

Prüfungsbuch für Chemielaboranten

Fragen und Antworten

- für die Vorbereitung auf die
Zwischenprüfung und Abschlussprüfung
- zur Wiederholung
- zum Nachschlagen

Prof. Dr. Franz Katzer
Dr. Uwe-Falko Kuhn
Dipl.-Ing. ök. Jens Lamm



Best.-Nr. 1630
Holland + Josenhans Verlag Stuttgart

Bildquellenverzeichnis

„**Chemielaboranten – Teil 1**“, Holland + Josenhans GmbH & Co. KG, Stuttgart: Seite 303

„**Chemielaboranten – Teil 2**“, Holland + Josenhans GmbH & Co. KG, Stuttgart: Seiten 187, 189–195, 196 u., 197, 216, 218, 220, 224, 238, 325–331, 333–335

Kropf, Hans-Hermann, Syrgenstein: Seiten 87, 88, 119, 125, 146 u., 149, 154, 168, 236, 241, 242, 260, 261, 264, 265 o., 312–314

Dipl.-Chem. Stefan Porath, Hamburg: Seiten 15, 121, 122, 137, 151, 158, 159, 160, 161, 162, 177, 178, 180, 196 o., 198, 222, 245, 258, 263, 265 u., 266, 321

Darüber hinaus wurden Abbildungen aus dem Labobibb Modul (Dr. Rainer Rensch, Heidelberg) von C-Design (Dr. Eric Fontain, Garching) verwendet: Seiten 135, 139, 146 o., 147, 148, 150, 172–175

1. Auflage 2010

Dieses Werk folgt der reformierten Rechtschreibung und Zeichensetzung.

Dieses Buch ist auf Papier gedruckt, das aus 100 % chlorfrei gebleichten Faserstoffen hergestellt wurde.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu § 52 a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

Die Verweise auf Internetadressen und -dateien beziehen sich auf deren Zustand und Inhalt zum Zeitpunkt der Drucklegung des Werks. Der Verlag übernimmt keinerlei Gewähr und Haftung für deren Aktualität oder Inhalt noch für den Inhalt von mit ihnen verlinkten weiteren Internetseiten.

© Holland + Josenhans GmbH & Co., Postfach 10 23 52, 70019 Stuttgart, Tel. 07 11/6 14 39 20, Fax 07 11/6 14 39 22, E-Mail verlag@holland-josenhans.de, Internet: www.holland-josenhans.de

Umschlagfoto: adpic Bildagentur, 53121 Bonn

Umschlaggestaltung: Eleni Papagianopoulou, 70174 Stuttgart

Satzherstellung: Claudia Wild, 78467 Konstanz

Druck und Weiterverarbeitung: Konrad Tritsch, Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohstadt

ISBN 978-3-7782-1630-9

Vorwort

Der Inhalt des vorliegenden Prüfungsbuches orientiert sich an den Lernfeldern der theoretischen Ausbildung, die im bundesweit gültigen „Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemielaborantin/Chemielaborant“ allgemein vorgegeben sind. Gleichzeitig nehmen die Fragen mit den dazugehörigen Antworten Bezug auf die „Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses Chemielaborant/-in“.

Das Prüfungsbuch für Chemielaboranten soll über die Zeit der gesamten Ausbildung hinweg das selbstständige individuelle Lernen und die Kontrolle des Wissensstandes unterstützen und insbesondere das schwerpunktmäßige Wiederholen von Lernstoff vor Tests, umfangreicheren Klassenarbeiten und vor allem vor Prüfungen fördern. Es wird auch bei der Wissensaneignung und -festigung in den Lerngruppen eine Hilfe sein.

Bei dem Vertiefen und Einprägen des Wissens sollte jedoch nicht allein auf das Prüfungsbuch zurück gegriffen, sondern stets das vom Lehrer empfohlene Lehrbuch an erster Stelle benutzt werden, um Verständnis für das Gesamtsystem der Chemie zu erwerben. Dieses kann durch ein Buch, wie das vorliegende, das einzelne Fakten und Gesetzmäßigkeiten unabhängig von den Zusammenhängen auflistet, nicht vermittelt werden. Andererseits enthält ein Prüfungsbuch die wichtigen Inhalte der einzelnen Unterrichtsthemen und orientiert auf wesentliche Schwerpunkte. Damit ist ein Prüfungsbuch eine wichtige Ergänzung des Lehrbuchs. Es ist eine weitere Lernhilfe bei der Nachbereitung des Unterrichts und bei der Vorbereitung auf Kontrollen und Prüfungen. Es kann aber auch zweckdienlich im Unterricht selbst sein, wenn ein Begriffsinhalt aktuell nicht gegenwärtig ist und man sich schnell informieren möchte. Das Buch sollte also immer zur Hand sein.

Im Sachwortverzeichnis sind alle im Buch verwendeten Fachbegriffe aufgenommen worden, wodurch das schnelle Auffinden leicht möglich ist.

