

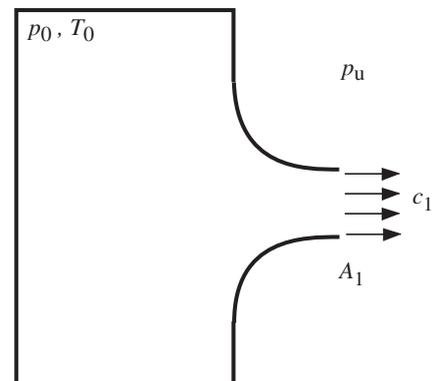
Aufgabe 4 H14

Aus einem sehr großen Überdruckkessel strömt ein Gas aus dem Ruhezustand mit p_0, T_0 durch eine sich verengende Düse mit dem Endquerschnitt A_1 ins Freie.

Annahmen: Die Strömung sei näherungsweise stationär, reibungsfrei und stoßfrei. Das Gas soll als ideales Gas mit konstanten Wärmekapazitäten angesehen werden.

Geg.: $p_u, p_0 > p_u, T_0, \kappa, R, A_1$

Ges.:



Fall 1.1: Kessel und Düse adiabatisch, der Austrittsdruck sei p_u

a) Tragen Sie Enthalpie, Entropie, Totalenthalpie sowie kinetische Energie für die Zustandspunkte 0 und 1.1 sorgfältig in ein h, s -Diagramm ein und bestimmen Sie

- b) die Austrittstemperatur $T_{1.1}$ und die Machzahl $Ma_{1.1}$,
- c) die Austrittsgeschwindigkeit $c_{1.1}$ und den austretenden Massenstrom $\dot{m}_{1.1}$,
- d) den maximal möglichen Massenstrom $\dot{m}_{1.1max}$!

Im Folgenden (Fälle 1.2 und 1.3) soll die Düse reversibel beheizt werden.

Fall 1.2: Bestimmen Sie für einen Austrittsdruck p_u ,

- e) die spezifische Wärmemenge $q_{1.2}$ so, dass bei konstanter Austrittsgeschwindigkeit $c_{1.2} = c_{1.1}$ die Austrittstemperatur gleich der Temperatur im Kessel ist ($T_{1.2} = T_0$),
- f) die dadurch bedingte Entropieänderung $\Delta s_{1.2}$ des Gases,
- g) den einzustellenden Kesseldruck $p_{0.2}$ aus dem Druckverhältnis $p_{1.2}/p_{0.2}$ am Düsenaustritt,
- h) den zugehörigen Massenstrom $\dot{m}_{1.2}$ am Düsenaustritt!

Fall 1.3: Bestimmen Sie für einen Austrittsdruck p_u ,

- i) die spezifische Wärmemenge $q_{1.3}$ so, dass die Austrittstemperatur wieder gleich der Temperatur im Kessel ist ($T_{1.3} = T_0$), aber zusätzlich die Schallgeschwindigkeit im Austrittsquerschnitt erreicht wird!
- j) Vervollständigen Sie das h, s -Diagramm um die Zustandspunkte 1.2 und 1.3 (Einzutragen sind: Enthalpie, Entropie, Totalenthalpie, kinetische Energie, Wärmemenge)