Klausur zum Vorkurs des Chemischen Grundpraktikums WS 2012/13 vom 21.09.2012

A1		A2		A3		A4		A5				Σ	Note
14		10		9		8		9				**50**	

NAME/VORNAME: .....

Lösungsstichpunkte

Pseudonym für Ergebnisveröffentlichung: .....

Schreiben Sie bitte gut leserlich: Name und Vorname in Druckbuchstaben.

Unleserliche Teile werden nicht gewertet!

Die Bewertung der einzelnen Aufgaben ist jeweils in Klammern nach der Aufgabennummerierung angegeben; insgesamt sind 50 Punkte erreichbar. Die Klausur gilt als bestanden, wenn 50% der erreichbaren Punkte erzielt werden (Orientierungsnote!).

Wichtig:

1. Schreiben Sie bitte auf jedes Blatt oben Ihren Namen.
2. Schreiben Sie nach Möglichkeit die Lösungen nur auf das Blatt der entsprechenden Aufgabe **einschließlich der Rückseite**.
3. **Mit Bleistift geschriebene Antworten werden nicht gewertet!**
4. Als Hilfsmittel ist nur ein nicht programmierbarer Taschenrechner zugelassen.
5. Falls Sie Zusatzblätter benötigen, fordern Sie diese bitte beim Aufsichtspersonal an, verwenden Sie nur gekennzeichnete Zusatzblätter!

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Die Klausur umfasst **5** Aufgaben auf insgesamt **8** Blättern (PSE und 1 Schmierblatt im Anhang).

1. a) [3] Wie viele Elektronen werden benötigt, um 3.75 g Eisen(III)-Ionen vollständig in Eisen(II)-Ionen umzuwandeln?

Fe^{3+} + e^- → Fe^{2+} 1 mol Elektronen für 1 mol Umsatz

N_A = 6.022137 x 10^{23} Teilchen pro mol, hier Elektronen

M(Fe) = 55.85 g/mol; $n = m/M$; n = 0.067 mol

N(Elektronen) = 0.067 mol x 6.022137 x 10^{23} = 4.044 x 10^{22}

1. b) [5] In welchem Verhältnis ist eine Lösung von Kalilauge (c = 1.0 mol L^{-1}) mit reinem Wasser zu mischen, um eine Lösung mit einem pH-Wert von 10.00 zu erhalten? Wie groß ist der Masseanteil an reinem KOH in der ursprünglichen Lösung, wenn deren Dichte ρ = 1.048 g cm^{-3} beträgt?

pH = 10.00; pH + pOH = 14; pOH = 14 – pH = 4

$[OH^-] = 10^{-4}$

Einsetzen ins Mischungskreuz ergibt das Mischungsverhältnis von 1: 9999 (KOH : Wasser).

Unabhängig davon berechenbar war nun:

ρ = 1.048 g/mL bedeutet, dass ein 1L der Lösung einer Masse von 1048 g entspricht.

M(KOH) = 56.108; w = 56.108 g / 1048 g = 0.0535;
oder 5.35%.

1. c) [3] Berechnen Sie die Dichte von reinem Ammoniak bei T = 273.15 K und p = 101,325 kPa. Geben Sie das Ergebnis in der Einheit „kg m^{-3}“ an.

ρ = m / V; $\rho = M / V_m$

V_m = 22.414 L/ mol; $M(NH_3)$ = 17.034 g/mol

ρ = 17.034 g mol^{-1} / 22.414 L mol^{-1}
= 0.7580 g/L bzw. 0.7580 kg/m^3

1. d) [3] Die wichtige Grundchemikalie Ammoniak wird großtechnisch aus den Elementen gewonnen. Welches Gasvolumen der Verbindung kann theoretisch aus 25 g Wasserstoff unter den für Gase definierten Normbedingungen gewonnen werden? (Angabe in Liter)

$N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$

Hier sind verschiedene Lösungswege möglich, z.B.

M ($3H_2$) = 6.048 g/mol; M ($2NH_3$) = 34.068 g
Dreisatzrechnung ergibt für das Beispiel, dass 140.823 g Ammoniak entstehen, das entspricht 8.267 mol.