Bei der Vorbereitung auf eine Prüfung sollte die Antwort auf eine Frage zunächst abgedeckt und die eigene Lösung gesucht werden. Danach erfolgt durch den Vergleich mit dem angegebenen Text die Kontrolle, inwieweit man den Lerninhalt beherrscht.

Wir wünschen den Auszubildenden viel Erfolg.
Verlag und Autoren

Inhaltsverzeichnis

Teil 1 Präparative Chemie	
1	Grundlegende Begriffe und Gesetzmäßigkeiten 9
1.1	Stoffe, Atome, Moleküle 9
1.2	Chemische Vorgänge 16
1.3	Stoffkonstanten und chemische Gesetze 18
1.4	Bindungen 21
1.5	Wichtige Nomenklatur-Richtlinien der anorganischen Chemie. 24
1.6	Wichtige Nomenklatur-Richtlinien der organischen Chemie 28
2	Syntheseverfahren, Reaktionsgleichungen, Beeinflussung von Reaktionen. 34
2.1	Chemische Reaktionen, Reaktionstypen, Reaktionsmechanismen 34
2.2	Syntheseplanung 40
2.3	Synthesen und Reaktionen von Alkanen, Alkenen, Alkinen, Halogenalkanen 41
2.4	Synthesen und Reaktionen von Alkanolen, Alkanalen, Alkanonen 47
2.5	Synthesen und Reaktionen von Ethern 52
2.6	GRIGNARD-Synthesen 53
2.7	Synthesen und Reaktionen von Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten 55
2.8	Aromatische Verbindungen 59
3	Stöchiometrie und chemisches Rechnen 65
3.1	Gehaltsgrößen 65
3.2	Mischungsrechnen 67
3.3	Chemisches Gleichgewicht 70
3.4	Stoffumsatz und Ausbeute 74
3.5	Elementaranalyse organischer Verbindungen 78
3.6	Statistik/Fehlerrechnung 82
3.7	Berechnungen zu spektroskopischen Analysemethoden 85
3.8	Kennzahlen von Fetten 89
3.9	Maßanalyse 91
3.10	Elektrochemie 97
3.11	Viskosität 99
3.12	Chromatografie 100
3.13	Extraktion 100
3.14	Übungsaufgaben 101
4	Trennen und Reinigen von Stoffen, allgemeine Labortechnik 116
4.1	Grundbegriffe 116
4.2	Arbeitsweise und Arbeitsschutz 123
4.3	Absorption 133
4.4	Extraktion 134
4.5	Filtration 136
4.6	Löslichkeit 137
4.7	Rektifikation/Destillation 139
4.8	Trocknen 141

4.9	Umkristallisieren	142
4.10	Zentrifugieren	144
4.11	Labortechnik	144
4.12	Säulen- und Dünnschichtchromatografie	150
5	Charakterisieren von Produkten und Arbeitsstoffen	156
5.1	Grundbegriffe	156
5.2	Bestimmung des Brechungsindex	158
5.3	Dichte und Dichtebestimmung	160
5.4	Bestimmung des Drehwinkels	162
5.5	Bestimmung der Schmelztemperatur	164
5.6	Viskosität	166
6	Laborgeräte	172
7	Stoffkunde und wichtige Herstellungsverfahren	176
7.1	Lösungen und Kolloide	176
7.2	Metalle und Nichtmetalle sowie deren Oxide	180
7.3	Säuren und Basen	181
7.4	Salze	185
7.5	Erzeugung von Grundchemikalien und Metallen	187
7.6	Eigenschaften organischer Verbindungen	197

Teil 2 Allgemeine und Analytische Chemie

8	Analyseverfahren einschließlich Probenvorbereitung und Reaktionsgleichungen	211
8.1	Probenvorbereitung, Probenaufschluss, nasschemische Verfahren	211
8.2	Elektrochemische Analyseverfahren	215
8.3	Optische Analyseverfahren	221
8.4	Spektroskopische Verfahren	223
8.5	Chromatographische Verfahren	227
9	Stoffkonstanten und physikalische Größen	230
9.1	Lösungen und Löslichkeit	230
9.2	Physikalisch-chemische Größen und Stoffkonstanten	232
9.3	Physikalisch-chemische Messverfahren	238
10	Reaktionskinetik und Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht	242
10.1	Katalysatoren und Katalyse	242
10.2	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	244
10.3	Elektrolytgleichgewichte	250
10.4	Reaktionsgeschwindigkeit, Reaktionskinetik	253
10.5	Thermodynamik	256
11	Chemische Bindung – Periodensystem der Elemente	267
11.1	Atombau und Stellung der Elemente im Periodensystem	267
11.2	Chemische Bindung	272
11.3	Säuren, Basen, Salze	277

