

# Thermodynamik & Statistische Physik

FSU Jena - SS 2003  
Klausur - Aufgabenstellung

04.07.2003

## Aufgabe 01 (10P)

Geben Sie die Adiabaten Gleichung des van der Waals-Gases (in  $TV$  oder  $PV$ -Form) an. Zur Bestimmung der dazu benötigten kalorischen Zustandsgleichung nehmen sie an, dass die Wärmekapazität  $C_V$  eine Konstante ist.

## Aufgabe 02 (10P)

Gegeben sei ein Seifenfilm, der in einem Drahtrahmen eingespannt ist. Der Bügel auf der rechten Seite des Rahmens sei frei beweglich. An ihm greift die Spannkraft  $\vec{K}_S$  an, die durch die Oberflächenspannung  $\sigma$  der Seifenlamelle hervorgerufen wird. Da die Lamelle zwei Oberflächen hat, ist  $\vec{K}_S = -2\sigma L\vec{e}$ .

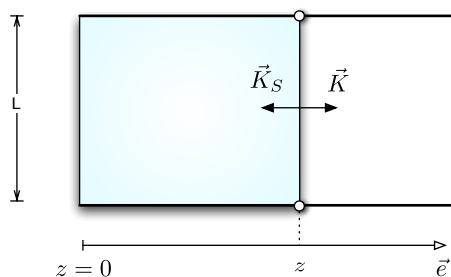


Abbildung 1: Zur Aufgabe 02

Wird am Bügel in  $\vec{e}$ -Richtung gezogen, so wird am System die Arbeit  $\delta W = \vec{K} \cdot \vec{r} = K dz$  mit  $K = K(z, T) = 2\sigma L$  (thermische Zustandsgleichung, da  $\sigma = \sigma(z, T)$ ) geleistet.

- Wie groß ist die Wärmemenge  $Q$ , die dem Seifenfilm zugeführt wird, wenn dieser isotherm (bei  $T = T_0$ ) von  $z = 0$  bis zur Länge  $z$  ausgedehnt wird?
- Setzen Sie danach  $\sigma(z, T) = \sigma_0 - aT$ , wobei  $\sigma_0$  und  $a$  von  $z$  und  $T$  unabhängige Konstanten sind und berechnen Sie dann die ausgetauschte Wärmemenge  $Q$  für den oben geschilderten Prozess!

### Aufgabe 03 (20P)

Berechnen Sie den Wirkungsgrad  $\eta$  eines idealisierten Otto-Motors mit einem Verdichtungsverhältnis  $\varepsilon$  von 1:8. Als Arbeits-substanz soll ein ideales Gas mit der Wärmekapazität  $C_V = \frac{5}{2}Nk$  (Stickstoff) verwendet werden. Der zugehörige schematische Kreisprozess hat folgende Gestalt:

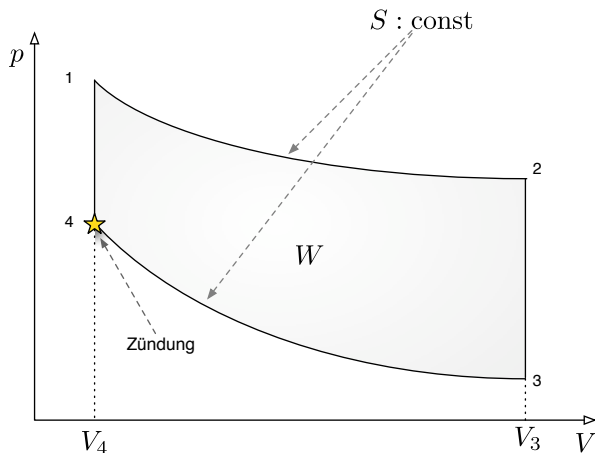


Abbildung 2: Zur Aufgabe 03

### Aufgabe 04 (10P)

Ein thermodynamisches System bestehe aus zwei Festkörpern unterschiedlicher Temperatur (und unterschiedlicher, aber fester Teilchenzahl). Für hinreichend hohe Temperaturen lauten die Zustandsgleichungen (ZGL) eines Festkörpers in vereinfachter Form  $p = 0$  (thermische ZGL) und  $U = CT$  (kalorische ZGL,  $C = 3Nk$  : Dulong-Petit-Gesetz).

Die beiden Körper sind zunächst durch eine wärmeisolierende Wand getrennt. Nach entfernen der Wärmeisolation stellt sich ein neues thermodynamisches Gleichgewicht ein. Man ermittle die Gleichgewichtsbedingung und zeige, dass dies ein stabiles Gleichgewicht ist.

### Aufgabe 05 (10P)

Man ermittle die Anzahl  $\Omega$  der Mikrozustände und gebe die zugehörige Entropie  $S$  an, wenn  $N$  ortsfeste Moleküle im Volumen  $V$  nur die beiden Energieniveaus  $E_1$  bzw.  $E_2$  besetzen können.

Wie groß ist die Temperatur des Systems, insbesondere in den Fällen

- $N_1 = N, N_2 = 0$
- $N_1 = N/2, N_2 = N/2$
- $N_1 < N/2, N_2 > N/2$

?