**2. Klausur zum Chemischen Grundpraktikum im WS 2010/11 vom 08.04.2011 („Wiederholungsklausur“)**

| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | | Σ | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 6 | 5 | 3 | 9 | 7 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

NAME: .....

LÖSUNGEN

IMMATRIKULATIONSNUMMER: .....

**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 100 Punkte erreichbar. Die Gesamtklausur gilt als bestanden, wenn 50% der erreichbaren Punkte erzielt wurden.
**Wichtig:** 1. Schreiben Sie auf jedes Blatt oben Ihren Namen.
Schreiben Sie die Lösungen nur auf das Blatt der entsprechenden Aufgabe (**wenn erforderlich die Rückseite benutzen**).
Mit Bleistift geschriebene Aufgaben werden nicht gewertet!
Als Hilfsmittel ist nur ein nicht programmierbarer Taschenrechner zugelassen.
Falls Sie weitere Zusatzblätter benötigen, fordern Sie diese bitte beim Aufsichtspersonal an und verwenden Sie nur gekennzeichnete Zusatzblätter.
Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Die Klausur umfasst 12 Aufgaben auf insgesamt 14 Blättern (1 Schmierblatt und PSE im Anhang). Überprüfen Sie unbedingt bei Erhalt der Klausur die Anzahl der Blätter auf Vollständigkeit!

Vorname: Nachname: *2/15*

**1. [10]** a) [4] Stickstoffmonoxid lässt sich im Labor durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure ($c$ = 2 mol $L^{-1}$) auf festes Natriumnitrit gewinnen. Geben Sie die Reaktionsgleichungen zur Darstellung des Gases nach dieser Methode an. Beachten Sie in diesem Zusammenhang, dass Salpetrige Säure unbeständig ist und unter diesen Bedingungen spontan unter Disproportionierung zerfällt.

$2\ NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow$ „ $2\ HNO_2$“ $+ 2\ Na_2SO_4$

spontaner Zerfall:
$3\ HNO_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O + 2\ NO\uparrow$

1. b) [4] Berechnen Sie wie viel mmol des Gases sich aus 1.5 g Natriumnitrit bei einer Temperatur von 273.15 K darstellen lassen. Welches Volumen (in $cm^3$) nimmt diese Gasmenge bei dieser Temperatur ein? (Geg.: $R$ = 0.0821L atm $mol^{-1}$ $K^{-1}$).

$M(NaNO_2)$ = 69.00 1,5 g $NaNO_2$ = 0.0217 mol
Beachten der Stöchiometrie der Zerfallsreaktion unter 1a:
1.5 mol $NaNO_2$ ergibt 1 mol NO, also 22.4 L des Gases.

z.B. Dreisatz: 1.5 mol / 22.4 L = 0.0217 mol / x
$x$ = 0.324 L = **<u>324 $cm^3$</u>.**

z.B. Dreisatz:
22.4 L / 1 mol = 0.324 L / x
$x$ = 0.01446 mol = **<u>14.46 mmol</u>.**
(andere Lösungswege möglich, z.B. über Gasgleichung unter Verwendung von R)

1. c) [2] Um das so dargestellte Gas von Spuren an Stickstoffdioxid zu befreien, wird es durch eine konzentrierte Natronlauge geleitet. NO reagiert dabei nicht mit der Lauge, wohl aber Stickstoffdioxid. Formulieren Sie dazu die Reaktionsgleichung. Welcher Reaktionstyp liegt vor?

$\overset{+IV}{2\ NO_2} + 2\ NaOH \rightarrow \overset{+III}{NaNO_2} + \overset{+IV}{NaNO_3} + H_2O$

**Disproportionierung.**

Vorname: Nachname: *3/15*

**2. [10]** a) [5] Ordnen Sie die folgenden Verbindungen nach steigender Oxidationsstufe des Stickstoffs: $NO_3^-$, $N_2O$, $NH_4^+$, $NH_2OH$, $N_2$, $N_3^-$, $N_2H_4$, NO, $N_2O_4$, $NO_2^-$. (Geg. Elektronegativitäten nach Pauling: H, 2.20; N, 3.04; O, 3.44).

| −III | −II | −I | −1/3 | +/−0 | +I | +II | +III | +IV | +V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $NH_4^+$, | $N_2H_4$, | $NH_2OH$, | $N_3^-$, | $N_2$, | $N_2O$, | NO, | $NO_2^-$, | $N_2O_4$, | $NO_3^-$. |

2. b) [5] Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von elementarem Chlor mit Natriumsulfit in basischer Lösung, indem Sie die Gesamtgleichung aus Teilgleichungen herleiten.

Red.: $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2\ Cl^-$

Ox.: $2\ OH^- + SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-} + 2\ e^- + H_2O$

Redox.: $Cl_2 + 2\ OH^- + SO_3^{2-} \rightarrow 2\ Cl^- + SO_4^{2-} + H_2O$ .

