

Klausur zur Vorlesung
„Allgemeine Chemie für Naturwissenschaftler“ (24.02.2006)
Prof. Dr. B. O. Kolbesen und Prof. Dr. M. U. Schmidt

(B)

Name: _____ Vorname: _____ Studienfach: _____
Matr.-Nr.: _____ Semesterzahl: _____ Studiengang: _____

Für Studierende der Bachelor-Studiengänge sind zum Bestehen dieser Klausur mindestens 50 Punkte erforderlich.

Schreiben Sie bitte in Druckschrift! Unleserliche Antworten können nicht berücksichtigt werden! Begründen Sie (wenn erforderlich) Ihre Aussagen in Stichworten. Sie können auch die Rückseite der Aufgabenbögen verwenden. Erreichbare Punkte: max. **100**

1. Atomtheorie:

- a) Was bedeutet Ordnungszahl, was ist die Massenzahl? Was geben sie an? 1
Sie geben die Anzahl der Kernbausteine (Protonen, Protonen + Neutronen) an
- b) Wie ist das Massenverhältnis zwischen Elektron und Proton? 1
1 : 1836,2
- c) Wie ist die Bezugsgröße (AME) für die Atommassen definiert? 1
AME = 1/12 Masse von ^{12}C ($^{12}\text{C} = 12.00000 \text{ g/mol}$)
- d) Warum sind die Massenzahlen nicht genau ganzzahlig? 2
a) Massendefekt; b) Isotope
- e) Was sind Isotope? 1
Atome gleicher Ordnungszahl, aber unterschiedlicher Massenzahl, nennt man Isotope.
- f) Was versteht man unter Massendefekt? 1
Differenz zwischen der Summe der Massen von Nucleonen eines Kerns und der Masse des Kerns

- 2. Isotopengemisch:** Chlor kommt als Gemisch zweier Isotope vor, ^{35}Cl 34,968852 u und ^{37}Cl mit der Atommasse 36,965903u. Die mittlere Atommasse des Chlors beträgt 35,4527 u. Wieviel Prozent Anteil hat jedes Isotop? 2

$$x = \% \text{ } ^{35}\text{Cl}: \quad x \cdot 34,968852 + (100 - x) \cdot 36,965903 = 100 \cdot 35,4527$$
$$x = 75,771\%$$

$$y = \% \text{ } ^{37}\text{Cl}: \quad y = 24,229\%$$

3. Radioaktivität:

- a) Was ist der Alpha-Zerfall, worauf der Beta-Zerfall? 2
- Alpha-Zerfall: Radioaktiver Prozess, bei dem α -Teilchen emittiert werden (α -Teilchen bestehen aus zwei Protonen und zwei Neutronen).**
- Beta-Zerfall: Radioaktiver Prozess, bei dem die Ordnungszahl eines radioaktiven Nuclids sich um eine Einheit ändert, während die Massenzahl unverändert bleibt.**

- b) Was versteht man unter Halbwertszeit? 1

Halbwertszeit ist die Zeit, die vergeht, bis die Hälfte der Probe einer radioaktiven Substanz zerfallen ist.

- c) Wie sind die Auswirkungen auf biologische Materie? 1

Beschädigung / Zerstörung.

4. Elektronenstruktur der Atome:

- a) Die Elektronen in einem System (Atom, Ion, Festkörper etc.) müssen sich in mindestens einer Quantenzahl unterscheiden. Welche Quantenzahlen kennen Sie? 2

Hauptquantenzahl $n = 1, 2, 3$ usw.

Nebenquantenzahl $l = 0, 1, 2, \dots (n-1)$ oder s-, p-, d-, und f-Zustände, wobei jede Nebenschale $4l + 2$ Elektronen aufnehmen kann.

