

**DUDEN**

ABI GENIAL

# Chemie



DAS SCHNELL-  
MERK-SYSTEM

Für  
schnellen  
Lernerfolg

# So lernen Sie besser!

## Wissen verknüpfen

Sachverhalte merken Sie sich leichter, wenn Sie neues Wissen mit vorhandenem verknüpfen. Veranschaulichen Sie Lernthemen in einer Skizze oder einer Mindmap. Im Internet finden Sie häufig Animationen zu komplizierten Zusammenhängen.

## Einen Plan machen

Verschaffen Sie sich einen Überblick über den Lernstoff. Unterteilen Sie den Lernstoff in kleine Lernpakete und erstellen Sie einen Zeitplan zu den einzelnen Lernthemen. Überprüfen Sie Ihren Plan immer wieder und passen ihn ggf. an.

## Sinnvoll lernen

Ablenkung stört beim Lernen. Legen Sie daher alles beiseite, was Sie ablenken könnte. Suchen Sie sich einen geeigneten Ort, an dem Sie in Ruhe lernen können. Geben Sie Ihrem Gehirn Zeit, das Gelernte abzuspeichern. Fernsehen oder schnell noch Vokabeln lernen stören diesen Prozess.

## Sich konzentrieren

Sudokus, Kreuzworträtsel oder Memos verbessern die Konzentrationsfähigkeit. Entwerfen Sie eigene Kreuzworträtsel zum Lernstoff und tauschen diese in einer Lerngruppe aus.

## Pausen machen

Konzentriert zu arbeiten ist anstrengend. Daher ist es wichtig, regelmäßige Lernpausen einzulegen. Frische Luft und Bewegung zwischendurch fördern das Denken.

## Für Abwechslung sorgen

Lernen Sie auch mal an einem anderen ruhigen Ort. Nutzen Sie Ihr Smartphone oder Tablet, um Notizen zu Inhalten und Definitionen zu machen. Verfassen Sie Sprachmemos zu Merksätzen. Schauen Sie sich passende Lehrfilme im Internet an oder erstellen Sie eigene Lernvideos.

# Inhaltsverzeichnis

|                            |    |
|----------------------------|----|
| So funktioniert Abi genial | 6  |
| MINDMAP Der Prüfungsstoff  | 8  |
| Das Wichtigste in Kürze    | 10 |

## 1. Allgemeine und physikalische Chemie 18

Wichtige Definitionen 18 · 1.1 Reaktionsgeschwindigkeit 20 · 1.2 Der Energieumsatz chemischer Reaktionen 31

**TOP THEMA** Die Gibbs-Helmholtz-Gleichung 38

1.3 Chemisches Gleichgewicht 40

**TOP THEMA** Massenwirkungsgesetz 48

1.4 Säuren und Basen 50

**TOP THEMA** Berechnung des pH-Werts 62

1.5 Elektrochemie 66

**TOP THEMA** Die Nernst-Gleichung 70

## 2. Atombau und chemische Bindung 80

Wichtige Definitionen 80 · 2.1 Quantenzahlen und Pauli-Prinzip 81 · 2.2 Das Orbitalmodell 83

**TOP THEMA** Hybridisierung 86

2.3 Der Atomkern 87 · 2.4 Chemische Bindung 89

**TOP THEMA** Komplexverbindungen 92

2.5 Die Systematik im Periodensystem 98

### 3. Organische Chemie 100

Wichtige Definitionen 100 · 3.1 Das C-Atom im Orbitalmodell 102 · 3.2 Gesättigte Kohlenwasserstoffe – Alkane 102 · 3.3 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe – Alkene 106 · 3.4 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe – Alkine 107 · 3.5 Halogenkohlenwasserstoffe 108

3.6 Aromatische Kohlenwasserstoffe – Benzen 113

**TOPTHEMA** Elektrophile Substitution 114

3.7 Alkohole 117 · 3.8 Ether 121 · 3.9 Aldehyde 123

3.10 Ketone 127 · 3.11 Carbonsäuren 129

3.12 Synthetische Makromoleküle 133

3.13 Oxidationsstufen des Kohlenstoffatoms 137

### 4. Farbstoffe und Indikatoren 138

Wichtige Definitionen 138 · 4.1 Farbsehen und Farbstoffmoleküle 140 · 4.2 Chromatografie 143

