Name: Matrikelnummer:

Prüfung zur UE Thermodynamik (PHY.J04UF) 20.11.2025

Aufgabe 1: Prozesse im pV-Diagramm (20P)

Ausgehend vom Zustand A mit den bekannten Größen p_A, V_A und T_A werden n Mol eines idealen Gases in den Endzustand C überführt, der den doppelten Druck des Ausgangszustands aufweist. C_p,C_V und n können als konstant angenommen werden. Der Prozess wird

(I) reversibel isotherm bzw.

(II) als eine Aufeinanderfolge von (a) einer reversiblen adiabaten Kompression zum Zustand B und (b) einer reversiblen isobaren Abkühlung zum Zustand C durchgeführt.

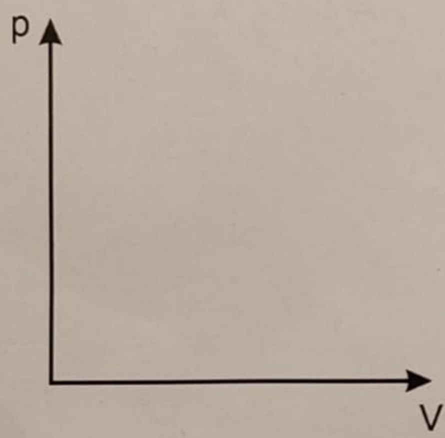
a) Skizzieren Sie die Prozesse *I* und *II*a/*II*b **im unteren pV- und *TS* - Diagramm**. Kennzeichnen Sie dabei die Eckpunkte A, B und C. (4 Punkte)

b) Bilden Sie Ausdrücke für die Zustandsgrößen p, V und T in den Zuständen B und C und drücken Sie diese durch die bekannten Größen p_A, T_A und V_A aus. Vereinfachen Sie die Ausdrücke soweit als möglich. (4 Punkte)
Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle unten ein!

c) Berechnen Sie ausgehend von den differentiellen Gleichungen einen Ausdruck für *die verrichtete Arbeit*, die *ausgetauschte Wärme* und die Änderung der *Inneren Energie* sowie *Entropieänderung* des Systems während jeder Prozessfolge *I*/*II* an. Formen Sie die Ausdrücke so um, dass sie nur von T_A abhängig sind. Geben Sie außerdem an, ob die einzelnen Beiträge > 0, < 0 oder = 0 sind. (10 Punkte)

d) Was ergibt sich für die Änderung der Entropie zwischen Anfangspunkt A und Endpunkt C längs des Weges II im Vergleich zum Weg I? (Rechnung) (2 Punkte)

pV- und TS-Diagramm zu Teilaufgabe 1 a)



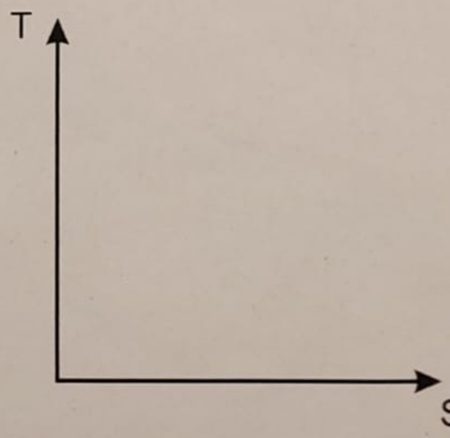


Tabelle zu Teilaufgabe 1 b)

Punkt A:	Punkt B:	Punkt C:
V_A	$V_B =$	$V_C =$
p_A	$p_B =$	$p_C =$
T_A	$T_B =$	$T_C =$

Name: Matrikelnummer:

Prüfung zur UE Thermodynamik (PHY.J04UF) 20.11.2025

Aufgabe 2: Rechnen mit Differentialen (10P)

Das Änderungsverhalten der Enthalpie bei konstanter Temperatur kann mittels $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$ berechnet werden. Für die Wärmekapazität eines Systems bei konstantem Druck findet man $C_p(T,p) = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$. Beide Zusammenhänge gelten allgemein.

a) Leiten Sie einen Ausdruck für dH in den Variablen p und S her. (1 Punkt) *(<u>Hinweis</u>: $H = U + pV$, $dU = -pdV + TdS$)*

b) Zeigen Sie mit dem oben gefundenen Differential, dass sich folgender allgemeiner Ausdruck für das Differential der Entropie eines Systems finden lässt: $\mathrm{d}S(T,p) = \frac{C_p(T,p)}{T}\mathrm{d}T - \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \mathrm{d}p$. (3 Punkte)

<u>Hinweis</u>: Betrachten Sie dazu die allgemeine Form des Differentials der Enthalpie $dH(T,p)$ in den Variablen p und T.

Betrachten Sie ein System, welches durch folgende Zustandsgleichung beschrieben wird: $p(V - nb) = nRT$. Dabei sei b eine für das System charakteristische Konstante, n die Stoffmenge.

c) Geben auf Basis der in (b) angegebenen bzw. hergeleiteten Beziehung das Differential $\mathrm{d}S(T,p)$ für dieses System explizit an. (2 Punkte)

d) Welche Temperaturänderung erfährt dieses System mit anfänglicher Temperatur T_1 bei einer *isentropen* Druckminderung von einem Druck p_1 auf p_2? Gehen Sie wiederum von $\mathrm{d}S(T,p)$ aus (b) aus. Nehmen Sie in diesem Fall C_p als konstant an. (4 Punkte)