Wahlqualifikationen	
12	Präparative Chemie, Reaktionstypen und Reaktionsführung 287
12.1	Additions- und Kondensationsreaktionen von Carbonylverbindungen 287
12.2	Synthesen von und mit aliphatischen und aromatischen Aminen 289
12.3	Substituierte aliphatische Carbonsäuren und Carbonsäurederivate 290
12.4	Synthesen von aromatischen Verbindungen – Erst- oder Einfachsubstitution . 292
12.5	GRIGNARD-Verbindungen und andere metallorganische Verbindungen 298
12.6	Zweitsubstitution organischer Verbindungen 302
12.7	Mehrstufigsynthesen 304
12.8	Kunststoff-Synthesen 308
13	Durchführen verfahrenstechnischer Arbeiten 311
13.1	Fließschemata für chemische Anlagen 311
13.2	Darstellungsformen und Symbole für Fließschemata 312
13.3	Messtechnik und Sensoren 315
13.4	Messstellenbezeichnung 317
13.5	Steuerung, Regelung 318
14	Anwenden chromatographischer Verfahren 320
15	Anwenden spektroskopischer Verfahren 325
15.1	Infrarotspektroskopie 325
15.2	Atomabsorptionsspektroskopie/Atomemissionsspektroskopie 327
15.3	Kernresonanzspektroskopie 331
15.4	Massenspektrometrie 333
16	Anwenden probenahmetechnischer Verfahren 337
16.1	Probenarten 337
16.2	Probenahme und Probenahmegeräte 338
16.3	Probenkonservierung 339
16.4	Probenvorbereitung 340
16.5	Fehler und Fehlerquellen 340
17	Qualitätsmanagement 342
17.1	Qualität 342
17.2	Ringversuch 344
17.3	Referenzmaterial 345
17.4	Standardarbeitsanweisung 346
18	Lösungswege zum Kapitel Stöchiometrie und chemisches Rechnen (Kap. 3.14) 348
Sachwortverzeichnis 371	

Teil 1 der Abschlussprüfung Präparative Chemie

1 Grundlegende Begriffe und Gesetzmäßigkeiten

1.1 Stoffe, Atome, Moleküle

1. Was versteht man in der Chemie unter einem Stoff?

Stoffe bestehen aus Teilchen – aus Atomen, Molekülen, Ionen. Sie können in allen Aggregatzuständen vorkommen.

2. Was bezeichnet der Begriff chemisches Element?

Als chemische Elemente werden die 92 natürlichen (und z. Zt. 20 künstlich erzeugten) chemischen Grundstoffe bezeichnet, die durch chemische Verfahren nicht weiter auftrennbar, d. h. nicht in einfachere Stoffe zerlegbar sind.

Die kleinsten Teilchen eines Elements sind die Atome. Die Atome eines Elements besitzen die gleiche Kernladungszahl, d. h. die gleiche Anzahl von Protonen und Elektronen, die mit der Ordnungszahl im Periodensystem der Elemente übereinstimmt.

Die Anzahl der Neutronen kann unterschiedlich sein (Isotope).

3. Welche Elemente sind Reinelemente?

Reinelemente bestehen aus einem Isotop gleicher Massenzahl (Nuklid), d. h. gleichartig zusammengesetzten Atomen (20 Elemente, z. B. Al, Na, P, F, I).

Die Atome enthalten die gleiche Anzahl von Neutronen, z. B. besteht die Fluor-Atome aus 9 Elektronen, 9 Protonen und 10 Neutronen.

4. Welche Elemente bezeichnet man als Mischelemente?

Mischelemente bestehen aus Atomen, die zwar die gleiche Anzahl von Protonen und Elektronen besitzen, jedoch unterschiedliche Neutronenzahl enthalten. Mischelemente bestehen somit aus mindestens zwei Isotopen oder Atomarten (Nukliden) unterschiedlicher Massenzahl, z. B. Chlor existiert in zwei Isotopen mit 18 bzw. 20 Neutronen (sowie je 17 Protonen und Elektronen), Zinn kommt in 10 verschiedenen Isotopen vor.

5. Was sind Nuklide?

Ein Nuklid ist eine Atomart des Elements E. Es besteht aus einem Atomkern mit bestimmter An-



6. Was versteht man unter Isotopen?

zahl von Protonen und Neutronen sowie einer Atomhülle.

Ein Mischelement besteht aus verschiedenen Atomarten oder Isotopen, d.h. Nukliden. Wie der Name sagt, besetzen Isotope den „gleichen Platz“ im Periodensystem der Elemente, sind also chemisch gleichwertig: die Isotope eines Elements besitzen die gleichen chemischen Eigenschaften. Zu unterscheiden sind natürliche Isotope und künstliche Isotope.

7. Was sind chemische Verbindungen?

Sie bestehen aus Atomen von mindestens zwei verschiedenen Elementen. Ihre kleinsten Teilchen sind Moleküle oder Ionen. Sie sind bei echten Verbindungen stöchiometrisch zusammengesetzt. Die Teilchen werden durch primäre chemische Bindungen zusammengehalten.

