Atombau, Periodensystem und chemische Bindung

1

In diesem Kapitel findest du Übungen zu wichtigen Grundlagen in der Chemie: dem Bau der Materie aus Atomen, der Nutzung des Periodensystems sowie den grundlegenden Arten der chemischen Bindung und Wechselwirkung.

CHECKLISTE

Atombau, Periodensystem und chemische Bindung

- ☐ die Begriffe Atom, Ion und Molekül beschreiben
- ☐ das Kern-Hülle-Modell erläutern
- ☐ die Begriffe Proton, Elektron und Neutron definieren
- ☐ das Orbitalmodell und die Quantenzahlen erläutern, die Elektronenkonfiguration beschreiben sowie Energieniveauschemata darstellen und deuten
- ☐ den Aufbau des Periodensystems beschreiben sowie Gruppe und Ordnungszahl eines Atoms nennen
- ☐ die Ionenbindung beschreiben, den Namen für Salze angeben, die Verhältnisformel aufstellen sowie die Gitterenergie beschreiben und berechnen
- ☐ die Elektronenpaarbindung beschreiben sowie LEWIS-Formeln aufstellen und die Oktettregel erläutern
- ☐ das EPA-Modell erläutern
- ☐ polare und unpolare Bindungen vergleichen sowie den Dipol-Charakter von Molekülen erläutern
- ☐ die Molekülorbitaltheorie und die Mesomerie erläutern
- ☐ die metallische Bindung und das Elektronengasmodell erläutern
- ☐ polare und unpolare Lösemittel vergleichen
- ☐ Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, VAN-DER-WAALS-Kräfte und Wasserstoffbrücken vergleichen

1.1 Übungsaufgaben

1. Geben Sie alle möglichen Kombinationen von Quantenzahlen für ein Elektron in einem 2 p-Orbital an.

2. Geben Sie die Elektronenkonfiguration eines Bor-Atoms im Energieniveauschema und in der Kurzschreibweise an.

3. Stellen Sie Li und Li^+ im Schalenmodell (angelehnt an das BOHR'sche Atommodell) dar. Geben Sie jeweils die Anzahl an Protonen, Neutronen und Elektronen an. Erläutern Sie schließlich an diesem Beispiel, worin sich ein Atom und ein Ion voneinander unterscheiden.

Klausur 2: Lavalampe

Lavalampen gelten spätestens seit den 70er-Jahren als Kultobjekte der westlichen Welt.

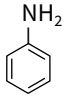
2.1 Stellen Sie die Vorgänge in einer Lavalampe mithilfe eines Fließschemas dar (siehe M2.1).

2.2 Erklären Sie mithilfe einer Darstellung auf der Teilchenebene, warum sich Anilin nicht in Wasser löst.

M2.1: Funktionsweise einer Lavalampe

Die Gesetzmäßigkeiten, welche der Funktion der Lavalampe zugrunde liegen, sind bereits seit über 100 Jahren bekannt. Gibt man beispielsweise Anilin bei 20 °C in ein Gefäß mit Wasser, so sinkt die ölige, bräunliche Flüssigkeit langsam auf den Boden – bei dieser Temperatur hat es eine höhere Dichte als Wasser. Erhitzt man das Gemisch mithilfe einer Lampe auf ca. 60 °C, steigen Blasen des Anilins im Wasser auf (ab ca. 60 °C ist die Dichte von Anilin kleiner als die Dichte von Wasser). Steigt es an die Oberfläche, kühlt es sich dort ab und sinkt wieder zu Boden, wobei sich aufsteigende und absteigende Blasen vermischen.

Strukturformel für Anilin



Klausur 3: Silizium

Silizium ist eines der wichtigsten Elemente in der Elektrotechnik.

3.1 Nennen Sie alle in M3.1 erwähnten metallischen Eigenschaften von Silizium.

3.2 Stellen Sie einen Ausschnitt aus einem Gitter aus Silizium-Atomen mit einzelnen Bor-Atomen dar und erklären Sie daran die Leitfähigkeit der Verbindung.

M3.1: Eigenschaften von Silizium

Silizium ist ein sog. Halbmetall, d. h. es weist metallische und nichtmetallische Eigenschaften auf. Festes Silizium hat eine grau-schwarze Farbe und einen bronzenen bis bläulichen Glanz. Seine höchste Dichte hat es im flüssigen Zustand, sodass es eine ähnliche Anomalie wie Wasser aufweist. Die Wärmeleitfähigkeit ist etwa halb so groß wie die von Kupfer, allerdings um ein Vielfaches größer als die von Kohlenstoff. Damit es eine höhere elektrische Leitfähigkeit erhält, muss man einzelne Silizium-Atome in einem Gitter z. B. durch Bor-Atome ersetzen und die erhaltene Verbindung mit Sonnenlicht bestrahlen. Platten mit solchen Verbindungen sind daher Bestandteil von Solarzellen.