Magnetische Quantenzahl $m_l = -l, -(l-1), 0, +(l-1), +l$

Spinmagnetquantenzahl $s = +\frac{1}{2}$ oder $-\frac{1}{2}$

- b) Zur Besetzung der Elektronenhülle eines Atoms ist der Gedanke der Schalen nützlich. In welcher Reihenfolge werden die Schalen besetzt? 2

$1s - 2s, 2p - 3s, 3p - 4s, 3d, 4p \dots$

- c) Wie ist die räumliche Verteilung der s-, p- und d-Elektronen? 2

Kugelförmige Ladungsverteilung um den Atomkern bei s-Elektron

Die Ladungsdichte ist bei p-Orbitalen nicht kugelförmig; es ist eine ebene Knotenfläche vorhanden, die durch den Atomkern verläuft. Auf jeder Seite der Knotenfläche ist ein Bereich mit höherer Ladungsdichte: p-Orbital lässt sich als hantelförmig beschreiben. p_x, p_y, p_z

d-Orbitale können als rosettenförmig beschrieben werden (zwei Knotenebenen): $d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}, d_{x^2-y^2}$ und d_{z^2}

- d) Was versteht man unter erster Ionisierungsenergie und erster Elektronenaffinität? 2

Unter der ersten Ionisierungsenergie versteht man die Energie, die aufgewendet werden muss, um das am schwächsten gebundene Elektron einem Atom zu entreißen. Die erste Elektronenaffinität ist die Energie, die umgesetzt wird, wenn ein Atom im Gaszustand ein Elektron aufnimmt.

5. Periodensystem:

Beschreiben Sie die Ordnungskriterien für die Gruppen und Perioden im PSE. 4

Im PSE sind die Elemente nach ihrer Elektronenkonfiguration geordnet. Ausgehend vom Wasserstoff-Atom geht man von Element zu Element, wobei jedes Mal die Kernladung um eine positive Ladung erhöht wird und der Elektronenhülle ein neues Elektron zugefügt wird, welches das energetisch am tiefsten, noch verfügbaren Orbital besetzt. Es resultiert ein nach Pauli benanntes Aufbauprinzip. Für eine gegebene Hauptquantenzahl n steigen die Energien in der Reihenfolge $s < p < d < f$. Elemente mit gleicher Elektronenkonfiguration werden im PSE in einer Spalte zusammengestellt.

6. Gase:

- a) Was ist ein ideales Gas? 2

Ein Gas verhält sich ideal, wenn zwischen den Gasteilchen keine Anziehungskräfte wirksam sind und wenn das Volumen der Gasteilchen vernachlässigbar KLEIN ist gegen das Volumen des Gasraumes.

- b) Wie groß ist das ideale Molvolumen? 2

Ideales Volumen: Bei allen idealen Gasen nimmt bei 1,013 bar = 1 atm und 0 °C ein mol ein Volumen von 22,414 l ein. Dieses Volumen bezeichnet man als Molvolumen.

7. Chemische Bindung:

- a) Was versteht man unter Atombindung? 2

Atombindung oder kovalente Bindung: Bindung, die durch gemeinsame Elektronen zwischen zwei Atomen bewirkt wird. Bei einer Einfachbindung ist ein gemeinsames Elektronenpaar vorhanden (siehe auch Doppel- und Dreifachbindung).

- b) Was ist ein Hybridorbital(HO), welche Eigenschaften weisen HOs auf? 2

Hybridorbitale sind Atomorbitale, die durch mathematisches Verfahren aus den Wellenfunktionen kombiniert werden, damit Wellenfunktionen für einen neuen Satz von gleichwertigen Orbitalen erhalten werden. Sie werden so gewählt, dass sie der tatsächlichen Struktur eines Moleküls entsprechen.

- c) Was ist der Unterschied zwischen einer σ -Bindung und einer π -Bindung? (Skizzen werden auch akzeptiert). 2

σ -Bindung rotationssymmetrisch zur Kernverbindungsachse (keine Knotenebene), π -Bindung nichtrotationssymmetrisch zur Kernverbindungsachse (Knotenebene). (Äquivalente Beschreibungen bzw. Skizzen sind natürlich genauso anzuerkennen!)