**3. [10]** Berechnen Sie die pH-Werte für die Titrationskurve der Titration von 25 mL einer Ammoniaklösung ($c$ = 0.1 mol/L) mit einer Salzsäure ($c$ = 0.1 mol/L) am a) Startpunkt bzw. nach Zugabe von b) 10 mL, c) 12.5 mL, d) 25 mL und e) 50 mL der Titratorlösung. Gegeben: $pK_S$ ($NH_4^+$) = 9.25.

**3. [2] a)** Startpunkt: $pH = 14 - ½ (pK_B - \lg c_0)$;

$pK_S + pK_B = 14$ □ $pK_B = 4.75$

**<u>pH = 11.13</u>**

**3. [2] b)** Puffergleichung benutzen:

$pH = pK_S + \lg ([NH_3] / [NH_4^+]) = 9.25 + \lg (1.5 / 1) =$ **<u>9.43</u>**

**3. [2] c)** Puffergleichung benutzen (Pufferpunkt erreicht):

$pH = pK_S + \lg ([NH_3] / [NH_4^+]) = 9.25 + \lg (1 / 1) =$ **<u>9.25</u>**

**3. [2] d)** Äquivalenzpunkt erreicht; es liegt eine 0.05 molare $NH_4Cl$-Lösung vor:

aus:
$[NH_4^+] = 2.5 \cdot 10^{-3}$ mol / 0.05 L = 0.05 mol/L

$V$ = 50 mL, reagiert sauer; $c_0$ ($NH_4^+$) = 0.05 mol/L

$pH = ½ (pK_S - \lg c_0)$; **<u>pH = 5.28.</u>**

**3. [2] e)** nach Zugabe von 50 mL 0.1 m HCl ist der Titrationsgrad = 2 erreicht, d.h. der pH-Wert wird jetzt näherungsweise (!!) durch den pH-Wert der o.1 m HCl bestimmt:

$pH = - \lg [H_3O^+] \approx$ **<u>1.00.</u>**

**4. [10] a) [3]** Asparaginsäure besitzt am $\alpha$-Kohlenstoffatom die Seitenkette $-CH_2COOH$. Berechnen Sie den pH-Wert der Verbindung am isoelektrischen Punkt. Gegeben: $pK_{S1} = 1.99$; $pK_{S2} = 9.90$; $pK_{S3} = 3.90$.

$-CH_2COOH$: bedeutet saure Seitenkette:

$pH_{IP} = ½ (pK_{S1} + pK_{S3}) =$ **2.95.**

**4. b) [2]** Worauf beruht die Basizität des Zwitterions dieser Säure gegenüber Wasser?

Auf der Carboxylatfunktion, also $pK_{S1}$.

**4. c) [2]** Worauf beruht die Acidität des Zwitterions dieser Säure gegenüber Wasser?

Auf der Seitenkette, also $pK_{S3}$.

**4. d) [3]** Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die Bestimmung von Eisen(III)-Ionen mit einer Titriplex-III-Maßlösung an. Wieviel mg Eisen entsprechen bei einer Titration dem Verbrauch von 1 mL einer 0.01 molaren Maßlösung?

$Fe^{3+} \quad H_2edta^{2-} \quad \square \quad [Fe^{III}(edta)]^- \quad + \quad 2\ H^+$

1 mL einer 0.01 m $H_2edta$-Maßlösung entspricht 0.5585 mg Fe.

**5. [10]** a) [4] Der Wassergehalt von 15.00 g eines Salzhydrates der Formel $Na_2SO_4 \cdot xH_2O$ wurde zu 7.05 g ermittelt. Geben Sie die konkrete Formel an, indem Sie aus den gegebenen Angaben das unbekannte *x* berechnen.

15.00 g enthalten 7.05 g $H_2O$; Masse an $Na_2SO_4$: 15.00 – 7.05 = 7.95 g
Probenmenge jetzt insgesamt nur 15.00 g (nicht wie üblich in der Tabellenform auf 100.00 g bezogen)

| *x* | $m_x$(g) | *M*(X) | $n_X = m_x / M_X$ | $n_x$ / 0.0559 |
|---|---|---|---|---|
| $Na_2SO_4$ | 7.95 | 142.10 | 0.0599 | 1.00 |
| $H_2O$ | 7.05 | 18.02 | 0.391 | 6.99 |

Also nach Rundung: Verhältnis 1 : 7, also Formel **$Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$.**
(andere Lösungswege möglich).