Lösungen zu Klausur 4

TIPP

Wie immer liest du gründlich das gegebene Material und hältst folgendes fest:

- Es sollen drei Alkanole unterschieden werden (Ethanol, Pentan-1-ol und Hexadecan-1-ol).
- Als weitere Chemikalie steht ausschließlich Wasser zur Verfügung.
- Als Materialien haben wir lediglich Reagenzgläser mit -ständern und Stopfen, Pipetten und Spatel zur Verfügung.
- Dass wir Pipetten und Spatel zur Verfügung haben, deutet darauf hin, dass mindestens eines der Alkanole sogar ein Feststoff ist.
- Deine Lösung erscheint dir zur einfach? Manchmal ist es genau so einfach! Scheu dich nicht davor, vermeintlich zu leichte Lösungen ausführlich zu notieren, sonst gehen dir im Abitur möglicherweise viele Bewertungseinheiten verloren!

M4: Drei Alkanole ohne Etikett

In einem Chemieunternehmen hat man im Chemikalienlager drei Behälter ohne Aufschrift gefunden. Neben den Behältern befanden sich allerdings drei Etiketten mit den Beschriftungen Ethanol (C_2H_5OH), Pentan-1-ol ($C_5H_{11}OH$) und Hexadecan-1-ol ($C_{16}H_{35}OH$). *drei Alkanole*
Eine Versuchsreihe soll Aufschluss über die Inhalte der Behälter geben. Für das experimentelle Vorgehen stehen folgende Chemikalien und Materialien zur Verfügung:
Chemikalien: Proben der drei oben genannten Alkanole, destilliertes Wasser *Löslichkeitsexperiment*
Materialien: Reagenzglasständer, Reagenzgläser mit Stopfen, Messpipetten, Spatel *für einen Feststoff*
Stoff + Wasser + Stopfen → Schütteln! *für flüssige Alkanole*
Strukturformel von Pentan-1-ol:

Strukturformel von Hexadecan-1-ol:

4.1 Er wird ein Löslichkeitsexperiment durchgeführt. Man gibt je eine bestimmte Menge Stoff (ca. 1ml) in ein Reagenzglas (mit Pipetten und dem Spatel) und anschließend jeweils etwa 2ml Wasser dazu. Anschließend setzt man die Stopfen auf die Reagenzgläser, schüttelt sie und stellt sie in den Reagenzglasständer.
Zu erwarten sind folgende Beobachtungen mit ihrer entsprechenden Deutung:
Bei einem der erzeugten Gemische sind keine Phasengrenzen sichtbar. Das ist bei Ethanol der Fall, da Ethanol nur einen kurzen unpolaren Molekülanteil hat und sich daher gut in Wasser löst. Bei einem Gemisch gibt es eine klare Phasentrennung zwischen zwei farblosen Flüssigkeiten. Dabei handelt es sich um Pentan-1-ol: Der unpolare Molekülanteil überwiegt, sodass es nicht zu einer Lösung mit Wasser kommt (siehe gegebene Lewisformel im Material).
Schließlich besteht ein Stoff aus weißen, wachsartigen Schuppen, die sich am Boden des Reagenzglases mit Wasser absetzen und die sich nicht in Wasser lösen lassen. Diese Schuppen sind aus Hexadecan-1-ol, welches aus sehr langen Kohlenwasserstoffketten mit einer relativ hohen Masse und guten VAN-DER-WAALS-Wechselwirkungen zueinander besteht (siehe LEWIS-Formel im Material). Der Stoff löst sich nicht in Wasser, da der unpolare Molekülanteil noch viel größer ist als bei Pentan-1-ol.

4.3 Lösungen

Lösungen zu den Übungsaufgaben

1.

TIPP

Der Unterschied der beiden Aussagen liegt in den Worten „gleich“ und „konstant“:

- Bei „gleichen“ Konzentrationen der Edukte und der Produkte würden Reaktionen immer nur zur Hälfte ablaufen. Das ist nicht der Fall. Im Verlauf einer Reaktion gibt es einen Zeitpunkt, an dem die Konzentration der Edukte und der Produkte gleich ist, das muss aber nicht der Gleichgewichtszustand der Reaktion sein.
- Bleiben Konzentrationen „konstant“, bedeutet das, dass sich die Stoffmenge (Teilchenanzahl) an Produkt und Edukt nicht mehr verändert. Sie muss aber nicht gleich sein.

Aussage A trifft nicht zu: Die Konzentrationen von Edukten und Produkten sind im Gleichgewicht nicht gleich, da meistens entweder die Hinreaktion oder die Rückreaktion einer Reaktion begünstigt ist. Ein theoretischer Ausnahme-Fall wäre es, wenn beide Reaktionen gleichermaßen gut ablaufen würden; nur dann wären die Konzentrationen von Edukten und Produkten im Gleichgewicht gleich.