**TOPTHEMA** Säure-Base-Indikatoren 144

4.3 Phenolphthalein 146

|           |                                                                                                                                                              |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.</b> | <b>Biochemie</b>                                                                                                                                             | <b>148</b> |
|           | Wichtige Definitionen 148 · 5.1 Kohlenhydrate 150                                                                                                            |            |
|           | 5.2 Optische Aktivität 153 · 5.3 Polysaccharide 156                                                                                                          |            |
|           | <b>TOPTHEMA</b> Eiweißstoffe – Proteine 160                                                                                                                  |            |
|           | 5.4 Die Struktur von Peptiden und Proteinen 162                                                                                                              |            |
|           | 5.5 Wirkstoffe 164                                                                                                                                           |            |
|           | <b>TOPTHEMA</b> Nucleinsäuren 168                                                                                                                            |            |
|           | 5.6 Gärung 170 · 5.7 Fotosynthese 171                                                                                                                        |            |
|           | 5.8 Atmung 172                                                                                                                                               |            |
| <b>6.</b> | <b>Analytische Chemie</b>                                                                                                                                    | <b>174</b> |
|           | Wichtige Definitionen 174 · 6.1 Beispiele für qualitative Analysen 176 · 6.2 Beispiele für quantitative Analysen 177 · 6.3 Ermittlung chemischer Formeln 180 |            |
|           | 6.4 Ermittlung der molaren Masse 181                                                                                                                         |            |
|           | <b>TOPTHEMA</b> Elementaranalyse nach Liebig 182                                                                                                             |            |
| <b>7.</b> | <b>Industrielle Chemie</b>                                                                                                                                   | <b>184</b> |
|           | Wichtige Definitionen 184 · 7.1 Treibstoffgewinnung 185                                                                                                      |            |
|           | <b>TOPTHEMA</b> Cracken und Reforming 186                                                                                                                    |            |
|           | 7.2 Hydroformylierung 191 · 7.3 Enzymatische industrielle Verfahren 193 · 7.4 Haber-Bosch-Verfahren 194 · 7.5 Chlor-Alkali-Elektrolyse 195                   |            |
|           | <b>TOPTHEMA</b> Salpeter- und Schwefelsäure 196                                                                                                              |            |
|           | 7.6 Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumoxid 198                                                                                                            |            |
|           | 7.7 Der Hochofenprozess und die Stahlgewinnung 199                                                                                                           |            |

## **Prüfungsratgeber und Prüfungsaufgaben** 202

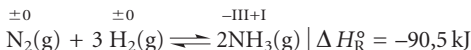
- 1** Tipps für den Selbsttest 202
- 2** Die Klausur 203
  - 2.1** Tipps für das Schreiben einer guten Klausur 203
  - 2.2** Inhalt und Aufbau einer Klausur 204
  - 2.3** Die Operatoren 205
- 3** Thematische Prüfungsaufgaben 208
  - 3.1** Allgemeine und physikalische Chemie 208
  - 3.2** Atombau und chemische Bindung 214
  - 3.3** Organische Chemie 217
  - 3.4** Farbstoffe und Indikatoren 221
  - 3.5** Biochemie 222
  - 3.6** Analytische Chemie 226
  - 3.7** Industrielle Chemie 228

Register 230

Periodensystem der Elemente 236

## 7.4 Haber-Bosch-Verfahren

Ammoniak, das in großen Mengen zur Mineraldüngerproduktion benötigt wird, stellt man durch heterogene Katalyse aus den Elementen Wasserstoff und Stickstoff her.



Als Katalysator dient mit Alkali- und Aluminiumhydroxid aktiviertes Eisen. Bei 500 °C und 25 MPa erhält man im Gleichgewicht 8 % Ammoniak. Die exotherme Hinreaktion bedingt die geringe Ausbeute.

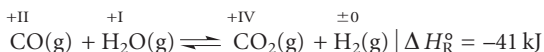
Um ein Entweichen des Wasserstoffs aus dem Ammoniak-Kontaktoven zu verhindern, besteht die innere Schicht aus weichem Eisen. Die Außenhaut ist aus stabilem Stahl, zusammengehalten durch Stahlbänder. Moderne Anlagen produzieren täglich ca. 900 t flüssiges Ammoniak.

