

Lösung 6

1. ☐ i) 25% ii) 25% iii) 25%
- ☒ i) 0% ii) 25% iii) 33%
- ☐ i) 50% ii) 25% iii) 0%
- ☐ i) 0% ii) 10% iii) 20%

i) Die Konzentration der Ausgangsverbindung nimmt linear mit der Zeit ab. Wenn nach $t_{1/2}$ 50% der Verbindung verbraucht sind, so sind es nach $2 t_{1/2}$ 100%. Übrig bleiben 0%.

ii) Die Halbwertszeit ist unabhängig von der Konzentration. Bei $2 t_{1/2}$ sind $50\% \times 50\% = 25\%$ der Ausgangsverbindung übrig.

$$\text{iii)} \quad t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0} \Rightarrow 2 t_{1/2} = \frac{2}{k[A]_0}$$

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + k \cdot t$$

Bei $t = 2 t_{1/2}$ gilt dann:

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + k \cdot \frac{2}{k[A]_0} = \frac{3}{[A]_0}$$

$$\Rightarrow [A] = 1/3 [A]_0$$

Es verbleiben rund 33% der Ausgangsverbindung.

2. a)

$$\ln \frac{c_0(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl})}{c(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl})} = k \cdot t$$

$$\frac{1}{k} \cdot \ln \frac{c_0(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl})}{c(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl})} = t$$

$$t = \frac{1}{1.60 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}} \cdot \ln \frac{0.165}{0.100} = \frac{0.5}{1.60 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}} = 3.13 \cdot 10^5 \text{ s} \approx 87 \text{ h}$$

b)

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k} = \frac{0.693}{1.60 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}} = 4.33 \cdot 10^5 \text{ s} \approx 120 \text{ h}$$

c) $k_1 = 3.50 \cdot 10^{-8} \cdot \text{s}^{-1}; T_1 = 600 \text{ K}$
 $k_2 = 1.60 \cdot 10^{-6} \cdot \text{s}^{-1}; T_2 = 650 \text{ K}$

$$E_a = R \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{k_2}{k_1}$$

$$E_a = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot \frac{600 \text{ K} \cdot 650 \text{ K}}{650 \text{ K} - 600 \text{ K}} \cdot \ln \frac{1.60 \cdot 10^{-6}}{3.50 \cdot 10^{-8}}$$

$$E_a = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot \frac{390000 \text{ K}^2}{50 \text{ K}} \cdot \ln 45.7$$

$$E_a = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot 7800 \cdot 3.82 = 247.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3. a)

- i) 0.0093 mol
- ii) **0.019 mol**
- iii) 0.022 mol
- iv) 0.028 mol
- v) 0.056 mol

b)

- i) Die Reaktionsgeschwindigkeit ändert sich nicht.
- ii) Die Reaktionsgeschwindigkeit wird doppelt so groß.
- iii) Die Reaktionsgeschwindigkeit wird verdreifacht.
- iv) **Die Reaktionsgeschwindigkeit wird vervierfacht.**
- v) Die Reaktionsgeschwindigkeit wird achtmal so groß.

4. a)

$$k = \frac{0.693}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{5652 \text{ s}} = 1.226 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$(\text{oder } k = 0.441 \text{ h}^{-1})$$

b)

$$E_a = R \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{k_2}{k_1} =$$

$$8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \frac{1400 \text{ K} \cdot 1500 \text{ K}}{100 \text{ K}} \cdot \ln \frac{0.659}{0.143} = 267 \text{ kJ mol}^{-1}$$

5. a)

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k} = \frac{0.693}{1.42 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}} = 4880 \text{ s}$$

Alternativ: 81.3 min oder 1.35 h

b)

$$2 t_{1/2} = 9760 \text{ s}$$

c)

$$-\frac{1}{k} \ln \frac{[SO_2Cl_2]_t}{[SO_2Cl_2]_0} = t = -\frac{1 \text{ s}}{0.000142} \cdot \ln \frac{0.78}{1} = 1750 \text{ s}$$

d)

$$E_a = R \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{k_2}{k_1} =$$

$$8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot \frac{298 \text{ K} \cdot 310 \text{ K}}{12 \text{ K}} \cdot \ln \frac{2.95 \cdot 10^{-4}}{1.42 \cdot 10^{-4}} = 46.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

