

## 11 Chemische Reaktionen haben eine Geschwindigkeit

### Aufgaben zum Kapitel 11

- 11.1 Begründen oder widerlegen Sie die folgende Aussage:  
Chemische Reaktionen verlaufen bei höherer Temperatur immer schneller als bei tieferer Temperatur.
- 11.2 Geben Sie alle Massnahmen an, mit welchen man die folgenden Reaktionen beschleunigen könnte:
- a)  $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
b)  $4 \text{FeS}_2(\text{s}) + 11 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8 \text{SO}_2(\text{g})$
- 11.3 Ordnen Sie die folgenden Begriffe den unten stehenden Fachbereichen zu. Achtung: Ein Begriff kann auch mehreren Fachbereichen zugeordnet werden:
- Begriffe:
- a) Temperatur                      b) Reaktionsenthalpie              c) Katalyse  
d) RGT-Regel                      e) Verdunsten                      f) Mehlstaubexplosion
- Fachbereiche:
1. Rolle der potenziellen Energie bei chemischen Vorgängen
  2. Energie-Verteilung der Teilchen (vgl. Abb. 11.5)
  3. Aktivierungsenergie
  4. kinetische Energie der Moleküle
  5. Zerteilungsgrad
- 11.4 Begründen oder widerlegen Sie die folgenden Aussagen:
- a) Bei der Erwärmung einer Wasserportion um 10 °C bewegt sich jedes Wasser-Molekül dieser Wasserportion schneller als es der Fall bei der tieferen Temperatur war.  
b) Bei der Erwärmung einer Wasserportion um 10 °C bewegt sich jedes Wasser-Molekül dieser Wasserportion doppelt so schnell als es der Fall bei der tieferen Temperatur war.  
c) Bei der Erwärmung einer Wasserportion um 10 °C stossen die Wasser-Moleküle doppelt so häufig zusammen als es der Fall bei der tieferen Temperatur war.  
d) Bei der Erwärmung einer Wasserportion um 10 °C stossen die Wasser-Moleküle häufiger zusammen als es der Fall bei der tieferen Temperatur war.
- 11.5 Geben Sie in der untenstehenden Tabelle an, ob man mit der aufgeführten Massnahme die folgenden Reaktionen beschleunigen könnte. Kreuzen Sie die richtigen Lösungen an.

Reaktion	Massnahme	
	Erhöhung der Konzentration der Edukte	Erhöhung des Zerteilungsgrades der Edukte
$\text{A}(\text{s}) + \text{B}(\text{s}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{s})$		
$\text{A}(\text{aq}) + \text{B}(\text{aq}) \rightarrow \text{C}(\text{aq}) + \text{D}(\text{s})$		
$\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$		

- 11.6 Begründen oder widerlegen Sie die folgenden Aussagen:
- a) Die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion mit höherer Aktivierungsenergie ist bei gleicher Temperatur tiefer als diejenige einer Reaktion mit einer tieferen Aktivierungsenergie.
  - b) Die kinetische Energie eines Wasser-Moleküls ist in einem Glas Wasser bei 50° C notwendigerweise höher als bei 40° C.
  - c) Die durchschnittliche kinetische Energie der Wasser-Moleküle ist in einem Glas Wasser bei 50° C notwendigerweise höher als bei 40° C.
- 11.7 Begründen oder widerlegen Sie die folgenden Aussagen:
- a) Ein Katalysator beschleunigt eine chemische Reaktion, indem er den Stoffen zusätzliche Aktivierungsenergie zuführt.
  - b) Ein Autoabgaskatalysator filtert die Schadstoffe aus den Abgasen heraus.
  - c) Ein Katalysator erhöht die Erfolgsquote von Zusammenstößen.
- 11.8 Ordnen Sie die folgenden Stoffe den untenstehenden Begriffen a) bis d) zu. Beachten Sie bitte, dass mehrere Stoffe einem Begriff zugeordnet werden können und dass es auch Stoffe geben kann, die sich keinem der Begriffe zuordnen lassen.
- Stoffe: N<sub>2</sub>, CO, Platin, OH<sup>-</sup>-Ionen, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, Zucker, O<sub>2</sub>, NO, Kohlenwasserstoffe
- a) Schadstoffe, welche von Autos produziert werden
  - b) Edukte der Bildung von Auto-Schadstoffen
  - c) Wichtiger Bestandteil des Autokatalysators
  - d) Ein unschädlicher Stoff, welcher aus dem Schadstoff NO im Autokatalysator gebildet wird.