8. Welche Stoffe gehören zur anorganischen Chemie?

Zur anorganischen Chemie gehören alle chemischen Elemente, deren Verbindungen und Eigenschaften sowie Vorgänge, einschließlich des Elements Kohlenstoff, seiner Oxide, Carbonate, Carbide sowie der Kohlen(stoff)säure.

9. Welche Stoffe gehören zu der organischen Chemie?

Zur organischen Chemie werden die Kohlenwasserstoffverbindungen und die davon abgeleiteten Verbindungen mit funktionellen Gruppen (Abkömmlinge oder Derivate) gerechnet. Metallorganische Verbindungen wie z. B. GRIGNARD-Verbindungen nehmen eine Zwischenstellung ein. Sie werden jedoch auch der organischen Chemie zugerechnet.

10. Wie lauten die Definitionen für

- a) das Atom,
- b) das Molekül,
- c) das Ion,
- d) das Kation und
- e) das Anion?

- a) Atome sind die kleinsten Teilchen eines Elements.
- b) Moleküle sind die kleinsten Teilchen einer Verbindung.
- c) Ionen sind elektrisch geladene Teilchen, die aus Atomen oder Molekülen durch Abgabe oder Aufnahme von Elektronen entstanden sind.



- d) Kationen sind positiv geladene Teilchen, die aus Atomen oder Molekülen durch Elektronenabgabe entstehen.
- e) Anionen sind negativ geladene Teilchen, die aus Atomen oder Molekülen durch Elektronenaufnahme entstehen.

11. Welche Elektronenstruktur besitzen die Atome der Hauptgruppenelemente nach dem BOHRschen Atommodell?

Hauptgruppenelemente besetzen nach dem BOHRschen Atommodell die letzte Schale mit 1 bis 8 Elektronen. Nach der heute gültigen Zählweise sind es die chemischen Elemente der Gruppen 1, 2 und 13 bis 18 des Periodensystems.

12. Welche Elektronenstruktur besitzen die Nebengruppenelemente nach dem BOHRschen Atommodell?

Die Nebengruppenelemente der Gruppen 3 bis 12 füllen die vorletzte Schale von 8 bis auf 18 Elektronen auf (Gruppen 3 bis 12 des PSE). Lanthaniden und Actiniden besetzen die vorvorletzte Schale von 18 bis 32 Elektronen.

13. Warum ist die Kenntnis der Elektronenstruktur für das Verständnis der chemischen Vorgänge wichtig?

Aus der Elektronenstruktur ergibt sich, in welchem Verhältnis sich die Atome oder Atomgruppen binden können, also die Wertigkeit bzw. die Bindigkeit oder Oxidations- bzw. Ladungszahl.

14. Was gibt die relative Atommasse an?

Die relative Atommasse des Stoffes X (Formelzeichen A_x , nach IUPAC auch Atomgewicht) gibt an, wie viel mal größer die Masse eines Atoms des Stoffes X ist als 1/12 des ^{12}C -Atoms (Kohlenstoff-Nuclid ^{12}C), dessen Masse gleich 12.000 gesetzt wird.

15. Wie ergibt sich die relative Molekülmasse?

Die relative Molekülmasse oder relative molare Masse, relative Molmasse eines Stoffes (Formelzeichen M_r , nach IUPAC auch Molekulargewicht) ergibt sich als Summe der relativen Atommassen der Elemente, die in der Formel der Verbindung enthalten sind.

Damit bezieht sich die relative Molmasse ebenfalls auf 1/12 des ^{12}C -Atoms.

16. Wie ist das Mol definiert?

Das Mol (Einheitenzeichen mol) ist die Stoffmenge eines Stoffes X (Element, Verbindung), die ebenso viele Teilchen enthält, wie Atome in 12 g des Kohlenstoffnuclids ^{12}C vorhanden sind. Die Stoffmenge $n(\text{X}) = 1 \text{ mol}$ enthält $6,022 \times 10^{23}$ Teilchen (Formeleinheiten, Atome, Moleküle; Avogadro-Konstante).

17. Wie ist die Molmasse definiert?

Die Molmasse M (molare Masse, bei Atomen: Atommasse oder atomare Masse) des Stoffes X ist die Bezeichnung für den Quotienten aus der Masse m und der Stoffmenge n des Stoffes X: $M(\text{X}) = m(\text{X})/n(\text{X})$; vereinfacht: $M = m/n$.

18. Welche Definition besitzt die Stoffmenge?

Die Stoffmenge n (alte Bezeichnung: Molzahl, Anzahl der Mole) ist der Quotient aus der Masse m des Stoffes X und seiner relativen Atom- bzw. Molekülmasse A_r bzw. M_r :
 $n(\text{X}) = m(\text{X})/A_r(\text{X})$ bzw. $n = m(\text{X})/M_r(\text{X})$;
vereinfacht: $n = m/A_r$, oder $n = m/M_r$.