1 mol Gas entspricht 22.414 L; Dreisatz ergibt, dass 185.3 L Ammoniak (Gas) entstehen können.

2. [5] a) In basischer Lösung reagieren Manganat(VII)-Ionen mit Sulfit-Ionen unter Ausfällung von schwerlöslichem Braunstein. Formulieren Sie für diesen Vorgang die Reaktionsgleichung, die Sie aus Teilgleichungen herleiten. Nach Entfernen des Braunsteins durch Filtration würde nach Ansäuern mit Salzsäure und Zugabe von Bariumchloridlösung ein weißer Niederschlag ausfallen. Formulieren Sie auch dazu die Reaktionsgleichung.

A) MnO_4^- + 3 e^- + 2 H_2O → MnO_2 + 4 OH^- | x 2

SO_3^{2-} + 2 OH^- → SO_4^{2-} + 2 e^- + H_2O | x 3

2 MnO_4^- + 3 SO_3^{2-} + H_2O → 2 MnO_2 + 3 SO_4^{2-} + 2 OH^-

B) Da Sulfat entsteht, fällt aus dem Filtrat $BaSO_4$ als weißer Niederschlag aus:

Ba^{2+} + SO_4^{2-} → $BaSO_4$

2. [5] b) In wässrig-saurer Lösung kann Ethanol in den korrespondierenden Aldehyd umgewandelt werden, wobei Kaliumchromat als Reaktionspartner dienen kann. Formulieren Sie dazu die Reaktionsgleichung, die Sie aus Teilgleichungen herleiten. Beachten Sie, dass am Chromat(VI) in saurer Lösung Kondensationsreaktionen ablaufen (vorgelagertes Gleichgewicht formulieren!).

Chromat/Dichromat-GG formulieren:

2 CrO_4^{2-} + 2 H^+ → $Cr_2O_7^{2-}$ + H_2O

$Cr_2O_7^{2-}$ + 6 e^- + 14 H^+ → 2 Cr^{3+} + 7 H_2O

CH_3CH_2OH → CH_3CHO + 2 e^- + 2 H^+ | x 3

$Cr_2O_7^{2-}$ + 8 H^+ + 3 C_2H_5OH → 2 Cr^{3+} + 3 CH_3CHO + 7 H_2O

3. [4] a) Die Elementaranalyse einer analysenreinen Verbindung ergab die Zusammensetzung (in Masseprozent): C, 90.85 und H, 9.15%. Die Molekülmasse der Verbindung wurde zu 132.21 g mol^{-1} bestimmt. Welche empirische Formel errechnet sich für die Verbindung? Stimmt in diesem Fall die empirische Formel mit der Zusammensetzung des Moleküls überein?

Auf 100 g der reinen Substanz bezogen:

$n_C = m / M$; $n_C = 90.85 / 12.011 = 7.564$

$n_H = m / M$; $n_H = 9.15 / 1.008 = 9.077$

$n_C / 7.564 = 1$; $n_H / 7.564 = 1.2$, ganzahlig ergibt sich: C_5H_6 (empirische Formel)

$C_5H_6 = 66.10$ g/mol

Da die molare Masse jedoch zu 132.21 g/mol bestimmt wurde, lautet die Molekülformel $C_{10}H_{12}$.

3. [4] b) Bei der Einstellung einer Silbernitratlösung wurde festgestellt, dass 400 mL dieser Lösung zur quantitativen Fällung der Chloridionen aus 36.0 mL einer Kochsalzlösung (c = 0.53 mol L^{-1}) erforderlich sind. Welche Stoffmengenkonzentration errechnet sich für die Silbernitrat-Lösung und wie viele Silberionen (in Gramm) sind in 100 mL dieser Lösung enthalten?

$c_1V_1 = c_2V_2$ ergibt für $c_1(AgNO_3) = 0.0477$ mol/L

M (Ag) = 107.87 g/mol

$m = n\,M$ = 0.0477 mol x 107.87 g/mol = 5.1145 g/L, also 0.515g in 100 mL Lösung.

