

NAME:

Matrikel-Nummer:

Prüfung zur VO Thermodynamik WS24 (PHY.J03UB, UNT.077UB)

Datum: 04.02.2025

**Aufgabe 1: Hauptsätze der Thermodynamik (8P)**

- Nennen Sie je eine Formulierung (keine Formel) für die vier Hauptsätze der Thermodynamik. (4P)
- Nennen Sie 2 Folgerungen des 3. Hauptsatzes der Thermodynamik. (2P)
- Im Zusammenhang mit dem 3. Hauptsatz der Thermodynamik, beschreiben Sie die Prozessschritte, die bei der adiabatischen Kühlung eines Stoffes durchgeführt werden müssen in Worten und graphisch in einem S-T-Diagramm. (2P)

**Aufgabe 2: Joule-Prozess (8P)**

Die Wirkungsweise einer Heißluftmaschine wird durch den Joule-Ersatzprozess bestehend aus jeweils zwei adiabatischen und isobaren Zustandsänderungen beschrieben.

- Skizzieren Sie den Joule-Kreisprozess in einem p-V-Diagramm und einem T-S-Diagramm. Nummerieren Sie die Anfangs- bzw. Endpunkte der Teilprozesse, geben Sie die Umlaufrichtung an und zeichnen Sie die zu- und abgeführten Wärmebeträge ( $\Delta Q_{zu}$  und  $\Delta Q_{ab}$ ) in das T-S-Diagramm ein. (2P)
- Geben Sie die Formeln für die Bestimmung von  $\Delta Q_{zu}$  und  $\Delta Q_{ab}$  an und leiten Sie daraus einen Ausdruck für den Wirkungsgrad des Joule-Prozesses, sowohl in Abhängigkeit der Temperatur als auch des Drucks, ab. (Hinweis: verwenden Sie die aus der Adiabatangleichung bekannte Relation:  $T \cdot p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = konst.$ ) (4P)
- Beschreiben Sie ausgehend vom Ergebnis aus Teilaufgabe b) anhand einer Skizze (T-S-Diagramm), durch welche Maßnahme der Wirkungsgrad der Heißluftmaschine vergrößert werden kann (Hinweis: Es handelt sich bei der Maßnahme nicht um eine Wärmerückführung). (2P)

**Aufgabe 3: Joule-Thomson-Effekt (8P)**

- Skizzieren und beschreiben Sie in Worten ein Experiment, bei dem der Joule-Thomson-Effekt beobachtet werden kann. Um welche Zustandsänderung handelt es sich beim Joule-Thomson-Effekt? (2P)
- Zeichnen Sie qualitativ einige Isenthalpen für das van-der-Waals Gas in ein Temperatur-Druck Diagramm. Kennzeichnen Sie im Diagramm den Bereich, in dem bei isenthalper Entspannung Abkühlung auftritt. (2P)
- Zeichnen Sie eine Isenthalpe des idealen Gases in das Diagramm in (b) und deuten Sie mikroskopisch, weshalb ein van-der-Waals Gas bei diesem Prozess abkühlen kann, ein ideales Gas jedoch nicht. (2P)
- Leiten Sie unter Zuhilfenahme der Beziehung  $\left(\frac{\partial H(p,T)}{\partial p}\right)_T = V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$  einen Ausdruck für den Joule-Thomson-Koeffizienten  $\delta = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$  ab. (2P)