6. a)

$$\frac{1}{c(NO_2)} = k \cdot t + \frac{1}{c_0(NO_2)}$$

$$\frac{1}{c(NO_2)} = 0.755 M^{-1} s^{-1} \cdot 125 s + 153.8 M^{-1} = 248.2 M^{-1}$$

$$c(NO_2) = 0.0040 M$$

b)

$$t = \frac{1}{k} \left(\frac{1}{c(NO_2)} - \frac{1}{c_0(NO_2)} \right) = \frac{1}{0.755 M^{-1} s^{-1}} (1000 M^{-1} - 153.8 M^{-1}) = 1120 s$$

c)

$$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot c_0(NO_2)} = \frac{1}{0.755 M^{-1} s^{-1} \cdot 0.0065 M} = 204 s$$

7. a)

$$k = \text{Steigung} = 5.1 \cdot 10^{-4} M^{-1} s^{-1}$$

b)

Reaktion 2. Ordnung

$$-\frac{d[HI]}{dt} = k \cdot [HI]^2 = 5.1 \cdot 10^{-4} M^{-1} s^{-1} [HI]^2$$

c)

$$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot [HI]_0} = \frac{1}{5.1 \cdot 10^{-4} M^{-1} s^{-1} \cdot 0.36 M} = 5440 s$$

d)

$$12 \text{ min} = 720 \text{ s}$$

$$\frac{1}{[\text{HI}]} = kt + \frac{1}{[\text{HI}]_0} = 5.1 \cdot 10^{-4} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1} \cdot 720 \text{ s} + \frac{1}{0.36 \text{ M}} = 3.15 \text{ M}^{-1}$$

$$[\text{HI}] = 0.32 \text{ M}$$

e)

$$\begin{aligned} \ln \frac{k_2}{k_1} &= - \frac{E_a}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \\ &= - \frac{65700 \text{ J mol}^{-1}}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} \cdot \left(\frac{1}{323 \text{ K}} - \frac{1}{273 \text{ K}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln \frac{k_2}{k_1} &= -7902 \text{ K} \cdot \left(\frac{1}{323 \text{ K}} - \frac{1}{273 \text{ K}} \right) = -7902 \text{ K} \cdot (-5.67 \cdot 10^{-4}) \text{ K}^{-1} \\ &= 4.48 \end{aligned}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = 88$$

Zusatzaufgabe:

$$\frac{10^3}{10^9} = 10^3 \cdot 10^{-9} = 10^{-6}$$

$$\frac{10^3}{10^{-9}} = 10^3 \cdot 10^9 = 10^{12}$$

$$10^3 \cdot 10^9 = 10^{12}$$

$$10^3 \cdot 10^{-9} = 10^{-6}$$

$$10^3 + 10^9 = 1.000001 \cdot 10^9 \approx 10^9$$

$$10^3 + 10^{-9} \approx 10^3$$

$$(10^3)^3 = 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^3 = 10^9$$

$$(10^9)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{10^9} = 10^3$$

$$\log 10^3 + \log 10^9 = \log 10^3 \cdot 10^9 = \log 10^{3+9} = \log 10^{12} = 12$$

$$\log 10^3 - \log 10^9 = \log \frac{10^3}{10^9} = \log 10^3 \cdot 10^{-9} = \log 10^{3-9} = \log 10^{-6} = -6$$

$$\log \frac{10^3}{10^9} = \log 10^{-6} = -6$$

$$\ln 10^3 = x \cdot \log 10^3 \quad x = 2.303 \text{ (Umrechnungsfaktor von log nach ln)}$$

$$\log 10^9 = x \cdot \ln 10^9 \quad x = 0.434 \text{ (Umrechnungsfaktor von ln nach log)}$$

$$\log 10^3 = 3$$

$$\log 1 = 0$$

$$\log 0 = \text{nicht definiert (Grenzwert gegen } -\infty)$$

$$\log 10^{-3} = -3$$

$$\log(-10^3) = \text{nicht definiert}$$

$$\ln e = 1$$

$$\ln 1 = 0$$

$$\log x = -3 \quad x = 0.001$$

$$\log x = 1 \quad x = 10$$

$$\log x = 0 \quad x = 1$$

$$\ln x = 1 \quad x = e$$

$$\ln x = 0 \quad x = 1$$