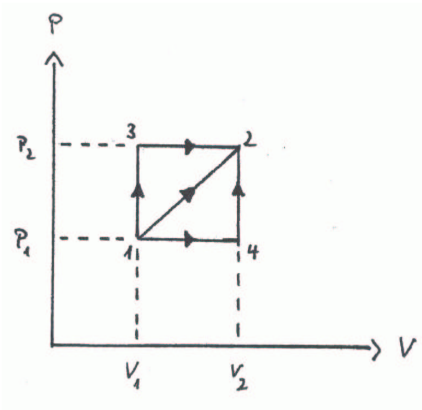
Übungsblatt 8
für 13.6/16.6
Übungen zu Physik II: Mo. 8-10 Uhr und Do. 8-10 Uhr
H. F. Arlinghaus, R. Friedrich, Veranstaltung Nr. 110927, SS 2005
http : //pauli.uni – muenster.de/menu/Arbeitsgebiete/friedrich.html
*=Aufgaben aus der Experimentalphysik
SCHRIFTLICH:

Aufgabe 1: Wärmeleitung* (2 P)
Ein 2 m langer Kupferstab hat einen kreisförmigen Querschnitt mit dem Radius 1 cm. Ein Ende wird auf 100 °C gehalten, das andere auf 0 °C. Die Mantelfläche des Stabs ist isoliert, so dass die über sie abfließende Wärme vernachlässigt werden kann. Berechnen Sie a) den Wärmewiderstand des Stabs, b) den Wärmestrom I, c) den Temperaturgradienten $\Delta T/\Delta x$ und d) die Temperatur des Stabs beim Abstand 25 cm vom heißen Ende. Die Wärmeleitfähigkeit von Kupfer beträgt $\lambda = 401\,\mathrm{W/mK}$.

Aufgabe 2: Wärmekapazität* (1 P)
Ein Fahrzeug mit einer Masse von 1400 kg wird aus einer Geschwindigkeit von 80 km/h mit der Bremse und eingeschaltetem ABS zum Stehen gebracht. Aus wie viel Kilogramm Stahl müssen die Bremsscheiben des Fahrzeugs mindestens bestehen, wenn sie sich bei der beschriebenen Abbremsung höchstens um 120 °C erwärmen sollen? Die spezifische Wärmekapazität von Stahl beträgt 0,46 J/gK.

Aufgabe 3: Zustandsänderungen eines idealen Gases* (3 P)
Ein ideales Gas werde vom Zustand 1 ($V_1 = 1\,\mathrm{l}$, $p_1 = 1 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$, $T_1 = 300\,\mathrm{K}$) in den Zustand 2 ($V_2 = 2\,\mathrm{l}$, $p_2 = 2 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$, $T_2 = ?\,\mathrm{K}$) überführt. Die Wärmekapazität der gegebenen Gasmenge bei konstantem Volumen sei $n \cdot C_{m,V} = m \cdot c_V = 0{,}5\,\mathrm{J/K}$.

a) Berechnen Sie für den Weg $1 \to 3 \to 2$ (siehe Skizze) die Änderung ΔU der inneren Energie, die vom Gas verrichtete Expansionsarbeit $\int p\,dV = -W$ und die zuzuführende Wärmemenge Q.



b) Berechnen Sie ΔU, Q und $-W$ für den Weg $1 \to 4 \to 2$.

c) Was ergibt sich für ΔU, Q und $-W$ beim direkten Weg $1 \to 2$?

MÜNDLICH:

Aufgabe 4: Adiabatengleichung des idealen Gases (2 P)
Die Zustandsgleichung des idealen Gases lautet

$$Pv = RT \tag{1}$$

wobei v das molare Volumen des Gases sei ($v = V/N$) und P der Druck. Mit Hilfe der isothermen und adiabatischen Kompressibilität (κ_T und κ_S) kann man ferner den Koeffizienten

$$\gamma = \frac{\kappa_T}{\kappa_S} = \left.\frac{\partial v}{\partial P}\right|_T \left.\frac{\partial P}{\partial v}\right|_S \tag{2}$$

definieren. Zeigen Sie mit Hilfe von Gln. (1) und (2), daß für reversible adiabatische Zustandsänderungen (d.h. S=konst) für das ideale Gas gilt

$$P_1 v_1^\gamma = P_2 v_2^\gamma \ , \ \ Pv^\gamma = \text{konst} \tag{3}$$

$$Tv^{\gamma-1} = \text{konst'} \tag{4}$$

$$P^{1-\gamma}T^\gamma = \text{konst''} \tag{5}$$

Man nennt Gl. (3) die Adiabatengleichung des idealen Gases.

Aufgabe 5: Dietrici-Gas
Die Zustandsgleichung für 1 Mol des Dietrici-Gases lautet

$$P = \frac{RT}{v-b}\exp\{-a/(RTv)\} \tag{6}$$

wobei v das molare Volumen $v = V/N$ ist und $a, b > 0$ gilt.

a) Bestimmen Sie wie beim van der Waals-Gas (siehe Übungsblatt 7) den kritischen Punkt (T_k, P_k, v_k). (2 P)

b) Zeichnen Sie $P(v)$ für $T < T_k$, $T = T_k$ und $T > T_k$. (1 P)

c) Geben Sie die Zustandsgleichung in reduzierten Größen $T_r = T/T_k$, $P_r = P/P_k$, $v_r = v/v_k$ an. (2 P)

Aufgabe 6: Isotherme Expansion des Van der Waals-Gases (1 P)
Berechnen Sie die Arbeit bei der isothermen Expansion eines nichtidealen Gases, das durch die van der Waals-Gleichung

$$\left(P + a\frac{N^2}{V^2}\right)(V - Nb) = NRT \tag{7}$$

beschreiben wird.