

12. September 2006

Diplom-Vorprüfung „Grundlagen der Chemie“ für Physiker SS06

NAME: VORNAME:

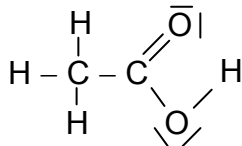
MATR.-NR.: PUNKTZAHL: NOTE:

Bearbeitungszeit: 90 Minuten Umfang: 7 Seiten (bitte überprüfen)

Wichtig: Nicht mit Bleistift schreiben! Bitte deutlich schreiben! Falls erforderlich, Rückseiten verwenden! Punktzahlen für einzelne Fragen sind in rechteckigen Klammern angegeben.

Viel Erfolg!

- 1) Skizzieren Sie die Struktur von Ethansäure (Essigsäure) [1]. Ethansäure ist in Wasser unbeschränkt löslich, wieso? [1] Formulieren sie die Reaktionsgleichung mit Wasser [1]. Der pK_S von Ethansäure beträgt 4,74, welchen pH hat eine Lösung mit einer Konzentration von 0,25 mol/L Ethansäure [5]:



Carbonsäuren bilden Wasserstoffbrückenbindungen (5 pro Molekül!)



$$K_S = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x^2}{c_0 - x}$$

mit $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ und $c_0 = 0,25 \text{ mol/L}$

$$x^2 + K_S \cdot x - K_S \cdot c_0 = 0$$

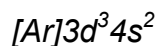
$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = -\frac{1}{2} K_S + \sqrt{\frac{1}{4} K_S^2 + K_S c_0}$$

$$K_S = 1,82\text{E-}05 \rightarrow \text{pH} = 2,67$$

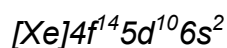
[8]

- 2.) Notieren Sie die elektronische Struktur folgender Elemente (ein Periodensystem finden Sie im Anhang dieser Prüfungsunterlagen).

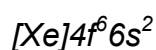
a) Vanadium



b) Quecksilber



c) Samarium



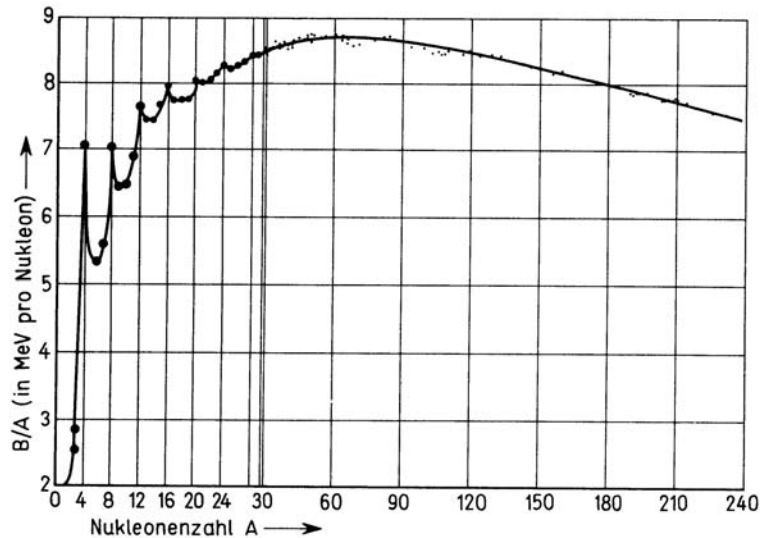
[3]

- 3) Schreiben Sie für jede der genannten Spezies die Lewis-Formel und alle mesomeren Grenzstrukturen auf (Valenzstrich-Formel einschließlich der nicht bindenden Elektronenpaare). Geben Sie die Oxidationszahl aller Atome, die formalen Ladungen und gegebenenfalls die Gesamtladung des Moleküls an.

Verbindung / Ion	Lewis-(Valenzstrich-)Formeln	OZ aller Atome
Cyanat-Ion (OCN^-)	$\left[\ominus O-C \equiv N \leftrightarrow <O=C=N> \ominus \right]^-$	O:-2, C:+4, N:-3
Nitrilfluorid (FNO_2)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{F} - \text{N}^+ \\ \diagup \quad \diagdown \\ \quad \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{F} - \text{N}^+ \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	F:-1, N:+5, O:-2
Carbonat (CO_3^{2-})	$\left[\begin{array}{c} \text{O}^- \\ \\ \text{O} - \text{C} = \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \text{O} = \text{C} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array} \leftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \\ \text{O} - \text{C} = \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array} \right]^{2-}$	C:+4, O:-2

