Technische Universität Berlin – Institut für Theoretische Physik
http://www.tu-berlin.de/?thermo16

27. April 2016

Prof. Dr. Holger Stark
Johannes Blaschke, Jakob Löber, Torben Winzer, Maria Zeitz

2. Übungsblatt – TPIV: Thermodynamik und statistische Physik

Abgabe: Fr. 06.05.2016 bis 08:30 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

M **Aufgabe 4:** *Zustandsfunktionen*

Ein thermodynamisches System habe die innere Energie

$$U = \alpha \frac{S^3}{NV}.$$

(a) Berechnen Sie die Zustandsfunktionen T, P und μ und vergewissern Sie sich, dass es intensive Größen sind.

(b) Berechnen Sie das chemische Potential μ in Abhängigkeit von T, V und N.

(c) Zeichnen Sie qualitativ zwei Isothermen ($T =$const.) in ein P-V-Diagramm. Welche Kurve gehört zur höheren Temperatur?

S **Aufgabe 5 (12 Punkte):** *Gasgleichung*

Ein homogenes System sei durch die Zustandsgrößen P und T eindeutig charakterisiert. Sind V und Q mit den Differentialen

$$dV = \frac{R}{P}dT - \frac{RT}{P^2}dP \tag{1}$$

$$dQ = \frac{5}{2}RdT - \frac{RT}{P}dP \tag{2}$$

(wobei R die universelle Gaskonstante sei) ebenfalls Zustandsgrößen? Prüfen Sie dazu, ob es die Zustandsgleichungen $V(P,T)$ und $Q(P,T)$ gibt. Falls nicht, so suchen Sie einen integrierenden Faktor $\mu(P,T)$, so dass das Differential

$$dY = \mu(P,T)dX$$

integrierbar sei (wobei X die Variable V oder Q sein soll, die keine Zustandsgröße ist). Bestimmen Sie die entsprechende Zustandsgleichung für Y. Welcher thermodynamischen Größe entspricht Y?
Hinweis: Sie werden eine partielle Differentialgleichung für $\mu(P,T)$ erhalten. Eine partikuläre Lösung die nur von T abhängt, genügt.

S **Aufgabe 6 (8 Punkte):** *Homogene Funktionen*

Eine Funktion heißt homogen vom Grade n, wenn gilt

$$f(\lambda x_1, ..., \lambda x_\nu) = \lambda^n f(x_1, ..., x_\nu)$$

(a) Beweisen Sie das Eulersche Theorem, welches besagt, dass eine homogene Funktion $f(x_1, ..., x_\nu)$ vom Grad n die Gleichung

$$nf(x_1, ..., x_\nu) = \sum_{i=1}^{\nu} x_i \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)$$

erfüllt.

(b) In einem thermodynamischen System ist die innere Energie $U(S, V, N_1, ...N_{\nu-2})$ eine homogene Funktion vom Grade 1 in den extensiven Zustandsvariablen X_i. Zeigen Sie, dass die intensiven Größen Temperatur T, Druck P sowie die chemischen Potentiale μ_i homogene Funktionen vom Grade 0 sind.

(c) Beweisen Sie, ausgehend von der aus der Vorlesung bekannten Energiedarstellung, dass die Relationen

$$\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_{V,N_k} = \frac{1}{T}$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{U,N_k} = \frac{P}{T}$$
$$\left(\frac{\partial S}{\partial N_k}\right)_{U,V} = -\frac{\mu_k}{T}$$

gültig sind.

Zum Übungsbetrieb: Die Übungsaufgaben teilen sich auf in mündliche M und schriftliche S Aufgaben. Die Bedingung für die Vergabe eines Übungsscheins gliedert sich daher in zwei Teile:

- Es müssen mindestens 50% der schriftlichen Übungspunkte erreicht werden. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!

- Vorrechnen: Jeder Student kreuzt vor jeder Übung diejenigen Aufgaben auf einer ausliegenden Liste an, die er oder sie bearbeitet hat. Wer eine Aufgabe angekreuzt hat, ist bereit diese Aufgabe an der Tafel vorzurechnen. Für den mündlichen Teil des Scheinkriteriums müssen am Ende des Semesters in Summe 50% der mündlichen Aufgaben angekreuzt sein.

	Mo	**Di**	**Mi**	**Do**	**Fr**
08-10					EW 203 HS
10-12	EW 229 Johannes		EW 226 Torben		EW 731 Maria
12-14			EW 203 HS		ER 164 Jakob
14-16					
16-18					

Sprechstunden		
Prof. Dr. Holger Stark	Fr 11:30–12:00	EW 709
Johannes Blaschke	Mi 10–11	EW 708
Jakob Löber	Mi 14 –15	EW 737
Torben Winzer	Do 14–15	EW 703
Maria Zeitz	Do 11 –12	EW 702