19. Was bedeutet der Begriff Stoffmengenkonzentration?

Die Stoffmengenkonzentration c eines Stoffes X (alte Bezeichnung: Molarität) in einer Lösung ist der Quotient aus einer gelösten Stoffmenge n und dem Volumen V der Lösung: $c(\text{X}) = n(\text{X})/V$;
vereinfacht: $c = n/V$.

20. Wofür wird der Begriff Stoffmengenanteil benutzt?

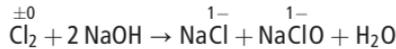
Der Stoffmengenanteil X (alte Bezeichnung: Atomprozent, Molprozent, Molenbruch) gibt den Anteil der Stoffmenge $n(\text{X})$ des Stoffes X in einer Stoffmischung an. Er ist der Quotient aus $n(\text{X})$ und der Gesamtheit aller in der Mischung enthaltenen Molzahlen n_{ges} an:
 $X = n(\text{X})/n_{\text{ges}}$

21. Welche Inhalte werden durch die Begriffe Modifikation, Allotropie und Polymorphie beschrieben?

Modifikationen sind verschiedene Erscheinungsformen eines Elements oder einer Verbindung, die sich durch das Kristallgitter oder die Kristallform und durch die physikalischen Eigenschaften (z. B. Schmelztemperatur) unterscheiden, jedoch gleiche chemische Eigenschaften besitzen. Bei Elementen wird auch der Begriff Allotropie (allotrope Modifikationen), bei Verbindungen Allotropie oder Polymorphie verwendet.

22. Was versteht man unter einer Disproportionierung?

Bei einer Disproportionierung geht ein Stoff aus einer mittleren Oxidationszahl in Stoffe mit einer niedrigeren und einer höheren Ladungsstufe über, z. B.



23. In welcher Weise werden die Begriffe Oxidation und Reduktion bzw. Redoxvorgang verwendet?

Der Begriff Oxidation wird, wie auch der der Reduktion, in dreifacher Bedeutung verwendet.

Oxidation

- als Verbinden eines Stoffes mit Sauerstoff,
- als Abgabe von Wasserstoff aus einem Molekül und
- vor allem allgemein als Abgabe von Elektronen.

Reduktion

- als Abgabe von Sauerstoff aus einer Verbindung,
- als Aufnahme von Wasserstoff in einer Verbindung und
- vor allem allgemein als Aufnahme von Elektronen.

Der Redoxvorgang ist der miteinander gekoppelte Vorgang der Elektronenabgabe und -aufnahme zwischen den Reaktanden (Edukten).

24. Welche Gleichungen beschreiben

- Redox-Vorgänge,**
- Neutralisationen,**
- Disproportionierungen,**
- Säure-Base-Reaktionen?**

- $\text{Zn} + 2 \text{H}_2\text{SO}_{4, \text{konz.}} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
 $2 \text{KI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{KBr} + \text{I}_2$
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{HI} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$
- $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \text{HBrO}$
 $4 \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + 3 \text{KClO}_4$
 $2 \text{R-CHO} + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{R-COONa} + \text{R-CH}_2\text{OH}$
- $\text{H}_2\text{O} + \text{CN}^- \rightarrow \text{HCN} + \text{OH}^-$
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

25. Was versteht man unter Bindigkeit?

Bindigkeit ist die Anzahl der Bindungspaare, die ein Atom bei der Atombindung ausbildet (als bindende Paare zu Reaktionspartnern).

26. Was beinhaltet der Begriff Ladungszahl (Ionenwertigkeit)?

Mit der Ladungszahl oder Ionenwertigkeit wird der Ladungszustand eines Ions durch hochgestellte arabische Ziffer mit nachgestelltem Ladungszeichen angegeben, z. B. Fe^{3+} .

27. Wozu wird der Begriff Oxidationszahl genutzt?

Insbesondere bei Redoxreaktionen und bei der Angabe der Ladung der Atome in Formeln dient die Oxidationszahl zur Kennzeichnung der Oxidationsstufe. Sie wird durch hochgestellte römische Ziffer und die (negative) Ladung angegeben, z. B. CCl_4 bzw. $\text{C}^{\text{IV}}\text{Cl}_4^{-1}$.

In Namen wird sie in Klammern dem Element nachgestellt, z. B. Kupfer(II)-chlorid.

28. Für welche Verbindungen wird der Begriff Polarität verwendet?

Er wird für Verbindungen benutzt,

- bei denen die Ladungen auf verschiedene Teilchen, die Ionen, getrennt verteilt sind: Ionenverbindungen (Ionenbindung),
- bei denen die Ladungen im Molekül räumlich getrennt verteilt sind, wie bei polarisierten Verbindungen, Dipolmolekülen (polare Atombindung).