Nach dem Le-Chatelier-Prinzip übt eine Temperaturerhöhung auf exotherme Reaktionen einen Zwang aus, der das Gleichgewicht nach links verschiebt (↑ S. 43). Druckerhöhung begünstigt die Hinreaktion, bei der die Teilchenzahl abnimmt. Das Massenwirkungsgesetz (↑ S. 48)

$$K_{\text{p}} = \frac{p^2(\text{NH}_3)}{p(\text{N}_2) \cdot p^3(\text{H}_2)}$$

zeigt, dass eine Verdopplung des Wasserstoffpartialdrucks die Reaktionsgeschwindigkeit der Hinreaktion auf das Achtfache ansteigen lässt (↑ S. 20, 40, 43).

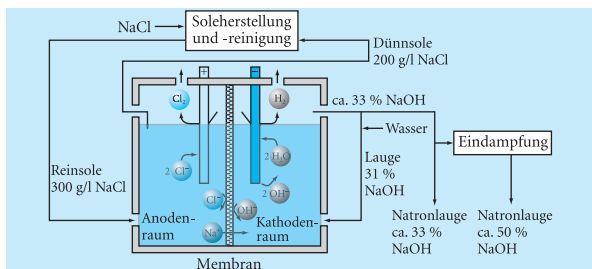
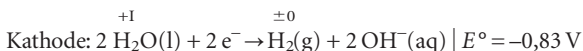
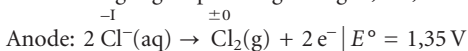
Der Wasserstoff stammt aus Synthesegas (↑ S. 192), das in einem **Primärreformer** aus Methan und Wasserdampf erzeugt wird. Nicht umgesetztes Methan wird in einem **Sekundärreformer** mit Luftsauerstoff zu Kohlenstoffmonooxid oxidiert. Letzteres wird in einem CO-Konverter durch **Konvertierung** in Kohlenstoffdioxid umgewandelt.



Kohlenstoffdioxid wird in einem **CO<sub>2</sub>-Wäscher** mit Methanol oder Kaliumcarbonatlösung aus dem Gasgemisch entfernt. Die Teilschritte der Synthesegaserzeugung werden so aufeinander abgestimmt, dass das Stoffmengenverhältnis von N<sub>2</sub> zu H<sub>2</sub> bei 1 : 3 liegt.

## 7.5 Chlor-Alkali-Elektrolyse

Beim Membranverfahren wird eine wässrige Natriumchlorid-Lösung elektrolysiert, die 300 g Natriumchlorid pro Liter enthält. Die angelegte Spannung beträgt 3,2–4,2 V.



Membranverfahren zur Herstellung von Chlor, Wasserstoff und Natronlauge

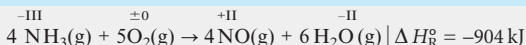
Durch die Zersetzung der Wasserdipole reichern sich im Kathodenraum (rechts) Hydroxid-Ionen an. Im Anodenraum überwiegt durch die Entladung der Chlorid-Ionen die Natrium-Ionen-Konzentration. Die Membran ist nur für Natrium-Ionen durchlässig. Im rechten Teil zieht man eine Dünnsol ab, die nach Konzentrierung auf 50 % in den Handel kommt. Die gereinigte und aufkonzentrierte Sole wird im Kreislauf geführt.



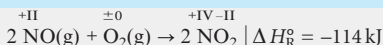
## Herstellung von Salpetersäure

Das nach W. Ostwald (1853–1932) benannte **Ostwald-Verfahren** zur Herstellung von Salpetersäure beruht auf der Oxidation von Ammoniak mit Luftsauerstoff am Platinkontakt (Katalysator).

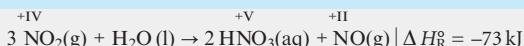
- 1 Ammoniak wird zunächst zu Stickstoffmonooxid (Stickstoff(II)-oxid) oxidiert:



- 2 Stickstoffmonooxid wird durch Luftsauerstoff zu Stickstoffdioxid (Stickstoff(IV)-oxid) oxidiert:



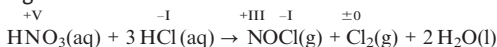
- 3 Beim Einleiten in Wasser disproportioniert Stickstoffdioxid in Salpetersäure und Stickstoffmonooxid. Bei dieser **Disproportionierung** ist das Stickstoffatom mit der Oxidationszahl +IV sein eigenes Oxidations- und Reduktionsmittel. Zwei Stickstoffatome mit +IV geben je ein Elektron ab und ein Stickstoffatom mit der Oxidationszahl +IV nimmt zwei Elektronen auf und besitzt dann die Oxidationszahl +II.