## Lösungen zu den Aufgaben

- 11.1 Die Aussage ist richtig: Durch die Temperaturerhöhung wird die kinetische Energie der beteiligten Teilchen erhöht. Daraus folgt:
1. Die Anzahl Zusammenstösse nimmt zu, sodass die Reaktionsgeschwindigkeit erhöht wird.
  2. Die Zusammenstösse erfolgen heftiger, sodass eine grössere Anzahl die nötige minimale Energie für die Reaktion erreicht. Dies steigert die Erfolgsquote und damit ebenfalls die Reaktionsgeschwindigkeit.
- 11.2
- a) • Erhöhung der Temperatur  
• Erhöhung des Drucks  
• Verwendung eines Katalysators
- b) • Erhöhung des Zerteilungsgrads von  $\text{FeS}_2$   
• Erhöhung des Drucks  
• Erhöhung der Temperatur  
• Verwendung eines Katalysators
- 11.3
- 1 b: Die Reaktionsenthalpie entspricht der Differenz zwischen der potenziellen Energie der Edukte und der Produkte.  
c: Ein Katalysator erniedrigt die höchste potenzielle Energie (Aktivierungsenergie) des Reaktionsverlaufs.
  - 2 a: Mit zunehmender Temperatur verschiebt sich die Verteilung der kinetischen Energie der Teilchen nach rechts.  
c: Ein Katalysator verschiebt die minimale kinetische Energie für eine Reaktion nach links.  
d: Eine Erhöhung der Temperatur um  $10\text{ }^\circ\text{C}$  verschiebt die Verteilung der kinetischen Energie so weit nach rechts, dass die Zunahme der erfolgreichen Zusammenstösse zu einer Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit führt.  
e: Es gibt auch unterhalb der Siedetemperatur Teilchen, die genügend kinetische Energie aufweisen, um die Kräfte zu überwinden, welche die Teilchen im flüssigen Zustand zusammenhalten.
  - 3 c: Ein Katalysator erniedrigt die Aktivierungsenergie.  
f: Bei einer Explosion darf die Aktivierungsenergie nicht zu gross sein.
  - 4 a: Je höher die Temperatur ist, desto grösser ist die kinetische Energie der Teilchen.  
d: Eine Erhöhung der Temperatur um  $10\text{ }^\circ\text{C}$  erhöht die kinetische Energie der Teilchen so stark, dass die Zunahme der Anzahl Zusammenstösse und der Erfolgsquote bei vielen Reaktionen die Reaktionsgeschwindigkeit verdoppelt.
  - 5 f: Im in der Luft fein verteilten Mehlstaub wird die Oberfläche zwischen den Mehlpartikeln und dem Sauerstoff so stark erhöht, dass die damit verbundene starke Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit zu einer explosionsartigen Reaktion führen kann.
- 11.4 Gemäss RGT-Regel nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit bei einer Temperaturerhöhung um  $10\text{ Grad}$  bei vielen chemischen Reaktionen um das Doppelte zu. Dieser Effekt beruht darauf, dass sich die Teilchen der Edukte schneller bewegen,

wodurch einerseits die Anzahl Zusammenstöße und andererseits die Erfolgsquote zunimmt. Dies zeigt sich in der Energieverteilung in Abb. 11.5 anhand des Anteils an Teilchen, welche mindestens die minimal notwendige Energie für die Reaktion aufweisen. Deshalb:

- a) richtig
- b) falsch
- c) falsch
- d) richtig

### 11.5

Reaktion	Massnahme	
	Erhöhung der Konzentration der Edukte	Erhöhung des Zerteilgrades der Edukte
$A(s) + B(s) \rightarrow C(g) + D(s)$	nein	ja
$A(aq) + B(aq) \rightarrow C(aq) + D(s)$	ja	nein
$A(g) + B(g) \rightarrow C(g) + D(g)$	nein	nein

- 11.6 a) Die Aussage ist richtig. Je höher die Aktivierungsenergie einer Reaktion ist, desto kleiner wird die Anzahl Teilchen, welche die damit verbundene hohe minimale kinetische Energie aufweisen. Dann wird die Erfolgsquote klein – und folglich auch die Reaktionsgeschwindigkeit.
- b) Diese Aussage ist falsch. Gemäss Energie-Verteilung der Teilchen (vgl. Abb. 11.5) weisen Teilchen bei einer bestimmten Temperatur eine sehr unterschiedliche kinetische Energie auf. Obwohl also die *durchschnittliche* kinetische Energie der Teilchen bei 40 °C tiefer ist als bei 50 °C, gibt es sehr wohl Teilchen, die in Wasser bei 40 °C eine höhere kinetische Energie aufweisen.
- c) Diese Aussage ist richtig. Die Temperatur eines Stoffs entspricht der durchschnittlichen kinetischen Energie seiner Teilchen.
- 11.7 a) Die Aussage ist falsch. Ein Katalysator beschleunigt eine chemische Reaktion durch Erniedrigung der Aktivierungsenergie. Edukte binden an den Katalysator, wodurch die Bindungen in den Edukten geschwächt werden, sodass die Erfolgsquote erhöht wird.
- b) Die Aussage ist auch falsch. Ein Katalysator filtert die Schadstoffe nicht heraus, sondern wandelt sie in weniger schädliche Stoffe um.
- c) Diese Aussage ist richtig (vgl. Aufgabe a).
- 11.8 a) NO (bei Sauerstoffüberschuss) sowie CO und Kohlenwasserstoffe (bei Sauerstoffmangel)
- b) Kohlenwasserstoffe (im Benzin/ Diesel), O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub> (aus der Luft)
- c) Platin wirkt an der Oberfläche des Keramikkörpers katalytisch auf die Umwandlung der Schadstoffe.
- d) N<sub>2</sub>