29. In welcher Weise wird der Begriff Wertigkeit benutzt?

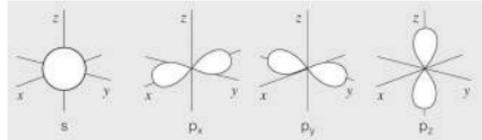
- Die *stöchiometrische* Wertigkeit eines Elements gibt an, wie viel einwertige Atome (z. B. H) ein Atom des betreffenden Elements binden kann. Geeigneter ist der Begriff Bindigkeit (für Atomwertigkeit) oder Ladungszahl (für Ionenwertigkeit).
- Die *koordinative* Wertigkeit ist die Koordinationszahl, d. h. die Anzahl der Atome oder Gruppen (Liganden), die in regelmäßiger räumlicher Anordnung von einem Atom oder Ion (Zentralteilchen) gebunden sind.
- Die Oxidationszahl wird auch als *elektrochemische Wertigkeit* bezeichnet und besonders bei elektrochemischen Prozessen benutzt.

30. Woraus ergibt sich die Bezeichnung s-, p-, d- und f-Elemente?

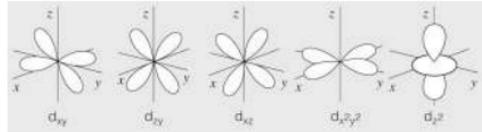
Die Bezeichnung ergibt sich nach dem quanten- bzw. wellenmechanischen Atommodell aus der räumlichen Elektronenverteilung oder den Atom-Orbitalen.



Die s-Elemente mit kugelsymmetrischen Orbitalen stehen in der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystem, die p-Elemente mit hantelförmigen Orbitalen in der 3. bis 8 Hauptgruppe bzw. der Gruppe 13 bis 18.



Die d-Elemente sind Nebengruppenelemente (Gruppen 3 bis 12). Die Orbitale besitzen vor allem die Form von Doppelhanteln.



Als f-Elemente werden die Lanthaniden und die Actiniden bezeichnet. Die Orbitale besitzen noch kompliziertere Formen.

31. Was sind Eigenschaft eines Stoffes?

Eigenschaften eines Stoffes sind Eigenheiten, Merkmale oder Verhaltensweisen, durch sich der Stoff von anderen Stoffen mit anderen Merkmalen unterscheidet.

32. Welches sind chemische und physikalische Eigenschaften von Stoffen?

Chemische Eigenschaften bezeichnen, wie sich ein Stoff in andere Stoffe bei chemischen Vorgängen verändern lässt, z. B. durch Oxidieren, Nitrieren, Hydrieren, Neutralisieren usw.

Physikalische Eigenschaften sind Merkmale, die bei ungeänderter Zusammensetzung des Stoffes diesen charakterisieren, wie z. B. Wirkungen bei Energieänderungen (Schmelz-, Siede-, Verdampfungstemperatur usw.).

1.2 Chemische Vorgänge

1. Wie unterscheiden sich physikalischer und chemischer Vorgang?

Bei einem physikalischen Vorgang bleiben die chemische Zusammensetzung und Eigenschaften des Stoffes erhalten, beim chemischen Vorgang ändern sie sich.

2. Wie werden chemische Vorgänge oder Reaktionen eingeteilt?

Die Einteilung erfolgt nach verschiedenen Gesichtspunkten:

- in einfache oder elementare Reaktionen und in aus mehreren Reaktionsschritten zusammengesetzte Reaktionen,
- in Aufbau- oder Synthese- sowie Abbau- oder Analyse-Reaktionen,
- in Additions-, Eliminierungs-, Substitutions-, Polymerisations-Reaktionen (u. a.)

3. Was wird als Reaktanden bezeichnet?

Ausgangsstoffe einer Reaktion sind Reaktanden oder Edukte. Sie reagieren zu Endstoffen oder Produkten.

4. Wie werden die Begriffe Synthese und Analyse verwendet?

Synthese ist die Erzeugung von neuen sowie auch komplizierter zusammengesetzten chemischen Verbindungen aus Elementen oder einfacheren Verbindungen in einem oder mehreren Reaktionsschritten.

Analyse ist die Zerlegung komplizierter zusammengesetzter Verbindungen in einfacher zusammengesetzte Stoffe.

5. Welche Merkmale besitzen

- a) Additions-,
- b) Eliminierungs-,
- c) Substitutions-,
- d) Polymerisationsreaktionen?

Die Begriffe beziehen sich vorrangig auf organische Reaktionen.

- a) Addition: Binden von Atomen oder Atomgruppen an Doppel- oder Dreifachbindungen.
- b) Eliminierung: Abspaltung von Atomen oder Atomgruppen aus einem Molekül, sodass im Molekül eine Doppel- oder Dreifachbindung entsteht.
- c) Substitution: Ersetzen (Austausch) eines Atoms oder einer Atomgruppe durch ein anderes Atom oder andere Atomgruppe.
- d) Polymerisation: allgemein Aufbaureaktion von Polymermolekülen aus Monomeren – un-



terteilbar in Kettenpolymerisation, Polykondensation und Polyaddition.

