

Anorganische Experimentalchemie

Lösung zur 3. Übung:

Massenwirkungsgesetz, Kinetik

1. Erstellen Sie die entsprechenden Reaktionsgleichungen. Kennzeichnen Sie durch Pfeile die Richtung, in die sich das Gleichgewicht infolge der angegebenen Änderung verlagert!

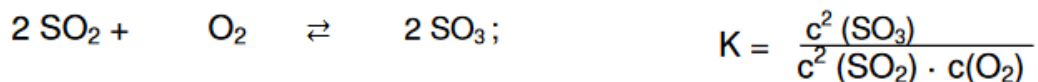
- (1) Kohlenstoff reagiert mit Wasser zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff.
- (2) Stickstoff und Wasserstoff reagieren zu Ammoniak.
- (3) Kohlenstoffmonoxid und Wasser reagieren zu Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff.
- (4) Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoff reagieren zu Kohlenstoffmonoxid.

Reaktionsgleichung	ΔH in kJ/mol	Verschiebung bei Erhöhung ...	
		...der Temperaturder Konzentration an
(1) $C + H_2O \rightleftharpoons CO + H_2$	+ 175,4	\longrightarrow	$H_2O \longrightarrow$
(2) $N_2 + 3 H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3$	- 92,0	\longleftarrow	$H_2 \longrightarrow$
(3) $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$	- 2,9	\longleftarrow	$CO \longrightarrow$
(4) $CO_2 + C \rightleftharpoons 2 CO$	+ 172,4	\longrightarrow	$CO \longleftarrow$

4. Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtskonstante

Formulieren Sie für folgenden Gleichgewichtsreaktionen jeweils die Reaktionsgleichung und das Massenwirkungsgesetz!

a) Schwefeldioxid wird durch Luftsauerstoff zu Schwefeltrioxid oxidiert.



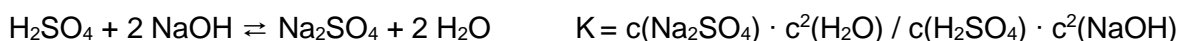
b) Schwefeltrioxid addiert sich an H_2SO_4 zu Dischwefelsäure.



c) Dischwefelsäure wird hydrolisiert zu Schwefelsäure.



d) Schwefelsäure wird durch 2 Äquivalente Natriumhydroxid neutralisiert.



5. Für die Reaktion $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ wurden bei 25°C folgende Konzentrationen für ein im Gleichgewicht befindliches Gemisch gefunden:

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = 4,27 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$c(\text{NO}_2) = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Wie groß ist K_c bei 25°C ?

Lösung:
$$K_c = \frac{c^2(\text{NO}_2)}{c(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{(1,41 \cdot 10^{-2})^2 \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}}{4,27 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}}$$

$$= 4,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

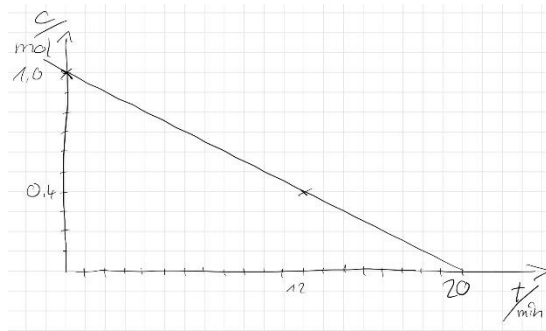
6. Die Spaltung von Bromethan zu Ethen und HBr an einem Zinkkatalysator ist eine Reaktion 0. Ordnung: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HBr}$

Nach 12 min sind von anfänglich einem Mol Bromethan, noch 0,4 Mol vorhanden.

Zeichnen Sie ein Konzentrations-Zeit-Diagramm (y-Achse: c; x-Achse: t) dieser Reaktion. Wann ist kein Bromethan mehr vorhanden?

Lösung:

$$12 \text{ min} / 0,6 = 20 \text{ min}$$



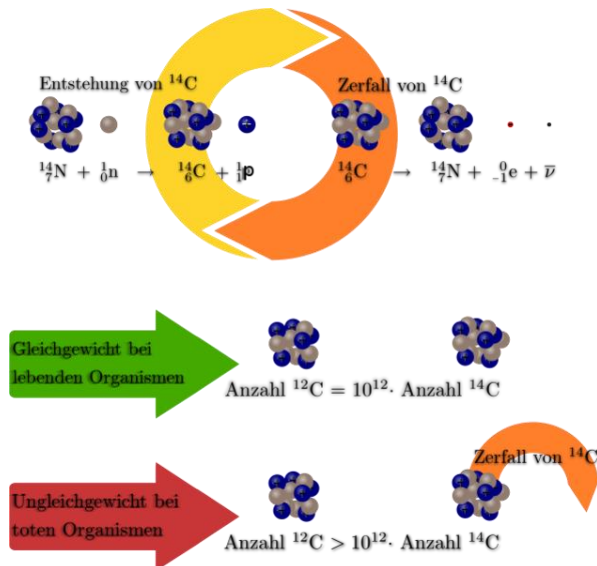
7. Die Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls von ^{14}C (ein Prozess erster Ordnung) beträgt 5730 Jahre. In einer archäologischen Probe fand man Holz, welches nur noch 72% des ^{14}C Gehalts von lebenden Bäumen aufwies. Wie alt ist das Fundstück?

Lösung: Erste Ordnung
$$\frac{d[^{14}\text{C}]}{dt} = -k [^{14}\text{C}]$$

$$[^{14}\text{C}] = [^{14}\text{C}]_0 e^{-k t} \quad \rightarrow \ln \frac{[^{14}\text{C}]}{[^{14}\text{C}]_0} = -k t \quad \rightarrow \ln \frac{[^{14}\text{C}]_0}{[^{14}\text{C}]} = k t$$

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad a = \text{Jahr}$$

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{[^{14}\text{C}]_0}{[^{14}\text{C}]} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{[^{14}\text{C}]_0}{[^{14}\text{C}]} = \frac{5730 \text{ a}}{\ln 2} \ln \frac{[1,00]}{[0,72]} = 2720 \text{ a}$$

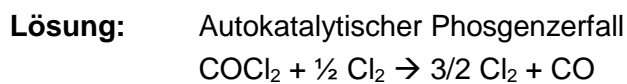


8. Wir betrachten erneut eine Reaktion erster Ordnung. Anfangsstoffmenge = 0,5 mol. Halbwertszeit = 40s. Welche Stoffmenge liegt nach 70 s vor?

Lösung: $k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{40\text{s}} = 0,01733 \text{ s}^{-1}$

$[c] = [c]_0 e^{-k \cdot t} = 0,5 \cdot e^{-0,01733 \cdot 70} = 0,5 \cdot 0,2972 = 0,149 \text{ mol}$

9. Geben Sie ein Beispiel an für eine Reaktion mit einer Reaktionsordnung von 1.5



10. Die Reaktionsgeschwindigkeit der Sarin-Hydrolyse verläuft unter welchen Bedingungen schnell, langsam, mittel?

Lösung: Geschwindigkeit: alkalisch > sauer > neutral

