

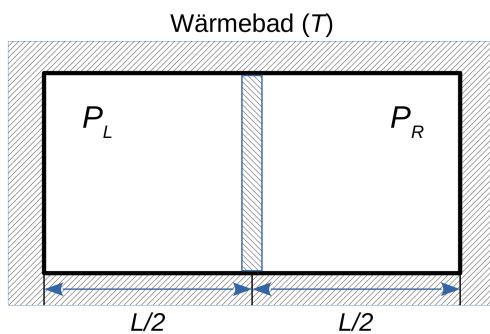
## Blatt №3

Dr. Vladislav Borisov <borisov@itp.uni-frankfurt.de>

Aufzeichnung der Vorlesung ist verfügbar unter dem Link:  
<https://video.uni-frankfurt.de/Mediasite/Catalog/catalogs/201718wsfb13tp5>.

### Aufgabe 7 (Entropieänderung)

(8 Pkte.)



Betrachten wir ein zylinderförmiges Gefäß mit der Länge  $L$  und dem Volumen  $V_0$ , das durch einen dünnen und masselosen Stempel in zwei Bereiche geteilt ist. Am Anfang ist der Stempel genau in der Mitte fixiert. Die linke Hälfte enthält Heliumgas unter Druck  $P_L = P_0$  und die rechte Hälfte enthält das gleiche Gas unter Druck  $P_R = P_0/2$ . Das Gefäß ist im Gleichgewicht mit einem Wärmebad der Temperatur  $T$ . Die Klemmen werden gelöst und der Stempel bewegt sich reibungslos, bis ein neues Gleichgewicht erreicht wird.

- Bestimmen Sie die neue Position vom Stempel. Nehmen Sie an, dass die Temperatur im gesamten Prozess konstant bleibt. (2 Pkte.)
- Wie groß ist der Wärmeaustausch zwischen dem Gas und dem Wärmebad? (4 Pkte.)
- Berechnen Sie die gesamte Entropieänderung vom Gas im Gefäß. Welche Aussage kann man über die Entropie vom System "Gefäß + Wärmebad" treffen? (2 Pkte.)

*Hinweis: verwenden Sie den Ausdruck für die Entropie eines idealen Gases aus der Vorlesung:*

$$S(T, V) = S(T_0, V_0) + \frac{3nR}{2} \log\left(\frac{T}{T_0}\right) + nR \log\left(\frac{V}{V_0}\right)$$

### Aufgabe 8 (Thermisches Gleichgewicht)

(5 Pkte.)

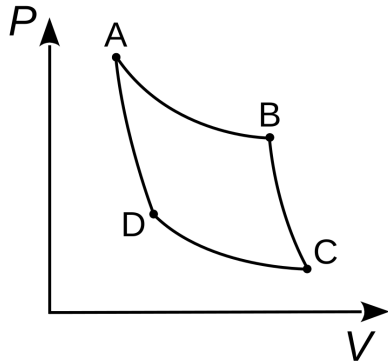
Zwei Festkörper A und B mit unterschiedlichen Wärmekapazitäten  $C_V^A$  und  $C_V^B$  und den Anfangstemperaturen  $T_A \neq T_B$  werden in thermischen Kontakt gebracht. Das ganze System ist isoliert von ihrer Umgebung. Unter der Annahme, dass die beiden Wärmekapazitäten temperaturunabhängig sind und dass die Volumina der beiden Festkörper konstant bleiben, berechnen Sie:

- die Gleichgewichtstemperatur vom System; (2 Pkte.)

- b) die gesamte Entropieänderung. Zeigen Sie, dass  $\Delta S > 0$  für beliebige positive Werte von  $C_V^A$ ,  $C_V^B$ ,  $T_A$  und  $T_B$ . (3 Pkte.)

**Aufgabe 9** (Carnot-Prozess)

(7 Pkte.)



Betrachten wir den Carnot-Prozess für ein ideales Gas mit der maximalen Temperatur  $T_1$  und der minimalen Temperatur  $T_2$ . Die interne Energie vom Gas ist gegeben durch  $U = \frac{3}{2}Nk_B T$ . Während der isothermen Expansion ( $A \rightarrow B$ ) ändert sich das Volumen um Faktor  $r = V_B/V_A$ . Bestimmen Sie folgende Größen als Funktionen der Parameter  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $r$  und der Anzahl der Gasteilchen  $N$ :

- die vom Gas geleistete Arbeit  $W$  im gesamten Prozess; (3 Pkte.)
- die zugeführte Wärme  $Q_1$ ; (2 Pkte.)
- die Effizienz  $\eta = W/Q_1$ . (1 Pkt.)

Zeichnen Sie das  $T$ - $S$ -Diagramm des Carnot-Prozesses und diskutieren Sie, bei welchen Schritten Arbeit geleistet oder Wärme zugeführt wird. (1 Pkt.)