6. Unter welchen Bedingungen verlaufen Vorgänge isobar, isotherm, isochor, adiabatisch?

- Vorgänge unter konstantem Druck verlaufen isobar,
- Vorgänge bei konstanter Temperatur isotherm,
- Vorgänge bei konstantem Volumen isochor und
- Vorgänge bei konstantem Druck und Volumen adiabatisch.

7. Was ist eine

- a) Isobare,
- b) Isotherme,
- c) Isochore und
- d) Adiabate?

- a) Eine Isobare in einem p-V-Zustandsdiagramm ist eine Kurve, die die Punkte gleichen Drucks bei einem isobaren Prozess verbindet.
- b) Eine Isotherme verbindet in einem p-V-Zustandsdiagramm die Punkte gleicher Temperatur bei isothermen Zustandsänderungen.
- c) Eine Isochore verbindet die Punkte gleichen Volumens bei isochoren Zustandsänderungen.
- d) Eine Adiabate ist in einem p-V-Zustandsdiagramm eine Kurve, die die Beziehung zwischen Druck und Volumen eines (idealen) Gases bei einer Zustandsänderung beschreibt (ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung).

8. Welche Energieänderungen vollziehen sich bei chemischen Reaktionen?

Bei allen chemischen Reaktionen wird entweder Energie an die Umgebung freigesetzt oder aus der Umgebung aufgenommen. Die Energieänderung wird immer von den Edukten aus beurteilt.

9. Was bedeuten die Begriffe exotherm und endotherm?

Ein Vorgang erfolgt exotherm, wenn Energie freigesetzt wird.
Endotherm läuft ein Vorgang ab, wenn Energie aufgenommen wird.

10. Was versteht man unter Enthalpie?

Die Enthalpie $H = U + p \cdot V$ stellt eine Beziehung zwischen Innerer Energie U und der Volumenarbeit $W = p \cdot V$ her.
Die Enthalpieänderung ΔH eines isobaren Vorgangs ($p = \text{konst.}$) beträgt: $\Delta H = \Delta U + p \Delta V$.

11. Warum werden bei den Energiebetrachtungen die isobaren Prozesse hervorgehoben?

Die chemischen Prozesse verlaufen meist bei konstantem Druck ($\Delta p = 0$).

12. Wie setzt sich die Innere Energie eines Stoffsystems zusammen?

Die Innere Energie eines Systems ist die Summe aller Energiearten, die in dem System enthalten ist: Wärmeenergie, Bindungsenergie, Energie des Atomkerns.

13. Wie setzt sich die Änderung der Inneren Energie in einem geschlossenen System zusammen?

Die Änderung der Inneren Energie eines geschlossenen Systems ist gleich der Summe von Wärme und Arbeit, die aus der Umgebung aufgenommen oder an die Umgebung abgegeben wird: $\Delta U = Q + W$.

Bei einem isobaren Prozess ($p = \text{konst.}$) ist $W = p \Delta V$

14. Wie ändert sich die Innere Energie, wenn bei einem chemischen Vorgang keine Volumenarbeit geleistet wird?

Bei einem isobar und isochor verlaufendem Prozess wird keine Volumenarbeit geleistet ($\Delta p = 0$, $\Delta V = 0$, $W = 0$). Dann ist die Änderung der inneren Energie gleich der aus der Umgebung aufgenommenen oder an die Umgebung abgegebenen Wärme: $\Delta U = \Delta Q$.

15. Was versteht man unter der Reaktionsenthalpie?

Die Reaktionsenthalpie ΔH oder Reaktionsenergie/-wärme ist die bei einer (isobaren) chemischen Reaktion aufgenommene oder abgegebene Energie (alte Bezeichnung: Wärmetönung). Sie wird in Joule pro Mol angegeben.

16. Warum werden nur Änderungen der Inneren Energie, der Enthalpie sowie anderer thermodynamischer Zustandsfunktionen angegeben?

