Übung Nr. 7

Diskussionsthema: Die Postulate der Thermodynamik (nach Callen) und ihre physikalische Bedeutung.

21. Fundamentalgleichungen

Betrachten Sie die folgenden 10 Gleichungen und erklären Sie, welche einem Postulat der Thermodynamik oder mehr nicht genügen und somit keine Fundamentalgleichung sein können. Dabei sind v_0, θ und R positive Konstanten, die sichern, dass die Dimensionen der jeweiligen Gleichungen korrekt sind.

i. $S = \left(\frac{R^2}{v_0\theta}\right)^{1/3} \left[NU\mathcal{V}\right]^{1/3}$.

ii. $S = \left(\frac{R}{\theta^2}\right)^{1/3} \left[\frac{NU}{\mathcal{V}}\right]^{2/3}$.

iii. $S = \left(\frac{R}{\theta}\right)^{1/2} \left[NU - \frac{R\theta\mathcal{V}^2}{v_0^2}\right]^{1/2}$.

iv. $S = \frac{R^2\theta}{v_0^3}\frac{\mathcal{V}^3}{NU}$.

v. $S = \left(\frac{R^3}{v_0\theta^2}\right)^{1/5} \left[N^2\mathcal{V}U^2\right]^{1/5}$.

vi. $S = NR\ln\left(\frac{U\mathcal{V}}{N^2R\theta v_0}\right)$.

vii. $S = \left(\frac{R}{\theta}\right)^{1/2} \left[NU\right]^{1/2} \exp\left(-\frac{\mathcal{V}^2}{2N^2v_0^2}\right)$.

viii. $S = \left(\frac{R}{\theta}\right)^{1/2} \left[NU\right]^{1/2} \exp\left(-\frac{U\mathcal{V}}{NR\theta v_0}\right)$.

ix. $U = \frac{v_0\theta}{R}\frac{S^2}{\mathcal{V}}\exp\left(\frac{S}{NR}\right)$.

x. $U = \frac{R\theta}{v_0}N\mathcal{V}\left(1+\frac{S}{NR}\right)\exp\left(-\frac{S}{NR}\right)$.

Hinweis: Es gibt 5 „gültige“ Fundamentalgleichungen.

22. Zustandsgleichungen

Finden Sie die drei Zustandsgleichungen für ein einfaches thermodynamisches System mit der Fundamentalgleichung

$$U = \frac{v_0\theta}{R^2}\frac{S^3}{N\mathcal{V}}.$$

23. Rechenregeln für partielle Ableitungen

Seien 4 Variablen x, y, z, t, wovon 2 unabhängig voneinander sind. Beweisen Sie die folgenden Gleichungen.

i. $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \left[\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)_z\right]^{-1}.$

ii. $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)_x \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y = -1.$

iii. $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \left(\frac{\partial x}{\partial t}\right)_z \left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)_z.$

ii. $\left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_z = \left(\frac{\partial x}{\partial y}\right)_t + \left(\frac{\partial x}{\partial t}\right)_y \left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)_z.$