$$pV = NkT = nRT$$

werde einmal isotherm $T = T_0$ und einmal adiabatisch $\frac{T}{T_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{1-\gamma}$ mit $\gamma = \frac{5}{3}$ auf das Volumen $V_e = \alpha V_0$ komprimiert. Man vergleiche die für beide Prozesse benötigte Arbeit.

b) Berechnen Sie in Analogie zu a) die Volumenarbeit eines isothermen Komprimierungsvorganges für ein Van-der Waals-Gas mit

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \quad .$$

Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem des idealen Gases.