- d) Erklären Sie, warum das He₂-Molekül nicht existiert? 2

Die Bindungsordnung ist die Hälfte der Differenz aus der Anzahl der bindenden Elektronen minus der Anzahl der antibindenden Elektronen. Bei der Kombination von zwei Helium-Atomen muss die Gesamtzahl von vier Elektronen auf die beiden Molekülorbitale verteilt werden; sowohl das σ_{1s} - wie das σ_{1s}^* -Orbital muss besetzt werden. Die bindungslockernde Wirkung antibindender Elektronen hebt die Wirkung der bindenden Elektronen auf. Die Bindungsordnung für He₂ beträgt Null. Ein He₂-Molekül existiert nicht.

8. Säure / Base –Definitionen:

Wie sind Säuren und Basen definiert

- a) nach Brønstedt-Lowry 1

Nach Brønstedt-Lowry ist eine Säure eine Substanz, die Protonen abgeben kann, ein Protonen-Donator. Eine Base kann Protonen aufnehmen, ein Protonen-Akzeptor.

b) nach Lewis

1

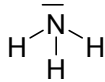
Im Lewis-Konzept kommt es auf die Bildung einer kovalenten Bindung zwischen Basen- und Säureteilchen an. Eine Base (eine nucleophile Substanz) stellt das Elektronenpaar zur Bildung der kovalenten Bindung zur Verfügung, die Säure (eine elektrophile Substanz) wirkt als Elektronenpaarakzeptor.

9. Strukturen:

Schreiben Sie die Lewis-Formeln und die räumliche Struktur auf für:

a) NH_3

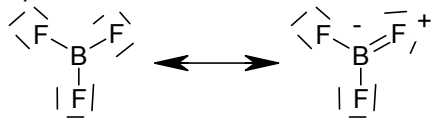
1



pyramidal

b) BF_3

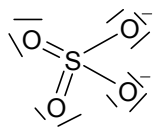
1



eben

c) SO_4^{2-}

1



tetraedrisch

10. Puffer:

a) Woraus besteht eine Pufferlösung?

1

Die Pufferlösung enthält eine schwache Säure und ihre konjugierte Base. Sie ändert ihren pH-Wert nur geringfügig bei Zugabe von Säuren oder Basen in begrenzter Menge.

b) Eine Pufferlösung enthält 1,0 mol/l Essigsäure und 1,0 mol/l Natriumacetat und hat einen pH-Wert von 4,742. Welchen pH-Wert hat sie nach Zusatz von a) 0,01 mol/l HCl, b) 0,01 mol/l NaOH?

4



Pufferlösung: $c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 1,0 \text{ mol/l}$; $c(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 1,0 \text{ mol/l}$

$c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) : c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = K_S$

nach Zusatz von $x \text{ mol/l H}^+$: $1,0 + x \text{ mol/l}$

nach Zusatz von $y \text{ mol/l OH}^-$: $1,0 - y \text{ mol/l}$

$c(\text{H}^+) = K_S \cdot c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) : c(\text{CH}_3\text{CO}_2^-)$;

$\text{pH} = \text{p}K_S - \log c(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) : c(\text{CH}_3\text{CO}_2^-)$

a) Zusatz von $x = 0,01 \text{ mol/l HCl}$:

$$\text{pH} = 4,742 - \log 1,01 \text{ mol/l} : 0,99 \text{ mol/l} = \underline{4,733}$$

b) Zusatz von $y = 0,01 \text{ mol/l NaOH}$:

$$\text{pH} = 4,742 - \log 0,99 \text{ mol/l} : 1,01 \text{ mol/l} = \underline{4,751}$$

11. Thermochemie/Thermodynamik:

a) Was ist die freie Reaktionsenthalpie?

