Name: Matrikelnummer:

1. Teiltest, UE Thermodynamik (PHY.H40UB) **19.11.2020**

Aufgabe 1: Prozesse im pV-Diagramm (21 Punkte)

n Mol eines idealen Gases werden ausgehend vom Anfangszustand A mit (p_A, V_A) in den Endzustand C mit (p_C, $V_C = 3V_A$) in einem isothermen Prozess (Prozess I) expandiert. Vom gleichen Anfangszustand A wird in einem zweiten Prozess (Prozess II) der Endzustand C durch Aufeinanderfolge einer isobaren Expansion von A nach B und einer isochoren Abkühlung von B nach C erreicht.

a) Skizzieren Sie beide Prozessfolgen **in einem pV-Diagramm** (4,5 Punkte)

b) Drücken Sie T_A und die Zustandsgrößen p, V und T in den Zuständen B und C durch die bekannten Größen p_A und V_A aus. (3,5 Punkte)

c) Geben Sie, ausgehend von den jeweiligen differentiellen Formeln, Ausdrücke für *die verrichtete Arbeit* und *die ausgetauschte Wärme* während jeder Prozessfolge an. Formen Sie die Ausdrücke mit den Ergebnissen aus (b) um, sodass sie nur von bekannten Größen abhängig sind. (7 Punkte)
Hinweis: Die Wärmekapazität des Gases bei konstantem Druck bzw. Volumen (C_p bzw. C_V) kann als bekannt vorausgesetzt werden.

d) Berechnen Sie, ausgehend von der allgemeinen differenziellen Form der Entropie, die im System auftretende Entropieänderung zwischen Anfangspunkt A und Endpunkt C für beide Prozessfolgen und zeigen Sie, dass $\Delta S_I = \Delta S_{II}$ ist. (4 Punkte)

e) Wieso ist das Ergebnis aus (d) für die Entropie zu erwarten, für die verrichtete Arbeit oder ausgetauschte Wärme ein solches aber im Allgemeinen nicht? (*Qualitative* Begründung!) (2 Punkte)

Aufgabe 2: Maxwell-Relation (9 Punkte)

a) Leiten Sie die Maxwell-Relation

$$-\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$

ohne Verwendung des thermodynamischen Vierecks her ($N = const.$). Wählen Sie dazu aus untenstehender Tabelle das Differenzial des benötigten thermodynamischen Potentials aus.
Begründen Sie Ihre Wahl und erklären Sie die einzelnen Schritte Ihrer Herleitung! (7 Punkte)

b) Zeigen Sie, wie man mit Hilfe der Legendre-Transformation ausgehend von der Fundamentalrelation $\mathrm{d}U = T\mathrm{d}S - p\mathrm{d}V$ auf das Differenzial des in (a) benötigten thermodynamischen Potentials kommt. (2 Punkte)

Hinweise:

$\mathrm{d}H(S,p) = T\mathrm{d}S + V\mathrm{d}p$	$\mathrm{d}F(T,V) = -S\mathrm{d}T - p\mathrm{d}V$	$\mathrm{d}G(T,p) = -S\mathrm{d}T + V\mathrm{d}p$

- Legendre-Transformation für Funktion zweier Variablen $f(x,y)$ bezüglich x:

$$f(x,y) \;\rightarrow\; \tilde{f}\left(\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y, y\right) = f - \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y \cdot x$$