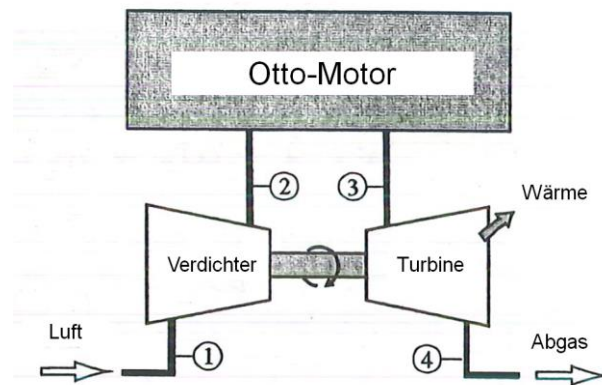


**Aufgabe 1 (10 Punkte):** Eine Turboaufladung wird genutzt, um die Leistung eines Otto-Motors zu erhöhen. Luft tritt in den Verdichter mit  $T_1 = 300 \text{ K}$  ein und verlässt ihn mit  $T_2 = 420 \text{ K}$ . Die Abgase des Motors treten in die Turbine mit  $T_3 = 1100 \text{ K}$  ein und verlassen sie mit  $T_4 = 900 \text{ K}$ . Beim Durchströmen der Turbine gehen  $2,4 \text{ kW}$  an Wärme verloren. Kinetische und potentielle Energien können vernachlässigt werden. Da die Abgase hauptsächlich aus Stickstoff bestehen, kann man Sie in guter Näherung mit den Eigenschaften von Luft mit konstanter Wärmekapazität ( $c_p = 1,005 \text{ kJ/kgK}$ ) gleichsetzen. Der Kompressor sowie alle Leitungen können als adiabat betrachtet werden.

Bestimmen Sie:

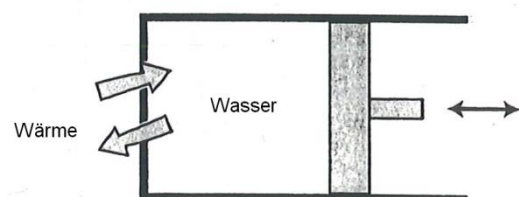
- Die spez. Wellenleistung, die benötigt wird, um den Kompressor anzutreiben (kJ/kg). (5 P)
- Den Massenstrom an Luft (kg/s). (5 P)



**Aufgabe 2 (30 Punkte):** Ein Kolben-Zylinder-System enthält zu Beginn  $2 \text{ kg}$  Wasser bei Raumbedingung ( $T_1 = 21^\circ\text{C}$ ,  $p_1 = 100 \text{ kPa}$ ). Der Kolben wird nun langsam bewegt, bis sich das Volumen um den Faktor 200 vergrößert hat (Zustand 2). Während dieses Prozesses, wird so viel Wärme aus der Umgebung in den Kolben übertragen, dass die Temperatur im Kolben konstant bleibt. Der Kolben wird dann fixiert und es wird so viel Wärme hinzugefügt, dass der Druck um den Faktor 10 steigt ( $p_3 = 10p_2$ ). Der Kolben wird nun gelöst und das System kehrt mittels eines polytropen Prozesses ( $n=1$ ) auf das Ausgangsvolumen zurück (Zustand 4). Unterscheiden sich Werte um weniger als 1% von Tabellenwerten, können Sie diese benutzen. Andernfalls müssen Sie interpolieren. Kinetische und potentielle Energien können vernachlässigt werden.

Zeigen Sie den Prozess in einem p-v-Diagramm (6 P). Und Bestimmen Sie:

- Die verrichtete Arbeit von 1 nach 2 (kJ). (5 P)
- Die Wärmezufuhr von 1 nach 2 (kJ). (8 P)
- Das Nassdampfgehalt bei Zustand 3. (5 P)
- Die Volumenänderungsarbeit von 3 nach 4 (kJ). (6 P)



**Aufgabe 3 (20 Punkte):** Helium ( $M_{\text{He}} = 4\text{g/mol}$ ,  $c_p/c_v = 1.667$ ) kann in einem Kolben-Zylinder-System durch folgender Schritte gekühlt werden:

- 1  $\longrightarrow$  2: Isothermische Verdichtung von 100 kPa und 27°C mit einem Verdichtungsverhältnis ( $v_2/v_1$ ) von 10:1.
- 2  $\longrightarrow$  3: Adiabate Expansion auf das Ausgangsvolumen.

Unter der Annahme, dass beide Prozesse reversibel sind und dass Helium ein ideales Gas ist, zeigen Sie den Prozess je in einem P-v- und einem T-s-Diagramm (6 P). Kinetische und potentielle Energien können vernachlässigt werden. Bestimmen Sie außerdem:

- a. Die Endtemperatur des Heliums (K). (4 P)
- b. Die entnommene spez. Wärme (kJ/kg). (5 P)
- c. Die benötigte Leistung (kJ/kg). (5 P)

**Aufgabe 4 (30 P.):** Dampf strömt von einem isolierten Tank in ein isoliertes Kolben-Zylinder-System. Der Tank enthält zu Beginn 5 kg Dampf im Zustand 1 (1 MPa, 800°C). Zu Beginn herrscht im Raum unter dem Kolben ein Vakuum und der Kolben ruht auf einem Vorsprung. Der Raum unter dem Zylinder ist 0,3 m<sup>3</sup> groß. Um den Kolben zu bewegen, benötigt man einen Druck von 200 kPa.

Ein Ventil, das die beiden Systeme verbindet, wird geöffnet und der Dampf strömt vom Tank in den Kolben, bis der Druck im Tank auf 200 kPa gesunken ist. Dann wird das Ventil geschlossen. Kinetische und potentielle Energien können vernachlässigt werden. Unter der Annahme, dass der Kolben reibungsfrei ist und dass der Prozess für den verbleibenden Dampf im Tank reversibel ist, bestimmen Sie:

- a. Die Endtemperatur im Zylinder B (K). (5 P)
- b. Die am Kolben verrichtete Arbeit (kJ). (10 P)
- c. Die erzeugte Entropie (kJ/K). (5 P)

Unterscheiden sich Werte um weniger als 1% von Tabellenwerten, können Sie diese benutzen. Andernfalls müssen Sie interpolieren.