1

ist eine thermodynamische Funktion: $G = H - TS$. Für die Reaktionen bei konstantem Druck und konstanter Temperatur ist die freie Reaktionsenthalpie:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

- b) Was versteht man unter Entropie? 1
 Entropie S ist ein Maß für Unordnung.
- 12. Zustandsdiagramm von Wasser** (Skizze wird auch akzeptiert): 4
 Zustandsdiagramm des Wassers (Skizze). Wichtig: Die Schmelzkurve zeigt mit steigendem Druck ein Absinken der Schmelztemperatur.
- 13. Elektrochemie:**
- a) In welcher chemischen Form ist die Energie in einer geladenen Standardautobatterie (Bleiakkumulator) gespeichert? 2
 Anode: Pb (s) und Kathode: $\text{PbO}_2(\text{s})$
- b) Was dient als Elektrolyt? Mit welcher einfachen Methode kann der Ladezustand der Batterie überprüft werden? 2
 H_2SO_4 ; im geladenen Zustand ist die Schwefelsäurekonzentration hoch. Während der Akkumulator Strom abgibt, wird Schwefelsäure verbraucht und Wasser erzeugt, weshalb man aus der Schwefelsäurekonzentration auf den Ladungszustand schließen kann (Dichtemessung).
- 14. Oxidationszahl:**
- Geben Sie die Oxidationszahlen für die einzelnen Atome in folgenden Verbindungen an:
- a) N_2 (Stickstoff) 1
 N: ± 0
- b) P_2O_5 (Phosphorpentoxid) 1
 P: $+V$, O: $-II$
- c) HNO_3 (Salpeter-Säure) 1
 H: $+I$, O: $-II$, N: $+V$
- d) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 1
 B: $+III$, Na: $+I$, O: $-II$
- e) CO_3^{2-} (Carbonat-Anion) 1
 O: $-II$, C: $+IV$
- f) Al_2O_3 1
 O: $-II$, Al: $+III$
- g) Al_2Cl_6 1
 Cl: $-I$, Al: $+III$
- h) $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ Tetrathionat, $^-\text{O}_3\text{S-S-S-SO}_3^-$ (Bitte für alle S getrennt angeben) 1
 S_1 : $+V$, S_2 : 0 , O: $-II$

15. Vorkommen der Elemente:

Sortieren Sie folgende Elemente nach abnehmender Häufigkeit in der Erdhülle Ag, C, Na, Si

2

Si, Na, C, Ag

16. Alkalimetalle:

a) Welche Formel hat Ammoniumhydrogencarbonat?

1

$(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$

b) Wofür verwendet man es?

1

Als Backpulver

17. Erdalkalimetalle:

Was geschieht, wenn man ein Stückchen Kalk in halbkonzentrierte Salzsäure legt?

a) Beobachtung:

1

Es löst sich unter Gasentwicklung auf

b) Reaktionsgleichung:

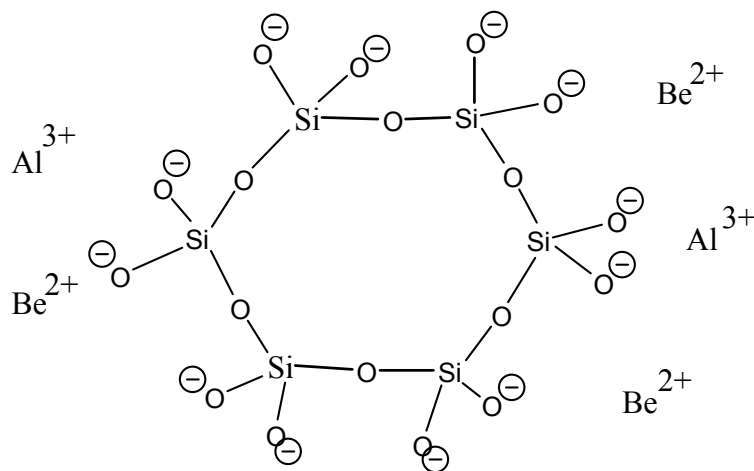
1

**18. 4. Hauptgruppe:**

a) $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ (Beryll) ist ein Ringsilikat. Zeichnen Sie einen Ausschnitt aus der Kristallstruktur:

4

(jeweils 6 SiO_4 -Tetraeder über Ecken miteinander verknüpft, die $[\text{SiO}_3^{2-}]_6$ -Ringe ergeben)

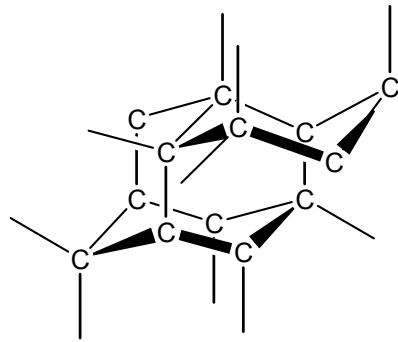


b) Was bedeutet die Angabe „Mg, Fe“ in der Formel von Olivin, $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$?