Absolutwerte der Inneren Energie sind nicht messbar. Somit können nur Änderungen ΔU angegeben werden. Da die Enthalpie (und andere Zustandsfunktionen) mit der Inneren Energie durch $H = U + pV$ in Beziehung steht, können auch die Enthalpien nur als Änderung zwischen der Enthalpie der Produkte und der Enthalpie der Edukte angegeben werden: $\Delta H = \sum H_{\text{Produkte}} - \sum H_{\text{Edukte}}$

1.3 Stoffkonstanten und chemische Gesetze

1. Wie groß ist die atomare Masseneinheit?

Die Atommasseneinheit m_u ergibt sich als 1/12 der Masse des ^{12}C -Atoms. Sie ist gleich der Atommassenkonstante u und beträgt:

$$m_u = 1 u = 1.6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

2. Welchen Wert besitzt die Elementarladung e?

Die Elementarladung e ist die kleinste negative oder positive elektrische Ladung:
 $e_0 = 1.602\,17733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (Coulomb, $1\text{C} = 1\text{A} \cdot \text{s}$)

3. Was beinhaltet die AVOGADRO-Konstante?

Die AVOGADRO-Konstante N_A (veraltet auch als LOSCHMIDTSche Zahl bezeichnet) gibt die Anzahl der Teilchen (Atome, Moleküle) in einem Mol eines Stoffes an:
 $N_A = 6.022\,1367 \cdot 10^{23} \cdot \text{mol}^{-1}$.

4. Was wird als Normzustand bezeichnet?

Ein Normzustand (ältere Bezeichnung: Normbedingung) besteht für einen Stoff bei der Normtemperatur T_0 bzw. $T_n = 273,15 \text{ K}$ oder $\vartheta = 0^\circ\text{C}$ und dem Normdruck p_0 bzw. $p_n = 101\,325 \text{ Pa}$.

5. Welchen Wert besitzt die allgemeine Gaskonstante?

Die allgemeine Gaskonstante beträgt $R = 8,314510 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$. Sie ergibt sich aus $p_0 \cdot V_0 / T_0 = R$.

6. Wie lautet das allgemeine Gasgesetz idealer Gase?

Das allgemeine Gasgesetz idealer Gase wird auch allgemeine Zustandsgleichung idealer Gase genannt: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$.

7. Welchen Zusammenhang beschreibt das AVOGADROSche Gesetz?

Bei gleicher Temperatur und gleichem Druck sind in gleichen Volumina idealer Gase die gleichen Teilchenzahlen enthalten.

8. Wie lautet das BOYLE-MARIIOTESche Gesetz?

Bei konstanter Temperatur sind Druck und Volumen eines idealen Gases umgekehrt proportional bzw. das Produkt von Druck und Volumen konstant:
 $p \cdot V = \text{konst.}$

9. Welche Abhängigkeiten beschreibt das GAY-LUSSACSche Gesetz?

Das Volumen eines idealen Gases dehnt sich bei Erwärmung um 1 Kelvin um den $1/273,16$. Teil seines Volumens bei 0°C aus, wenn der Druck konstant bleibt (isobar):

$$V = V_0 (1 + \alpha \vartheta)$$

Der Druck eines idealen Gases erhöht sich beim Erwärmen um 1 Kelvin um den $1/273,16$. Teil seines Drucks bei 0°C , wenn das Volumen konstant bleibt (isochor):

$$p = p_0 (1 + \alpha \vartheta)$$

10. Wie lautet das Gesetz von der Erhaltung der Masse?

Bei einem chemischen Vorgang bleibt die Gesamtmasse der reagierenden Stoffe konstant.

11. Was besagt das Gesetz von der Erhaltung der Energie?

Der Energieerhaltungssatz (1. Hauptsatz) besagt, dass in einem abgeschlossenen thermodynamischen System die Summe aller Energieformen konstant ist.

12. Was beinhaltet das Gesetz von den konstanten Wärmesummen (HESS'sches Gesetz)?

Die Energiemenge (-summe), die bei einer Umwandlung zwischen Ausgangs- und Endzustand abgegeben oder aufgenommen wird, ist unabhängig vom Weg gleich groß.

13. Was besagt das Gesetz der Partialdrücke (DALTON-Gesetz)?

In einem Gemisch idealer Gase, die nicht miteinander reagieren, ist der Gesamtdruck die Summe der einzelnen Partialdrücke.

14. Wie lautet das Gesetz von den konstanten Proportionen (PROUST-Gesetz)?

In einer Verbindung ist das Massenverhältnis der beteiligten Elemente konstant (Elemente verbinden sich in einem bestimmten Verhältnis zu einer Verbindung).

15. Wie lautet das Gesetz von den multiplen Proportionen (DALTON-Gesetz)?

Bilden zwei Elemente mehrere Verbindungen miteinander, so stehen die Massenverhältnisse der Elemente zueinander im Verhältnis kleiner ganzer Zahlen.

16. Welchen Zusammenhang beschreibt das RAOULT'sche Gesetz?

Das Gesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der Konzentration einer (idealen) Lösung und der Erniedrigung des Dampfdrucks (Erhöhung der Siedetemperatur und Erniedrigung der Erstarrungstemperatur).

17. Was besagt der NERNST'sche Verteilungssatz?

Wenn sich ein Stoff in zwei verschiedenen, sich nicht mischbaren, Flüssigkeiten löst, verteilt er sich in beiden Phasen derartig, dass das Verhältnis der Konzentration in beiden Phasen eine Konstante ist (konstanter Verteilungskoeffizient).