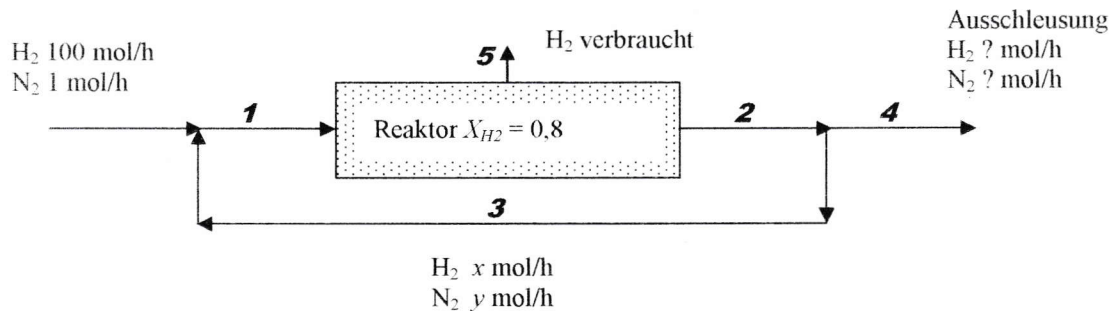


**Aufgabe:** Kreislaufgas

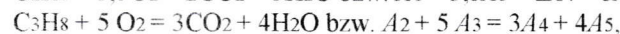
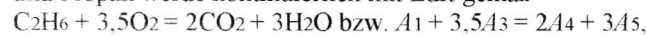
Wasserstoff und Inertgas  $N_2$  wird mit Kreislaufgas vermisch und zur Hydrierung einer organischen Komponente verwendet. Der Umsatzgrad des  $H_2$  im Reaktor betrage  $X_{H_2} = 0,80$ , der Stoffmengenstrom  $x$  des  $H_2$  im Kreislaufgas betrage 20 mol/h. Es sind alle Stoffmengenströme an  $H_2$  und  $N_2$  zu bestimmen.



Ergebnis:

$x$	mol/h	20
$y$	mol/h	5,00
$x_{H_2}$	-	0,80

**Rechenbeispiel 5.1 Stoffproduktion durch Reaktion.** Eine Mischung aus Ethan und Propan werde kontinuierlich mit Luft gemäß



vollständig verbrannt. Die Stoffproduktionen der Komponenten (einschließlich  $N_2$  bzw.  $A_6$ ) und der Mindestluftbedarf (20,5 Vol%  $O_2$ , 79,5 Vol%  $N_2$ ) ist zu berechnen, falls 0,62 mol/h Ethan und 0,38 mol/h Propan eingesetzt werden.

Lösung. Da Ethan nur an der ersten und Propan nur an der zweiten Reaktion teilnimmt, lautet (5.6) mit den angegebenen Zahlenwerten

$$\dot{n}_{1,R} = -Vr_1 = -0,62 \text{ mol/h}, \quad \dot{n}_{2,R} = -Vr_2 = -0,38 \text{ mol/h}.$$

Für die restlichen Komponenten folgt mit den Werten für  $Vr_1$  und  $Vr_2$  aus (5.6):

$$\dot{n}_{3,R} = -3,5Vr_1 - 5Vr_2 = -3,5 \cdot 0,62 - 5 \cdot 0,38 = -4,07 \text{ mol/h},$$

$$\dot{n}_{4,R} = 2Vr_1 + 3Vr_2 = 2 \cdot 0,62 + 3 \cdot 0,38 = 2,38 \text{ mol/h},$$

$$\dot{n}_{5,R} = 3Vr_1 + 4Vr_2 = 3 \cdot 0,62 + 4 \cdot 0,38 = 3,38 \text{ mol/h},$$

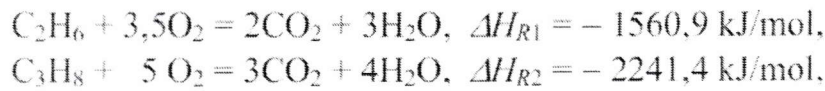
$$\dot{n}_{6,R} = 0.$$

Die Bildung der Produkte  $CO_2$ ,  $H_2O$  und der Verbrauch des Edukts  $O_2$  hängt von den Geschwindigkeiten der beiden Reaktionen ab; eine Produktion der Inertkomponente  $N_2$  tritt nicht auf. Da der gesamte verbrauchte Sauerstoff aus der eingesetzten Luft stammen muss, beträgt der minimale Stoffmengenstrom

$$\dot{n}_{Luft} = -\dot{n}_{3,R} / 0,205 = 4,07 / 0,205 \text{ mol/h} = 19,85 \text{ mol/h}.$$

---

**Rechenbeispiel 5.6** *Wärmeproduktion durch Reaktion.* Eine Mischung aus Ethan und Propan werde kontinuierlich mit Luft gemäß



vollständig verbrannt. Die Wärmeproduktion ist für die eingesetzten Stoffmengenströme 0,62 mol/h Ethan und 0,38 mol/h Propan zu berechnen.

Lösung. Die Stoffproduktion für Ethan und Propan nach (5.6) wird

$$\dot{n}_{\text{Ethan},R} = -V_{r1} = -0,62 \text{ mol/h}, \quad \dot{n}_{\text{Propan},R} = -V_{r2} = -0,38 \text{ mol/h}.$$

Die Wärmeproduktion nach (5.42) beträgt

$$\dot{Q}_R = (-\Delta H_{R1})V_{r1} + (-\Delta H_{R2})V_{r2},$$

woraus nach Substitution der Reaktionsgeschwindigkeiten

$$\dot{Q}_R = \Delta H_{R1} \dot{n}_{\text{Ethan},R} + \Delta H_{R2} \dot{n}_{\text{Propan},R}$$

entsteht. Mit den Zahlenwerten berechnet sich die Wärmeerzeugung zu

$$\dot{Q}_R = (-1560,9)(-0,62) + (-2241,4)(-0,38) = 1819,5 \text{ kJ/h}.$$

---