3. Übung zur Thermodynamik und Statistik WS2011/12

Ausgabe: 25. Oktober 2011 Priv.-Doz. Dr. U. Löw

Abgabe: 3. November 2011 bis $13\underline{00}$ Uhr

Hausaufgabe 1: Thermodynamische Relation

4 Punkte

Beweisen Sie, dass zwischen der adiabatischen ($\delta Q = 0$) und isothermen Kompressibilität

$$\kappa_{\rm ad} := -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p} \bigg|_{\rm ad}, \quad \kappa_T := -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p} \bigg|_T$$
(1)

die Relation

$$\frac{\kappa_T}{\kappa_{\rm ad}} = \frac{C_p}{C_V} \tag{2}$$

besteht, wobei C_p und C_V die Wärmekapazitäten sind.

Hausaufgabe 2: Wärmepumpe

4 Punkte

Wir wollen eine Wärmepumpe durch einen Carnot-Prozess beschreiben. Aus dem Reservoir 1 (Erdboden) der Temperatur T_1 soll über einen Carnot-Prozess die Wärmemenge ΔQ_2 in ein Reservoir 2 (Heizung) der Temperatur T_2 gepumpt werden.

Die Bodentemperatur sei durch $T_1 = 5^{\circ}$ C gegeben und um das Haus bei diesen Temperaturen anständig zu heizen sei $T_2 = 45^{\circ}$ C. Berechnen Sie die Leistungszahl der Wärmepumpe, die durch das Verhältnis der abgegebenen Wärmemenge zur aufgewendeten Arbeit ΔW gegeben ist. Würde sich eine solche Wärmepumpe bei den handelsüblichen Strom- und Gaspreisen lohnen?

Hausaufgabe 3: Zweite Hauptsatz

3 Punkte

Zeigen Sie, dass die in der Vorlesung besprochenen Sätze von Kelvin und Clausius äquivalent sind. *Hinweis*: Beweisen Sie es durch Widerspruch.

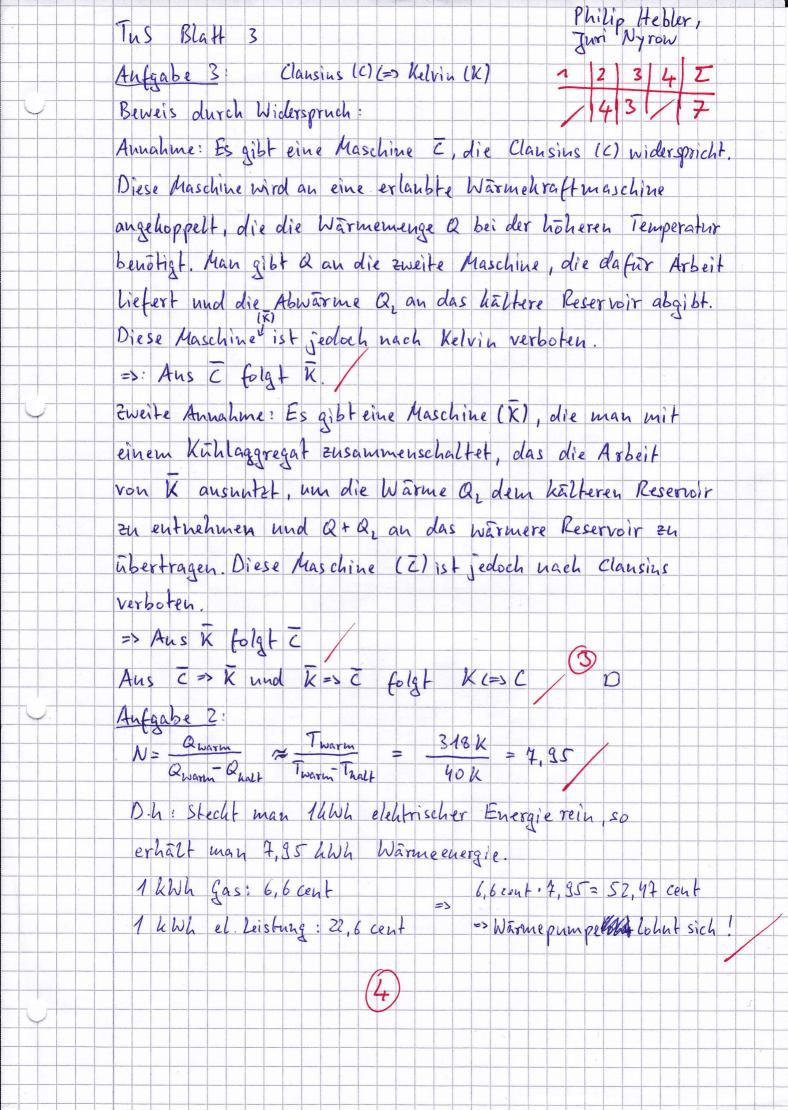
Hausaufgabe 4: Beziehung zwischen c_p und α

4 Punkte

Zeigen Sie die Beziehung

$$TdS = c_p dT - \alpha T V dp. \tag{3}$$

Hier ist α der thermische Expansionskoeffizient, T die Temperatur, c_p die spezifische Wärme bei konstanten Druck, V das Volumen und S die Entropie.



10.444 The Shatt 3

At
$$x_T = c_P$$
 $x_{ad} = c_V$
 $x_{ad} = -v$
 $x_{ad} = -v$