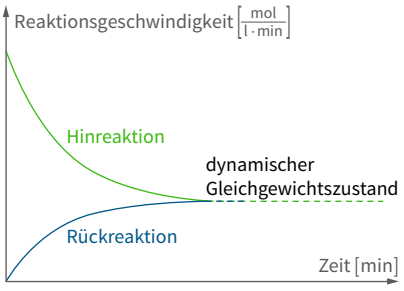
Aussage B trifft zu: Im Gleichgewichtszustand einer Reaktion sind die Reaktionsgeschwindigkeiten von Hinreaktion und Rückreaktion gleich; es reagiert die gleiche Stoffmenge an Edukten zu Produkten wie umgekehrt. Die Konzentration von Edukten und Produkten bleibt also konstant im Gleichgewichtszustand einer Reaktion.

Aussage C trifft nicht zu: Das Gesetz zur Beschreibung von Gleichgewichtszuständen heißt „Massenwirkungsgesetz“ aufgrund der früheren Bezeichnung „aktive Masse“ für die Massenkonzentration, es bezieht sich nicht auf die vorhandene Masse der Stoffe.

2.

TIPP

- Bei der Darstellung von Graphen musst du die Achsendarstellung beachten. Die y-Achse (senkrecht) ist die abhängige Variable und die x-Achse (waagrecht) ist die unabhängige Variable. Die Reaktionsgeschwindigkeit im Verlauf einer Reaktion (y-Achse) ist vom Zeitpunkt während der Reaktion abhängig, an dem sie betrachtet wird (x-Achse).
- Die Beschriftung der Achsen und die Angabe der Einheiten sowie der Kurven darfst du nicht vergessen.



Klausur 2: Funktionsweise einer pH-Elektrode

Die pH-Elektrode gehört zur Grundausstattung eines jeden Chemielabors.
Heutzutage werden Messwerte zunehmend automatisiert erfasst.
Dennoch ist es nach wie vor faszinierend, wie genau die Elektrode funktioniert.

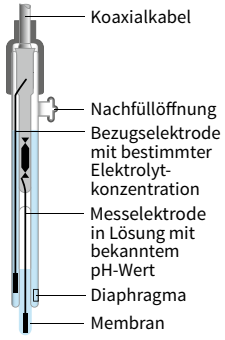
2.1 Erklären Sie, inwiefern ein hoher pH-Wert der unbekannten Lösung das Halbzellenpotenzial der Messelektrode negativer werden lässt (siehe M2.1).

2.2 Berechnen Sie das Halbzellenpotenzial der Bezugselektrode und erläutern Sie, warum dieses konstant bleibt $\left(U_0(Ag^+/Ag) = 0{,}8\,V\right)$.
Gehen Sie davon aus, dass Temperatur und Druck den Standardbedingungen entsprechen.

2.3 Berechnen Sie die Zellspannung zwischen Bezugselektrode und Messelektrode bei einem pH-Wert von 3 und einer Temperatur von 290 K.

M2.1: Die pH-Elektrode

Eine pH-Elektrode wird auch als Einstabmesskette bezeichnet. Sie besteht aus zwei Halbzellen: Einer Bezugselektrode im Inneren des Stabs sowie einer Messelektrode. Beide Elektroden bestehen aus Silber. Die Bezugselektrode taucht in einer Silberchlorid-Lösung, wobei das Löslichkeitsprodukt von Silberchlorid $2 \cdot 10^{-10} \frac{mol^2}{l^2}$ beträgt. Die Messelektrode taucht in einer Kaliumchlorid-Lösung mit einem pH-Wert von 7, die als Elektrolyt dient. Dabei ist die Messelektrode über eine Glasmembran mit der zu messenden, unbekannten Lösung in elektrisch leitendem Kontakt. Über das Diaphragma wird der elektrische Kontakt zur Außenlösung hergestellt, ein Stoffaustausch ist nicht möglich.



Die Glasmembran ist nicht durchlässig für H^+-Ionen. Das Glas enthält jedoch bewegliche Na^+- und Li^+-Ion. Je niedriger der pH-Wert der unbekannten Lösung, desto mehr H^+-Ionen bewegen sich von außen an die Glasmembran, desto mehr Na^+- und Li^+-Ionen werden auf die Innenseite der Glasmembran verschoben. Dadurch wird das Halbzellenpotential der Messelektrode positiver. Man spricht auch von einer ionenselektiven Elektrode, wobei für das Halbzellenpotenzial U die folgende Formel gilt:

$$U(Ag^+/Ag, Mess) = U_0(Ag^+/Ag) - 1{,}98 \cdot 10^{-4} \frac{V}{K} \cdot T \cdot pH$$