Allgemeine Hinweise: Die mit ☗ gekennzeichnete Aufgaben sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und über OLAT hochzuladen

☗ **Aufgabe 4.** *(6 Punkte)*
Der *isobare Ausdehungskoeffizient* α und die *isotherme Kompressibilität* κ werden wie folgt definiert: (machen Sie sich das anschaulich klar!)

$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p, \qquad \kappa = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T. \tag{1}$$

Experimentell werden folgende Abhängigkeiten von der Temperatur T und dem Volumen V gefunden:

$$\alpha = \frac{kV^2(V-Nb)}{kTV^3 - 2aN(V-Nb)^2}, \tag{2}$$

$$\kappa = \frac{V^2(V-Nb)^2}{NkTV^3 - 2aN^2(V-Nb)^2}, \tag{3}$$

wobei a und b Konstanten seien. Für große T und V und konstantes N verhalte sich die Substanz wie ein ideales Gas. Leiten Sie die thermische Zustandsgleichung $p = p(V,T)$ der Substanz ab.

☗ **Aufgabe 5.** *(6 Punkte)*
Für eine homogene Substanz (Photonengas) gelten die folgenden Zustandsgleichungen:

$$U(V,T) = 3AVT^4, \qquad p(V,T) = AT^4. \tag{4}$$

(a) Man berechne die Wärmekapazitäten C_V und C_p. Wie kann das Resultat für C_p auch ohne Rechnung erhalten werden? Die Wärmekapazitäten sind als $C_\mu \equiv T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_\mu$ definiert, wobei $(\mu = V, p)$.

(b) Man drücke die infinitesimale zugeführte Wärme $đQ$ durch dT und dV aus, d.h. man berechne in $đQ = f(V,T)dT + g(V,T)dV$ die Funktionen $f(V,T)$ und $g(V,T)$. Man zeige explizit, dass T ein integrierender Nenner von $đQ$ ist und berechne die Funktion S mit $dS = \frac{đQ}{T}$.

Aufgabe 6.
Die freie Energie einer stromdurchflossenen Spule mit ideal paramagnetischem Kern ist gegeben durch

$$F(T,\Phi) = \frac{\Phi^2}{2L(T)} + F_0(T) \tag{5}$$

$$L(T) = a + \frac{b}{T}. \tag{6}$$

Φ ist der magnetische Fluss, L die Induktivität (verallgemeinerte Kraft), a und b zwei positive Konstanten, und es gilt $\frac{d^2F_0}{dT^2} < 0$.

(a) Man berechne die Entropie $S(T,I)$, wobei I der durch die Spule fließende Strom ist, sowie die Wärmekapazitäten C_Φ und C_I.

(b) Man bestimme die isotherme Entropie- und Wärmeabgabe beim Einschalten des Stromes.

(c) Man berechne die kleine isentrope Temperaturänderung beim Abschalten des Stromes (magnetische Kühlung).