**5. b) [6]** Wieviel Gramm einer Schwefelsäurelösung ($w$ = 0.5878) sind erforderlich, um 150 g reine Schwefelsäure durch Entwässerung zu gewinnen? Ist es sinnvoll, den pH-Wert der Ausgangslösung zu berechnen? Begründen Sie Ihre Antwort. In welchem Verhältnis muss die Ausgangslösung mit Wasser verdünnt werden, so dass eine Lösung vom pH = 1 resultiert? Geg.: $\rho$($H_2SO_4$ mit $w$ = 0.5878) = 1.485 g $cm^{-3}$ (20 °C).

i) 100 g Lösung / 58.78 g $H_2SO_4$ = x g Lösung / 150 g $H_2SO_4$
x = 255.19 g
ii) Nein, weil nur für *verdünnte* Lösungen pH-Wert-Berechnungen sinnvoll sind.
iii) Berechnung der Molarität der Lösung: $\rho$ = 1.485 kg/L

1485 g x 0.5878 = 872.88 g reine $H_2SO_4$ (pro Liter)
*M* ($H_2SO_4$) = 98.00

872.88 / 98.00 = **8.907 molar**

z.B. über Mischungskreuz:
a (8.907) (c – b) 0.1 / (8.907 – 0.1)

c (0.1)

b (0) (a – c)

Mischungsverhältnis: **1 Teil Säure mit 88.07 Teilen Wasser mischen.**

**6. [10]** Beschreiben Sie mit einer Reaktionsgleichung, wie die nachfolgend aufgeführten Verbindungen mit Wasser reagieren. (Geg. Elektronegativitäten nach Pauling: H, 2.20; O, 3.44; F, 3.98; Na, 0.93; Cl, 3.16; K, 0.87).

**6. a) [2]** elementares Fluor

$2\ F_2 + H_2O \rightarrow 2\ HF + OF_2$
oder:
$2\ F_2 + 2\ H_2O \rightarrow 4\ HF + O_2$

**6. b) [2]** Natriumperoxid

$Na_2O_2 + H_2O \rightarrow 2\ NaOH + H_2O_2$

**6. c) [2]** Chlorwasserstoff

$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

**6. d) [2]** Kaliumhyperoxid

$\overset{-\frac{1}{2}}{2\ KO_2} + 2\ H_2O \rightarrow \overset{+/-0}{O_2}\uparrow + \overset{-I}{H_2O_2} + 2\ KOH$ (Disproportionierung).

**6. d) [2]** elementares Chlor

$\overset{+/-0}{Cl_2} + H_2O \rightarrow \overset{-I}{HCl} + \overset{+I}{HOCl}$ (Disproportionierung).

Gleichgewicht liegt stark links, also gelöstes Chlor in Wasser.

Vorname: Nachname: *8/15*

**7. [10]** a) [5] Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von verdünnter Salpetersäure mit Kupfer(II)-sulfid, indem Sie die Gesamtgleichung aus Teilgleichungen herleiten. Hinweise: Die Reaktion erfolgt unter Gasentwicklung. Wird die Reaktion unter Luftausschluss durchgeführt, ist das gebildete Gas farblos. Zudem wird die Abscheidung von gelben Tröpfchen beobachtet.

Oxid.: $S^{2-} \rightarrow S\uparrow + 2\,e^-$ | x 3

Red.: $NO_3^- + 4\,H^+ + 3\,e^- \rightarrow NO\uparrow + 2H_2O$ | x 2

Redox.: $3\,S^{2-} + 2\,NO_3^- + 8\,H^+ \rightarrow 3\,S + 2\,NO + 4\,H_2O$

**Mit CuS:**

$3\,CuS + 8\,H^+ + 2\,NO_3^- \rightarrow 3\,S + 4\,H_2O + 2\,NO + 3\,Cu^{2+}$

7. b) [5] Berechnen Sie die Masse an gebranntem Kalk, die durch Erhitzen von 200 kg rohem Kalkstein (95% Gehalt an reinem Stoff) hergestellt werden kann.

Masse an reinem $CaCO_3$ (in 200 kg): 0.95 x 200 = 190 kg.

$M(CaCO_3)$ = 100.00 $M(CaO)$ = 56.10

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

1 mol 1 mol

z.B.: 100 kg $CaCO_3$ ergeben 56.10 kg CaO

Dreisatz: 100.00 / 56.10 = 190.00 / x

x= 106.59 kg.

(andere Lösungswege möglich).

