

Übungsblatt 10  
für 27.6/30.6

**Übungen zu Physik II: Mo. 8-10 Uhr und Do. 8-10 Uhr**  
*H. F. Arlinghaus, R. Friedrich, Veranstaltung Nr. 110927, SS 2005*

*<http://pauli.uni-muenster.de/menu/Arbeitsgebiete/friedrich.html>*  
\*=Aufgaben aus der Experimentalphysik

SCHRIFTLICH:

**Aufgabe 1: Entropie 1\* (2 P)**

Wie groß ist die Entropiezunahme von 10 kg Eis der Temperatur  $T = -20^\circ\text{C}$ , wenn es in siedendes Wasser der Temperatur  $T = 100^\circ\text{C}$  überführt wird? Die spezifische Wärmekapazität von Eis hat den Wert  $c_{\text{Eis}} = 2,09 \text{ J/g K}$  und die von Wasser  $c_{\text{Wasser}} = 4,18 \text{ J/g K}$ . Die Schmelzwärme von Eis beträgt  $Q_{\text{fest-flüssig}} = 334 \text{ J/g}$ .

**Aufgabe 2: Entropie 2\* (2 P)**

Zwei Eisenwürfel einer Masse von je 1 kg mit den Temperaturen  $T_1 = 100^\circ\text{C}$  und  $T_2 = 0^\circ\text{C}$  berühren sich längs einer Würfelfläche; sie sind sonst nach außen völlig wärmeisoliert. Zeigen Sie, dass dem eintretenden Wärmeaustausch, der nicht reversibel ist, eine Zunahme der Entropie  $\Delta S$  des Systems entspricht und berechnen Sie diese. Die spezifische Wärmekapazität von Eisen hat den Wert  $c_{\text{Fe}} = 0,46 \text{ J/g K}$ .

### Aufgabe 3: Otto Kreisprozeß

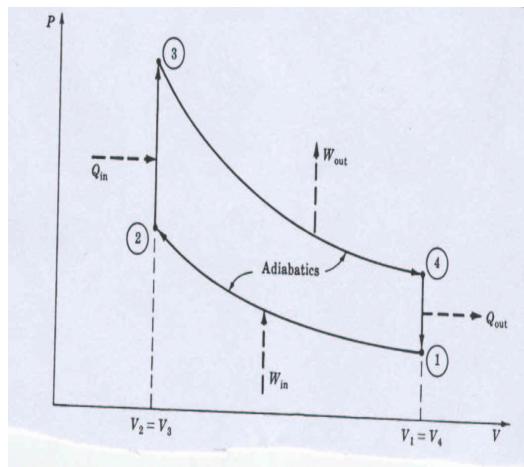
Man betrachte einen Kreisprozeß, der sich gemäß der Abbildung aus zwei Zustandsänderungen bei konstantem Volumen und zwei adiabatischen Zustandsänderungen zusammensetzt. Man nehme an, daß es sich um reversible Zustandsänderungen handelt und als Arbeitsmedium ein ideales Gas verwendet wird.

a) Es sei  $U(i)$  die innere Energie des Gases im Zustand  $i$  und  $\Delta U_{ik} = U(k) - U(i)$  die Änderung der inneren Energie, wenn vom Zustand  $i$  in den Zustand  $k$  übergegangen wird. Es sei  $W_{ik}$  die vom Gas während einer Zustandsänderung  $i \rightarrow k$  geleistet Arbeit und  $Q_{ik}$  die vom Gas während einer Zustandsänderung  $i \rightarrow k$  aufgenommenen Wärme. Geben Sie  $Q_{ik}$ ,  $W_{ik}$  und  $\Delta U_{ik}$  als Funktion der Temperaturen  $T_1, T_2, T_3, T_4$  für die vier Schritte des Kreisprozesses in Form einer Tabelle an. (4 P)

Schritt	$Q_{ik}$	$W_{ik}$	$\Delta U_{ik}$
$1 \rightarrow 2$			
$2 \rightarrow 3$			
$3 \rightarrow 4$			
$4 \rightarrow 1$			

b) Bestimmen Sie den Wirkungsgrad  $\eta$  als Funktion der Temperaturen  $T_1, T_2, T_3, T_4$ . (1 P)

c) Verwenden Sie die Adiabatengleichung des idealen Gases um  $T_3$  und  $T_4$  zu eliminieren (d.h. mit Hilfe von  $T_1$  und  $T_2$  auszudrücken). Bestimmen Sie auf diese Weise  $\eta$  als Funktion von  $T_1$  und  $T_2$ . (2 P)



MÜNDLICH:

**Aufgabe 4: Diesel Kreisprozeß**

Man betrachte einen Kreisprozeß, der sich gemäß der Abbildung aus zwei adiabatischen Zustandsänderungen, einer isobaren Zustandsänderung und einer Zustandsänderungen bei konstantem Volumen zusammensetzt. Man nehme an, daß es sich um reversible Zustandsänderungen handelt und als Arbeitsmedium ein ideales Gas verwendet wird.

a) Geben Sie  $Q_{ik}$ ,  $W_{ik}$  und  $\Delta U_{ik}$  (siehe auch Aufgabe S1) als Funktion der Temperaturen  $T_1, T_2, T_3, T_4$  und der Volumen  $V_1, V_2, V_3, V_4$  für die vier Schritte des Kreisprozesses in Form einer Tabelle an. (4 P)

Schritt	$Q_{ik}$	$W_{ik}$	$\Delta U_{ik}$
$1 \rightarrow 2$			
$2 \rightarrow 3$			
$3 \rightarrow 4$			
$4 \rightarrow 1$			

b) Bestimmen Sie den Wirkungsgrad  $\eta$  als Funktion der Temperaturen  $T_1, T_2, T_3, T_4$  und der Volumen  $V_1, V_2, V_3, V_4$ . (1 P)

c) Verwenden Sie die Zustandsgleichung des idealen Gases um die Volumen mit Hilfe der Temperaturen auszudrücken und bestimmen Sie so  $\eta$  als Funktion von  $T_1, T_2, T_3, T_4$ . (2 P)

d) Verwenden Sie die Adiabatengleichung des idealen Gases, um die Temperaturen durch die Volumen auszudrücken und bestimmen Sie so  $\eta$  als Funktion von  $V_1, V_2, V_3, V_4$ . (2 P)