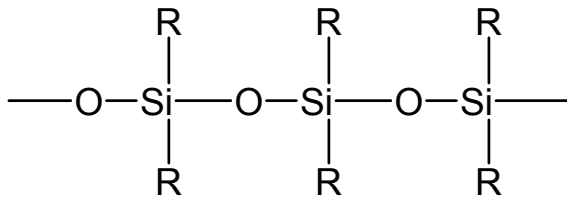
2

Mischkristall, auf jedem Platz entweder ein Mg^{2+} oder ein Fe^{2+}

c) Skizzieren Sie die Kristallstruktur von Diamant (ca. 12 Atome genügen) 2



d) Skizzieren Sie einen kleinen Ausschnitt aus der Struktur von Silikonen 2



19. 5. Hauptgruppe:

Die Siedepunkte von Ammoniak und höheren Homologen sind wie folgt:
 $K_p(\text{NH}_3)$: -33°C ; $K_p(\text{PH}_3)$: -88°C ; $K_p(\text{AsH}_3)$: -62°C ;
 Warum besitzt NH_3 solch einen außergewöhnlich hohen Siedepunkt. 2

Wasserstoffbrücken zwischen den NH_3 Molekülen.

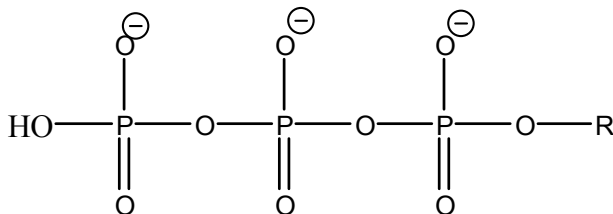
20. 5. Hauptgruppe:

a) Wie verschiebt sich das Gleichgewicht von NO_2 und N_2O_4 , wenn man den Druck erhöht? Schreiben Sie die Reaktionsgleichung auf. 2



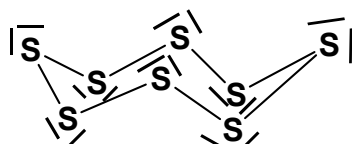
Bei Druckerhöhung verschiebt sich das Gleichgewicht nach rechts.

b) Zeichnen Sie das Triphosphat-Fragment aus Adenosintri-phosphat, ATP; kürzen Sie Adenosin-Rest mit „R“ ab. 3



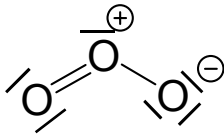
21. 6. Hauptgruppe:

a) In welcher Form liegt Schwefel bei Raumtemperatur vor (Valenzstrichformel)? 2



b) Valenzstrichformel von Ozon:

1



22. 7. Hauptgruppe:

Wofür verwendet man die Hauptmenge des industriell produzierten Cl_2 ?

1

Organische Chlorchemie, z.B. PVC

23. Nebengruppen:

a) Warum ist PbCrO_4 ungiftig, obwohl Na_2CrO_4 giftig ist?

2

PbCrO_4 ist schwerlöslich in Wasser, daher ungiftig

b) Welche Farbe hat das gewöhnliche (wasserhaltige) Eisen III-Chlorid?

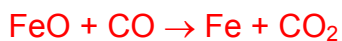
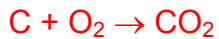
1

gelb

24. Eisen:

a) Zur Eisengewinnung wird das Eisenerz (Fe_2O_3) im Hochofenprozess mit Kohle reduziert. Geben Sie die zugehörigen Reaktionsgleichungen an.

4



Direkte Reduktion: Umsetzung der Eisenoxide mit Kohlenstoff, etwa

