Gerhard Kahl & Florian Libisch

STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)

1. Tutoriumstermin (22.3.2019)

T1. Stellen Sie fest, ob die folgenden Differentialformen $\omega = \omega(T, V)$ totale Differentiale sein können. Wenn ja, bestimmen sie die allgemeine Stammfunktion $f(T, V)$, sodaß $\omega = df(T, V)$ ist:

(a) $w(T, V) = TV^3 dT + T^2 V^4 dV$

(b) $w(T, V) = 3\sqrt{TV} dT + T^{3/2} V^{-1/2} dV$

T2. In der Folge sind jeweils thermische und kalorische Zustandsgleichungen hypothetischer Systme angegeben. Untersuchen Sie, ob diese mit der Grundgleichung der Thermodynamik kompatibel sind:

(a) $PV = Nk_\mathrm{B}T$ und $E = bT^2$

(b) $PV = Nk_\mathrm{B}T$ und $E = bT + V$

(c) $PV = Nk_\mathrm{B}T + aT^2/V$ und $E = bT$

T3. Gegeben sei die Entropie

$$S(E, V, N) = k_\mathrm{B} N \ln \left[\frac{V}{N} \left(\frac{E}{N} \right)^{3/2} \right]$$

eines Systems. Berechnen Sie die Temperatur und den Druck des Systems sowie dessen thermische und kalorische Zustandsgleichungen. Um welches System handelt es sich?

T4. Ein Mol eines idealen Gases (Zustandsgleichung $pV = Nk_\mathrm{B}T$), das sich in einem Behälter mit Kolben befindet, wird bei konstantem Druck langsam erhitzt; dadurch erhöht sich das Volumen und der Kolben verschiebt sich. Berechnen Sie die vom Gas geleistete Arbeit bei einer Temperaturerhöhung von 30 auf 100 Grad Celsius und konstantem Druck von P = 1 bar.

T5. Gegeben ist ein ideales Gas mit den Zustandsgleichungen

$$PV = Nk_\mathrm{B}T \qquad E = \frac{3}{2} N k_\mathrm{B} T$$

Berechnen Sie C_X für:

(a) $X = V$ und $X = P$;

(b) betrachten Sie einen sogenannten polytropen Prozeß, bei dem $X = pV^\kappa = \text{const.}$; zeigen Sie, daß

$$C_{X=pV^\kappa} = C_V - \frac{Nk_\mathrm{B}}{\kappa - 1}.$$

Hinweis für (b): stellen Sie X mit Hilfe der Zustandsgleichungen als $X = X(V,T) =$ const. dar; berechnen Sie dann unter Verwendung der Relationen der partiellen Ableitungen nach X, V und T untereinander die für die Berechnung von C_X notwendigen partielle Ableitungen (vgl. Mathematische Ergänzungen).

Zu kreuzen: 1a, 1b; 2a, 2b, 2c; 3; 4; 5a, 5b