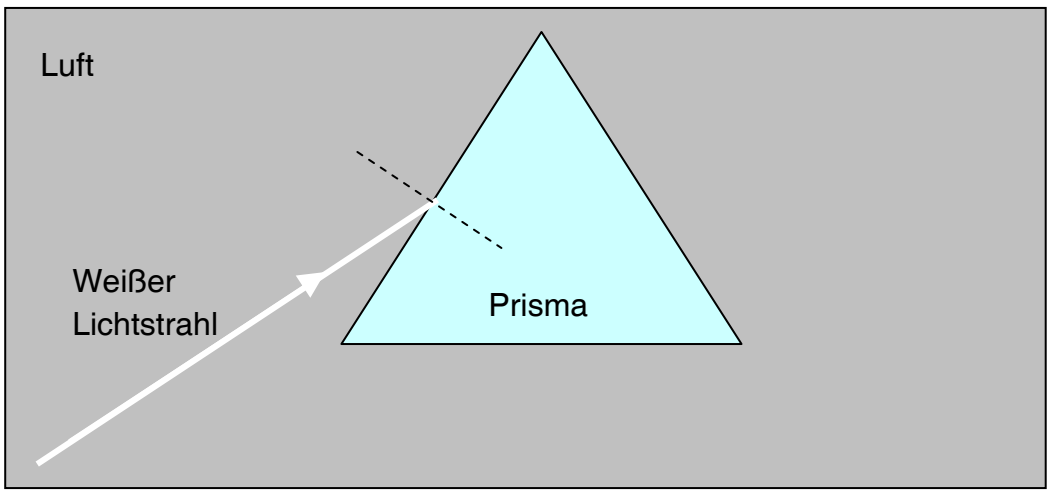
Vorname: Nachname: *9/15*

**Farben**

Aufgabe 1: [6]
a) **[1]** Sortieren Sie die folgenden Farben nach ihrer Wellenlänge: Gelb, Grün, Blau und Rot. Beginnen Sie mit der kleinsten Wellenlänge.

b) **[3]** Betrachten Sie die Brechung eines Lichtstrahls an einer ebenen Grenzfläche zwischen Luft und Diamant. Brechungsindex von Diamant $n_{Diamant} = 2.42$, Brechungsindex von Luft $n_{Luft} = 1$. Ein Lichtstrahl trifft ausgehend von Luft unter einem Winkel von 50° (gemessen gegen die Oberflächennormale) auf die Grenzfläche. Bestimmen Sie den Winkel des reflektierten Strahls und den Winkel des in den Diamant gebrochenen Strahls.

c) **[2]** Skizzieren Sie in der unteren Abbildung den weiteren Strahlengang im Prisma und nach Austritt für rote, grüne und blaue Anteile des weißen Lichtstrahls.



Vorname: Nachname: *10/15*

Aufgabe 2: [5]

a) **[2]** Eine Probe habe die optische Dichte $OD = 2$. Wie viel Prozent der eingestrahlten Intensität wird transmittiert? Wie viel Prozent werden absorbiert?

b) **[3]** Eine Farbstofflösung habe die Konzentration $c = 8$ µmol/L und die optische Dichte $OD = 3$ für die Schichtdicke $d = 1$ cm. Berechnen Sie den Extinktionskoeffizienten des Farbstoffs.

Vorname: Nachname: *11/15*

Reaktionskinetik

Aufgabe 1: [3]
Die Verbrauchsgeschwindigkeit von B in der Reaktion **A + B → 2C** beträgt 2.0 mol/(Ls). Wie groß sind die Reaktionsgeschwindigkeit und die Bildungs- und Verbrauchsgeschwindigkeiten der anderen Reaktionspartner?

Vorname: Nachname: *12/15*

Reaktionskinetik

Aufgabe 2: [9]
Das radioaktive Isotop $^{131}I$ entsteht als Spaltprodukt in einem Kernreaktor. Bei dem Kern handelt es sich um Betastrahler. Aus der untenstehenden Tabelle kann entnommen werden, nach welcher Zeit t ein bestimmter Prozentsatz der Kerne bereits zerfallen ist:

| schon zerfallen | 10% | 30% | 70% | 90% |
|---|---|---|---|---|
| t für $^{131}I$ [Tage] | 1,1 | 4 | 14 | 27 |

**[3]** Bestimmen Sie die Reaktionsordnung der Reaktion
**[3]** Tragen Sie die Messwerte graphisch auf (Achsenbeschriftung!)
**[2]** Bestimmen Sie graphisch die Geschwindigkeitskonstante *k* (Einheit angeben!)
**[1]** Bestimmen Sie die Halbwertszeit des Kerns.

Reaktionskinetik

Lösung Aufgabe 2 - Fortsetzung:

Vorname: Nachname: *14/15*

Elektrochemie
Aufgabe 1: [7]
a) **[4]** Stellen Sie für den Ladevorgang beim Bleiakkumulator die Teilgleichungen an Kathode und Anode auf.

b) **[2]** Wie ändert sich während des Ladevorgangs das Aussehen der beiden Bleiblechstreifen?

c) **[1]** Wie kann der Ladezustand eines Bleiakkumulators überprüft werden?

Vorname: Nachname: *15/15*

Schmierblatt: Sämtliche Notizen auf diesem Blatt werden nicht gewertet!