[6]

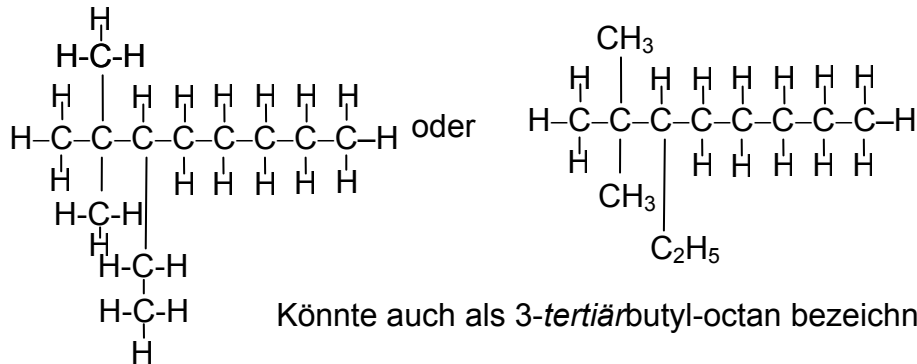
- 4) Skizzieren Sie den Verlauf der mittleren Bindungsenergie pro Nukleon (BE/A) in MeV/u als Funktion der Massenzahl für Nuklide entlang der Linie der Betastabilität von Masse 1 bis 260 [1]. Versehen Sie die Achsen mit den ungefähr richtigen Massen- und Energieskalen [1]. Es gibt Kerne mit Massen von ca. 260 u die spontan in zwei gleichschwere Fragmente spalten. Welche Energie wird ungefähr frei bei diesem Prozess? [1]



Die frei werdende Energie beträgt ca. 260 MeV (200 bis 300 MeV ist ok).

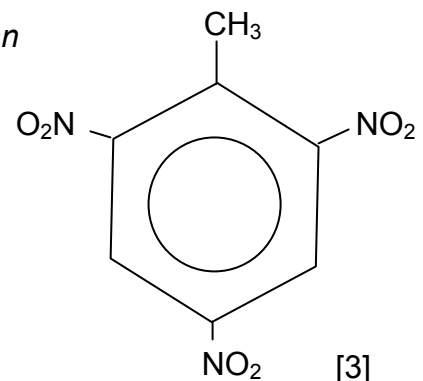
[3]

- 5) Zeichnen Sie die Valenzstrichformel von 2,2-Dimethyl-3-ethyl-octan [1]. Die Bezeichnung 2,2-Dimethyl-4-butyl-pentan ist nicht richtig, wie lautet die korrekte Bezeichnung? [1]
Zeichnen Sie die Valenzstrichformel von Trinitrotoluol [1].



Die korrekte Bezeichnung lautet: 2,2,4-Trimethyloctan

Trinitrotoluol



[3]

- 6) Bei der Reaktion von 28,0 g eines unbekannten Metalls X mit 47,4 g Selen entsteht das Selenid X_2Se_3 . Bestimmen Sie, welches Metall für diese Reaktion genommen wurde? [4]

Wir bestimmen die Stoffmengen für Metall X und Se

$$v(X) = m(X)/M(X) = 28,0/M(X) \text{ mol}$$

$$v(Se) = m(Se)/M(Se) = 47,4 \text{ g} : 79 \text{ g/mol} = 0,6 \text{ mol}$$

Reaktionsgleichung: $2X + 3Se = X_2Se_3$

Aus der Reaktionsgleichung folgt $v(X) : v(Se) = 2 : 3 \rightarrow v(X) = 2/3 v(Se)$

$$v(X) = 28,0/M(X) = 2/3 \cdot 0,6 \rightarrow M(X) = 70,0 \text{ g/mol} \rightarrow X - \text{Gallium(Ga)}$$

[4]

- 7) Welche Hybridisierung besitzen die Zentralatome in folgenden Verbindungen: OsO_3 , ICl_3 und $(TaF_6)^-$? Bestimmen Sie die Molekülgestalt und skizzieren Sie die Strukturformeln für diese Verbindungen. [6]