3. [1] c) Wie vermeiden Sie die Ausfällung von Bariumphosphat (weißer Niederschlag) beim qualitativen Nachweis von Sulfationen mit Hilfe von Bariumchlorid?

Ansäuern mit verdünnter Salzsäure, so dass kein $BaCO_3$ oder $Ba_3(PO_4)_2$ (falls in der Probe vorhanden) ausfällt.

4. [3] Welchen pH-Wert weist reines Wasser bei einer Temperatur von 100 °C auf? Geg.: $K_W(H_2O) = 59.29 \cdot 10^{-14}$ mol^2 L^2 (bei 373.17K).

$K_W = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$

$[H_3O^+] = \sqrt{K_W} = \sqrt{59.29 \times 10^{-14}} = 7.7 \times 10^{-7}$

$pH = -\lg [H_3O^+] = 6.11$

4. [5] b) Ein Tropfen konzentrierte Salzsäure (V = 0.05 mL) der Stoffmengenkonzentration c = 12.5 mol L^{-1} wird mit 450 mL Wasser vermischt. Geben Sie den pH-Wert der resultierenden Lösung an. Die Zugabe welchen Volumens einer Natronlauge (Maßlösung, c = 0.1 mol L^{-1}) ist erforderlich, um exakt den pH-Wert von 7.00 zu erreichen?

$n = c \cdot V$; $n_{HCl} = 5 \times 10^{-5}$ L x 12.5 mol/L = 6.25×10^{-4} mol

$c_{HCl} = n / V_{ges.} = 6.25 \times 10^{-4}$ mol / 0.45005 L = 1.389×10^{-3} mol/L

$pH = -\lg [H_3O^+] = 2.86$

$c_1V_1 = c_2V_2$ ergibt für V(NaOH) = 6.25 mL, aus:

(12.5 mol/L x 0.05 x 10^{-3} L) / 10^{-1} mol/L.

5. [5] a) Welche Masse an Natriumhydrogenphosphat muss zu 500 mL einer Lösung von Natriumdihydrogenphosphat (c = 0.5 mol L^{-1}; pK_S = 7.10) gegeben werden, um eine Lösung mit dem pH-Wert von 7.50 zu erhalten?

Rechnung mit der Puffergleichung:

$pH = pK_S + lg ([Salz] / [Säure])$

$7.50 = 7.10 + lg [Na_2HPO_4] - lg [NaH_2PO_4]$

$0.4 = lg (X) / 0.25;$
$X = 0.6279 [mol] = n(Na_2HPO_4)$

$M(Na_2HPO_4) = 142.00 g/mol$

$m(Na_2HPO_4) = n(Na_2HPO_4) \times M(Na_2HPO_4) = 0.628 \times 142.00 = 89.18 g.$

5. [4] b) Erklären Sie, warum sich der pH-Wert wässriger Lösungen von Essigsäure meist nicht mit der Formel pH = –lg c_0 (c_0 = Ausgangskonzentration der Säure) berechnen lässt. Leiten Sie in diesem Zusammenhang eine mathematische Beziehung her, mit der der pH-Wert solcher Lösungen in guter Näherung berechnet werden kann.

Die genannte Gleichung gilt nur für starke Säuren mit vollständiger Protolyse in Wasser. Da die Essigsäure in Lösung einer unvollständigen Protolyse unterliegt (sehr geringe Protolyse!) ist X gegenüber [HA] = c_0 (undissoziiert) vernachlässigbar.

Es gilt: $[H_3O^+] = [AcO^-] = X$

So folgt: $c_0 \sim [HA]$.

Einsetzen in die Formulierung für K_S ergibt:

$K_S = [H_3O^+]^2 / c_0$.

Umformen der Gleichung und Logarithmieren ergibt:

$\lg(K_S \cdot c_0) = \lg [H_3O^+]^2$

$\lg K_S - \lg c_0 = 2 \lg [H_3O^+]$

$2\ pH = -\lg K_S - \lg c_0$

Schließlich ergibt sich.

$pH = ½ (pK_S - \lg c_0)$.