1. Teiltest, UE Thermodynamik (PHY.J04UF/PHY.J04UB/ UNT.078UF/ UNT.078UB) 02.12.2021

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

Mit n Mol eines *idealen Gases* werden zwei unterschiedliche Prozessfolgen jeweils zwischen *dem gleichen* Anfangszustand A und Endzustand C durchgeführt.
Die erste Prozessfolge (I) besteht aus einem einzelnen isobaren Prozess A → C, die zweite Prozessfolge (II) aus zwei Teilprozessen, einem isothermen Teilprozess A → B und einem isochoren Teilprozess B → C:

<u>Prozessfolge I:</u>

A → C: Isobare Kompression auf das *halbe Volumen*

<u>Prozessfolge II:</u>

A → B: Isotherme Kompression auf das *halbe Volumen* bei T_A
B → C: Isochore Abkühlung auf den Endzustand

a) Skizzieren Sie beide Prozessfolgen im pV-Diagramm. (4,5 Punkte)

b) Drücken Sie p_A und die Zustandsgrößen p, V und T in den Zuständen B und C durch die bekannten Größen T_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)
<u>*Hinweis:*</u> *Die Wärmekapazität des Gases bei konstantem Druck bzw. Volumen (C_p bzw. C_V) kann als bekannt vorausgesetzt werden.*

d) Zeigen Sie, dass der Entropieunterschied des Systems zwischen Anfangspunkt A und Endpunkt C für beide Prozessfolgen gleich ist, also gilt: $\Delta S_{\mathrm{I}} = \Delta S_{\mathrm{II}}$. Gehen Sie dazu jeweils von der *allgemeinen* differentiellen Formel für die Entropie aus. (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

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

ohne Verwendung des thermodynamischen Vierecks her ($N = const.$). Wählen Sie dazu aus untenstehender Tabelle das Differential 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 Differential des in (a) benötigten thermodynamischen Potentials kommt. (2 Punkte)

<u>*Hinweise:*</u>

➢

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

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

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