Das frei werdende Stickstoffmonooxid wird wieder eingesetzt.

## Königswasser

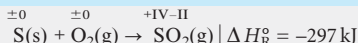
Ein Gemisch aus 1 Teil konzentrierter Salpetersäure und 3 Teilen konzentrierter Salzsäure bildet Königswasser, das infolge des reaktiven Nitrosylchlorids NOCl und des elementaren Chlors sogar Gold und Platin löst.



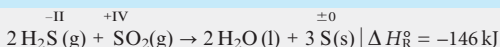
## Herstellung von Schwefelsäure

Beim **Kontaktverfahren** zur Herstellung von Schwefelsäure wird Schwefel an einem Vanadiumoxid-Kontakt (Katalysator) oxidiert.

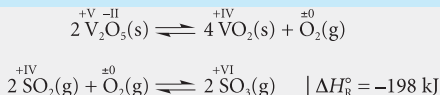
Zunächst wird Schwefel zu Schwefeldioxid verbrannt:



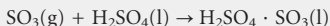
- Der Schwefel entstammt der Reinigung von Erdgas, von Rohöl (↑ S. 186) oder von Rauchgas, wobei man nach dem **Claus-Prozess** arbeitet (**Disproportionierung**):



- Die weitere Oxidation des Schwefels zur Oxidationsstufe +VI erfolgt am  $\text{V}_2\text{O}_5$ -Kontakt (Vanadiumpentaoxid):



- Vanadiumdioxid  $\text{VO}_2$  wird durch Sauerstoff wieder zu Vanadiumpentaoxid oxidiert. Schwefeltrioxid wird in Schwefelsäure gelöst, da die Reaktion mit Wasser zu stark exotherm ist. Schwefelsäure nimmt bis zu 65 % Schwefeltrioxid auf (rauchende Schwefelsäure):

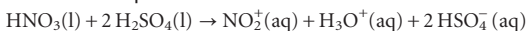


Durch Zusatz von Wasser entsteht Schwefelsäure:



### Nitriersäure

Konzentrierte Schwefelsäure liefert im Gemisch (1 : 1) mit konzentrierter Salpetersäure Nitriersäure:



Die Nitriersäure wirkt durch das Nitryl-Ion,  $\text{NO}_2^+$ , elektrophil substituierend (↑ S. 102, 104).

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Wort **Duden** ist für den Verlag Bibliographisches Institut GmbH als Marke geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für die Nutzung des zum Buch zugehörigen Downloadangebots gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der Website [www.duden.de](http://www.duden.de), die jederzeit unter dem entsprechenden Eintrag abgerufen werden können.

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

## **5., aktualisierte Auflage**

© Duden 2021 D C B A

Bibliographisches Institut GmbH,  
Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

*Redaktionelle Leitung* Kathrin Schwarz

*Redaktion* Dr. Angelika Fallert-Müller

*Autor/-innen* Dr. Eva Danner, Dr. Roland Franik

*Herstellung* Uwe Pahnke

*Typografisches Konzept* Horst Bachmann

*Umschlaggestaltung* zissue, München

*Satz* Satz-Rechen-Zentrum Hartmann + Heenemann GmbH & Co. KG

*Druck und Bindung* AZ Druck und Datentechnik GmbH,  
Heisinger Straße 16, 87437 Kempten

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-70655-6

Auch als E-Book erhältlich unter: 978-3-411-91389-3

[www.duden.de/abitur](http://www.duden.de/abitur)



PEFC™  
PEFC/04-31:2260

PEFC zertifiziert

Dieses Produkt stammt aus nachhaltig  
bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten  
Quellen.

[www.pefc.de](http://www.pefc.de)

## Chemie – Tophemen

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Die Gibbs-Helmholtz-Gleichung ..... | 38  |
| Massenwirkungsgesetz .....          | 48  |
| Berechnung des pH-Werts .....       | 62  |
| Die Nernst-Gleichung .....          | 70  |
| Hybridisierung .....                | 86  |
| Komplexverbindungen .....           | 92  |
| Elektrophile Substitution .....     | 114 |
| Säure-Base-Indikatoren .....        | 144 |
| Eiweißstoffe – Proteine .....       | 160 |
| Nucleinsäuren .....                 | 168 |
| Elementaranalyse nach Liebig .....  | 182 |
| Cracken und Reforming .....         | 186 |
| Salpeter- und Schwefelsäure .....   | 196 |