Übungen zur statistischen Thermodynamik I	**Blatt Nr. 9**

Aufgabe 1: Die Ergebnisse der Aufgabe 3 vom Blatt 6 für ein Photonengas dienen als Ausgangspunkt [$E(T,V) = cVT^4$, $p(T,V) = \frac{1}{3}cT^4$, $S(T,V) = \frac{4}{3}cVT^3$]. Berechnen Sie die thermodynamischen Potentiale $E(S,V)$, $F(T,V)$, $G(T,p)$ und $H(S,p)$.

Aufgabe 2: Für das ideale Gas hängt die Wärmekapazität C_V nicht vom Volumen ab, und wir nehmen zusätzlich an, dass sie auch nicht von der Temperatur abhängt. Berechnen Sie

$$E(T,V)\,, \quad S(T,V)\,, \quad S(T,p)\,, \quad H(T,p)$$

als bestimmte Integrale von einem Anfangs- zu einem Endzustand.

Aufgabe 3: Berechnen Sie die Grössen α, κ_S und c_s für das ideale Gas. Hier sind α, κ_S und c_s der Ausdehnungskoeffizient, die adiabatische Kompressibilität, und die Schallgeschwindigkeit:

$$\alpha := \frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial T}\bigg|_p\,, \quad \kappa_S := -\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial p}\bigg|_S\,, \quad c_s^2 := \frac{1}{m}\frac{\partial p}{\partial n}\bigg|_S\,, \quad n \equiv \frac{N}{V}\,.$$

Schätzen Sie c_s für Luft ($\gamma := \frac{C_p}{C_V} \approx 1.4$, $mn = 1.3$ kg/m^3) unter Normalbedingungen ab.

Die Prüfung findet am 08.06.2021 um 13:15 - 15:45 Uhr statt. Keine Hilfsmittel sind erlaubt, aber die folgende Tabelle wird auf dem Prüfungsblatt gegeben:

$\mathrm{d}E = T\mathrm{d}S - p\,\mathrm{d}V + \mu\,\mathrm{d}N$	$S(E,V,N) = k_B \ln \Omega(E,V,N)$	$E = TS - pV + \mu N$, $J = -pV$
$\mathrm{d}F = -S\,\mathrm{d}T - p\,\mathrm{d}V + \mu\,\mathrm{d}N$	$F(T,V,N) = -k_B T \ln Z(T,V,N)$	$Z = \sum_i \exp(-\beta E_i)$
$\mathrm{d}J = -S\,\mathrm{d}T - p\,\mathrm{d}V - N\mathrm{d}\mu$	$J(T,V,\mu) = -k_B T \ln Y(T,V,\mu)$	$Y = \sum_i \exp(-\beta[E_i - \mu N_i])$
$\mathrm{d}H = T\mathrm{d}S + V\mathrm{d}p + \mu\,\mathrm{d}N$	$(\partial x/\partial y)_z = -(\partial z/\partial y)_x/(\partial z/\partial x)_y$	$S = -k_B \sum_i p_i \ln p_i$
$\mathrm{d}G = -S\,\mathrm{d}T + V\mathrm{d}p + \mu\,\mathrm{d}N$	$\partial S/\partial V\|_T = \partial p/\partial T\|_V$	$\partial E/\partial V\|_T = T\partial p/\partial T\|_V - p$