Wir bestimmen, wie viele freie Elektronenpaare das Zentralatom hat

$$OsO_3 \quad n(EP) = \frac{1}{2} (8 + 3 \cdot 6 - 3 \cdot 8) = 1$$

$$ICl_3 \quad n(EP) = \frac{1}{2} (7 + 3 \cdot 7 - 3 \cdot 8) = 2$$

$$(TaF_6)^- \quad n(EP) = \frac{1}{2} (5 + 6 \cdot 7 + 1 - 6 \cdot 8) = 0$$

Wir bestimmen Hybridisierung des Zentralatoms in der Verbindung AB_x und Molekülgestalt

$$k = x + n(EP)$$

$$OsO_3 \quad k = 3 + 1 = 4 \quad \rightarrow \quad sp^3\text{-Hybridisierung}$$

Tetraedrische Umgebung, 1 Platz ist mit dem Elektronenpaar besetzt \rightarrow pyramidale Struktur

$$ICl_3 \quad k = 3 + 2 = 5 \quad \rightarrow \quad sp^3d\text{-Hybridisierung}$$

Quadratisch-pyramidale Umgebung, 2 Plätze im Quadrat sind mit 2 Elektronenpaaren besetzt \rightarrow T-förmige Struktur

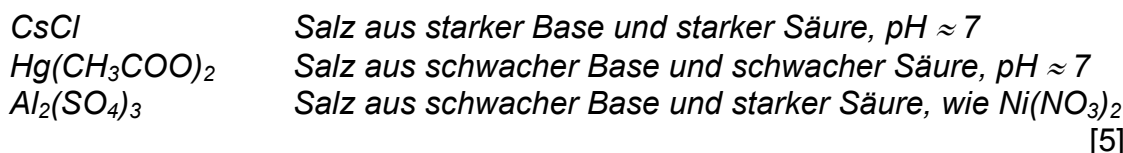
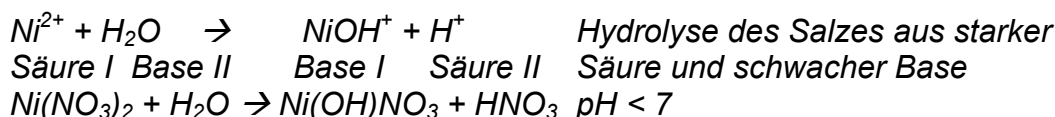
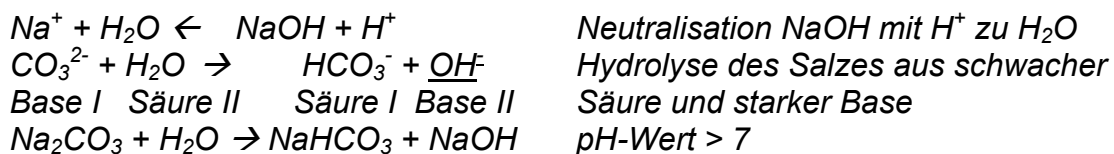
$$(TaF_6)^- \quad k = 6 + 0 = 6 \quad \rightarrow \quad sp^3d^2\text{-Hybridisierung}$$

Oktaedrische Umgebung, \rightarrow oktaedrische Struktur

[6]

