

## 2 Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

### 2.29 Durchblick Zusammenfassung und Übung

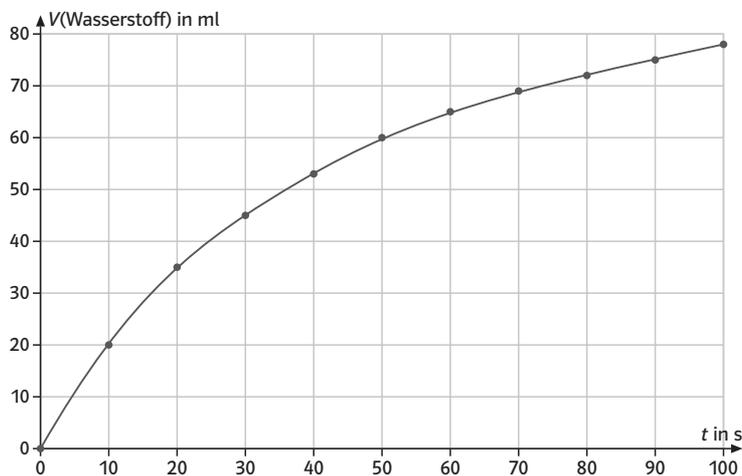
#### Zu den Aufgaben

##### A1

- a) Durch die Zerkleinerung des Zinkstücks wird die Oberfläche vergrößert, die Reaktion mit Salzsäure läuft schneller ab.
- b) Bei einer höheren Temperatur läuft die Reaktion schneller ab, da mehr Teilchen über die notwendige Aktivierungsenergie verfügen.
- c) Wird das Volumen der Salzsäure durch Zugabe von Salzsäure gleicher Konzentration vergrößert, so hat dies zu Beginn keinen Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit. Da nun jedoch insgesamt mehr Salzsäure vorhanden ist, nimmt ihre Konzentration mit fortschreitender Reaktion langsamer ab, d. h., auch die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt langsamer ab als ohne Zugabe von Salzsäure. (Nimmt man an, dass das Volumen der Salzsäure durch Zugabe von dest. Wasser vergrößert wird, führt dies zu einer Konzentrationsverringerung der Salzsäure und damit zu einer Verringerung der Reaktionsgeschwindigkeit.)
- d) Durch das Schütteln werden die Wasserstoffblasen schneller von der Oberfläche des Zinkstücks entfernt, sodass dort wieder die Salzsäure angreifen kann. Außerdem bewirkt das Schütteln eine Erhöhung der Salzsäurekonzentration an der Oberfläche des Zinkstücks, da die „verbrauchte“ Salzsäure durch „frische“ Salzsäure ersetzt wird. Beide Effekte führen zu einer Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit.

**A2** Die Zeit vom Zusammengeben der Natriumthiosulfatlösung und der Salzsäure bis zum Auftreten der Trübung durch fein verteilten Schwefel wird durch eine Temperaturerhöhung um  $10^\circ\text{C}$  jeweils ungefähr halbiert. Eine Halbierung der Zeit entspricht einer Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit. Dies entspricht der RGT-Regel.

##### A3 a)



- b) Während in den ersten 10 Sekunden 20 ml Wasserstoff gebildet werden, nimmt in gleichen Zeitintervallen das Volumen des gebildeten Wasserstoffs immer mehr ab. Von der 90. bis zur 100. Sekunde werden nur noch 3 ml Wasserstoff gebildet. Am Anfang ist die Reaktionsgeschwindigkeit am größten; im Verlauf der Reaktion nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit ab.

$$c) \bar{v}(10\text{ s}, 20\text{ s}) = \frac{35\text{ ml} - 20\text{ ml}}{20\text{ s} - 10\text{ s}} = 1,5\text{ ml/s}$$

$$\bar{v}(50\text{ s}, 60\text{ s}) = \frac{65\text{ ml} - 60\text{ ml}}{60\text{ s} - 50\text{ s}} = 0,5\text{ ml/s}$$

$$\bar{v}(35\text{ s}, 45\text{ s}) = \frac{57\text{ ml} - 49\text{ ml}}{45\text{ s} - 35\text{ s}} = 0,8\text{ ml/s}$$

**A4**

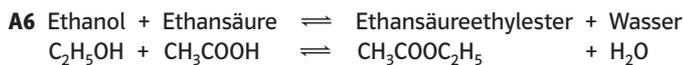
- a) Eine Temperaturerhöhung begünstigt die endotherme Rückreaktion, dadurch sinkt die Ausbeute an Wasserstoff.  
 b) Die Entfernung von Kohlenstoffdioxid führt dazu, dass das Gleichgewicht zu Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff verschoben wird.  
 c) Eine Druckerniedrigung wirkt sich nicht auf die Gleichgewichtslage aus, da die Teilchenanzahlen der gasförmigen Stoffe links und rechts vom Gleichgewichtspfeil gleich sind.

**A5**

- a) Bei Temperaturen bis 500 °C liegt das Gleichgewicht auf der Seite des Schwefeltrioxids. Bei Temperaturen über 500 °C verschiebt sich das Gleichgewicht sehr stark auf die Seite des Schwefeldioxids. Bei über 900 °C liegt es fast vollständig auf der Seite des Schwefeldioxids.  
 b) Eine Temperaturerniedrigung begünstigt die exotherme Reaktion, eine Temperaturerhöhung die endotherme Reaktion. Da bei niedriger Temperatur das Gleichgewicht auf der Seite des Schwefeltrioxids liegt und mit steigender Temperatur das Gleichgewicht sich auf die Seite des Schwefeldioxids verschiebt, muss die Bildung des Schwefeltrioxids eine exotherme Reaktion sein:



- c) Folgende Maßnahmen erhöhen die Ausbeute an Schwefeltrioxid:
- Verringerung der Temperatur (Begünstigung der exothermen Reaktion)
  - Erhöhung des Drucks: (Gleichgewichtsverschiebung zur Seite mit der kleineren Anzahl von Teilchen gasförmiger Stoffe)
  - Entfernen des Schwefeltrioxids aus dem Gemisch (Gleichgewichtsverschiebung durch Erniedrigung der Konzentration des Produkts)
  - Einsatz eines der Ausgangsstoffe (Schwefeldioxid oder Sauerstoff) in großem Überschuss (Gleichgewichtsverschiebung durch Erhöhung der Konzentration eines Edukts)



$$K_c = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{0,5\text{ mol/l} \cdot 0,5\text{ mol/l}}{1\text{ mol/l} \cdot 0,0625\text{ mol/l}} = 4$$