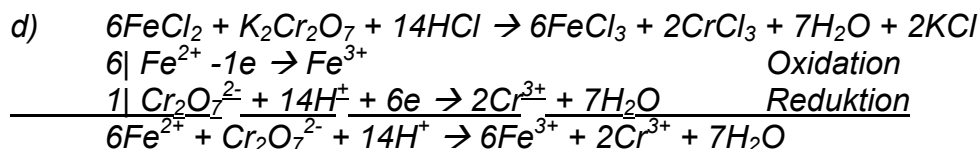
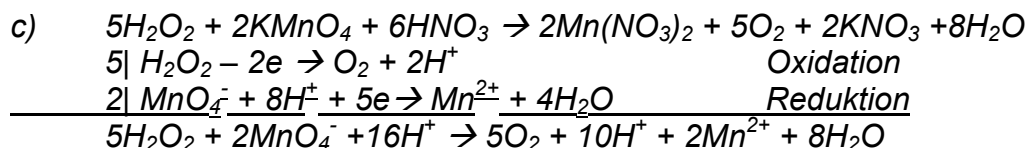
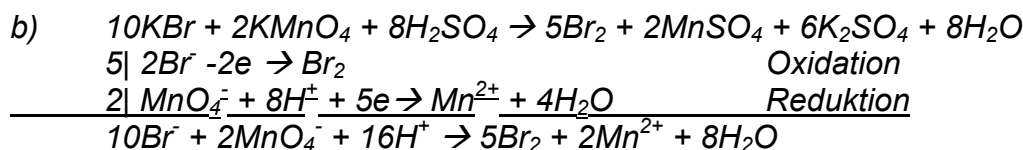
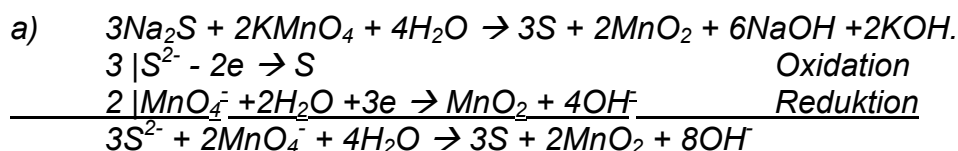
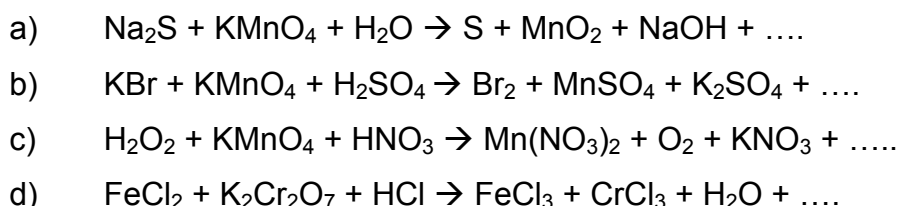
- 8) Wie ändert sich der pH-Wert in den wässrigen Lösungen bei dem Auflösen folgender Salze: Na_2CO_3 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, CsCl , $\text{Hg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$? Schreiben Sie die Reaktionsgleichungen für diese Reaktionen mit Wasser und bestimmen die konjugierten Säuren und Basen. [5]

Die Salze dissoziieren vollständig



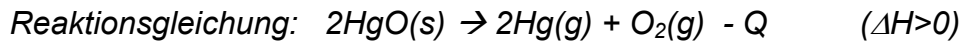
[5]

- 9) Ergänzen Sie folgende Redox-Reaktionsgleichungen mit der Elektronen-Bilanz oder mit Halbreaktionen. [8]



[8]

- 10) Wie kann man das Gleichgewicht in der endothermen Zersetzung von Quecksilberoxid (II) in die Richtung des Ausgangsstoffes oder in die Richtung der Reaktionsprodukte verschieben? Schreiben Sie den Ausdruck für die Gleichgewichtskonstante K_p . [4]



$$T(\text{Zersetzung}) > T(\text{Hg-Verdampfung})$$

$$K_p = p^2(\text{Hg}) \cdot p(\text{O}_2) = \frac{1}{2} p^3(\text{Hg}) = 4p^3(\text{O}_2)$$

Die Temperaturerhöhung einer endothermen Reaktion führt zur Verschiebung des Gleichgewichts in die Richtung der Endprodukte.

Weil die Produkte der Reaktion gasförmig sind, führt eine Druckerhöhung zur Verschiebung des Gleichgewichts in die Richtung des Ausgangsstoffes.

[4]

- 11) Wie groß ist die Aktivierungsenergie einer Reaktion, deren Geschwindigkeit sich verdoppelt, wenn die Temperatur von 400°C auf 450°C erhöht wird? [5]

Die Geschwindigkeitskonstante $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$

$$T_1 = 673\text{K} \quad k_1 = A \cdot e^{-E_a/R \cdot 673\text{K}}$$

$$T_2 = 723\text{K} \quad k_2 = A \cdot e^{-E_a/R \cdot 723\text{K}}$$

$$k_2/k_1 = 2 \quad \rightarrow \quad \ln 2 = \frac{E_a}{R \cdot 673\text{K}} - \frac{E_a}{R \cdot 723\text{K}} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{673\text{K}} - \frac{1}{723\text{K}} \right)$$

$$E_a = R \cdot \ln 2 \cdot \frac{673\text{K} \cdot 723\text{K}}{723\text{K} - 673\text{K}} = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot \ln 2 \cdot 9731,58\text{K} = 56054,4 \text{ J/mol}$$

[5]

12) Reihen Sie die folgenden Verbindungen entsprechend ihrer abnehmenden Säurestärke. Begründen Sie die Reihung. [5]

a) Trichloressigsäure

b) Ethansäure (Essigsäure)

c) Trifluoressigsäure

d) Chloressigsäure

$c) > a) > d) > b);$

Einfluss der Elektronegativität der Liganden F, Cl, bzw H auf die Acidität des Protons

[5]

Σ : 60