

## Allgemeine und anorganische Chemie

### Hinweise:

- Es ist auf eine gut lesbare und saubere Darstellung zu achten
- Jede Aufgabe ist direkt auf das Aufgabenblatt in dem dafür vorgesehenen Feld zu lösen
- Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Küster; Thiel: Rechentafeln für die Chemische Analytik und das Periodensystem
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 59 Punkte; Es gilt der Notenschlüssel der Expertengruppe
- Prüfungszeit: 75 Minuten

*Die Expertengruppe wünscht Ihnen gutes Gelingen und viel Erfolg!*

Name, Vorname:

Punkte

Note

**Lösungserwartungen**

### 1. Aufgabe (4 Punkte) je ¼ Pt

Ergänzen Sie die folgende Tabelle:

Name	Symbol	Zahl der Protonen	Zahl der Neutronen	Zahl der Elektronen	Ladung	Massenzahl [u]
Fluor	F	9	10	9	0	19
Rubidium	Rb	37	48	37	0	85
Selenid	Se <sup>2-</sup>	34	44	36	-2	78
Quecksilber(II)	Hg <sup>2+</sup>	80	122	78	+2	202

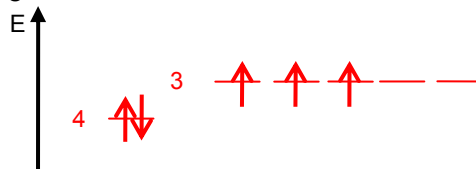
### 2. Aufgabe (4 Punkte) je 1 Pt

Ein Element steht im Periodensystem in der 4. Periode und in der 5. Nebengruppe.

a) Welche Elektronenkonfiguration hat ein neutrales Atom dieses Elementes?

V: [Ar]4s<sup>2</sup>3d<sup>3</sup> oder 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>3</sup>

b) Zeichnen Sie ein Energieniveauschema der Valenzelektronen dieses Atoms



c) Was lässt sich über die Oxidationszustände des Elementes sagen?

- 4s<sup>2</sup>; die 3d-Elektronen einzeln also V<sup>2+</sup>, V(III), V(IV) und V(V)

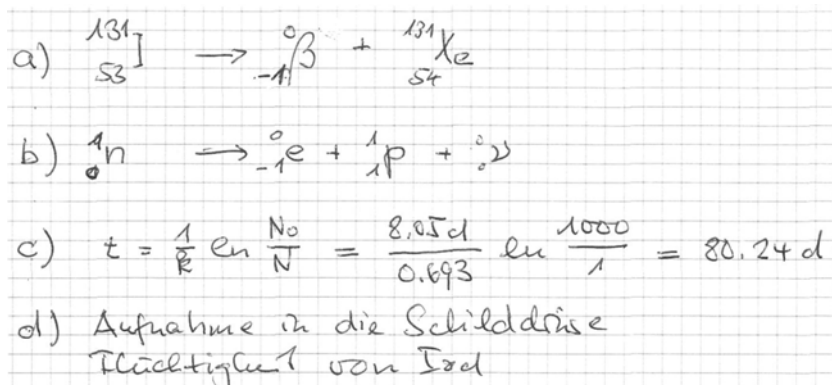
d) Nennen Sie zwei typische Eigenschaften dieses Elementes.

Metallglanz, gute el. und thermische Leitfähigkeit, hoher Smp. und Sdp., unedel

### 3. Aufgabe (5 Punkte)

Beim Reaktorunfall in Tschernobyl am 26. April 1986 traten grosse Mengen radioaktives Iod I-131, ein  $\beta$ -Strahler, aus und wurde durch Winde nach Westeuropa verfrachtet.

- Formulieren Sie die Zerfallsreaktion von  $^{131}\text{I}$ .
- Formulieren Sie die zugehörige Kernreaktion (Entstehung des  $\beta$ -Teilchens)
- Bei einer Halbwertszeit von 8.05 Tagen, wie lange dauerte es bis die ursprüngliche Aktivität auf weniger als ein Promille gefallen war.
- Nennen Sie zwei Gründe, wieso gerade radioaktives Iod für Menschen sehr gefährlich ist.



### 4. Aufgabe (6 Punkte)

Gemäss einer neueren Liste des Verkehrs-Club der Schweiz VCS erzeugt ein mit Erdgas betriebenes Automobil wenig mehr als 75 % der  $\text{CO}_2$ -Emissionen, die ein vergleichbarer Benziner erzeugt.

Die Reaktionsgleichungen für idealisierte Verbrennung von Methan und Oktan sind:



( $\Delta H_f^\circ$  in kJ/mol: Methan = -74, Oktan = -209, Kohlendioxid = -394 und Wasser = -242)

- Berechnen Sie die Reaktionsenthalpien bei Standardbedingungen.



$$\begin{array}{cccc} -74 & 0 & -394 & -484 \end{array}$$

$$\Delta H_r^\circ = -804 \text{ kJ/mol CH}_4$$

oder -44842 kJ/kg  $\text{CH}_4$

$$\begin{array}{cccc} -209 & 0 & -3152 & -2178 \end{array}$$

$$\Delta H_r^\circ = -5121 \text{ kJ/mol C}_8\text{H}_{18}$$

oder -50250 kJ/kg  $\text{C}_8\text{H}_{18}$

- Berechnen Sie die pro kg Treibstoff emittierten  $\text{CO}_2$ -Massen in g.

$\text{CH}_4$ :  $1000\text{g}/16\text{g} \cdot 1\text{mol} = 62.5 \text{ mol CO}_2 = 89 \% \text{ von Oktan}$ ,  
welches  $1000/114 \cdot 8 = 70.2 \text{ mol CO}_2$

- Erklären Sie die Diskrepanz zum VCS-Wert. Was muss in der Rechnung zusätzlich berücksichtigt werden, um die beiden Treibstoffe miteinander vergleichen zu können?  
Entscheidend ist die freigesetzte Energiemenge, welche für die Fortbewegung genutzt wird.

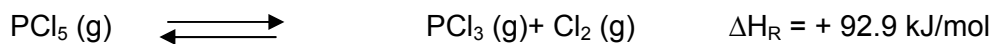
$\text{CO}_2$  in mol pro 1000 kJ (1);  $1000/812 \cdot 1\text{mol} = 1.23 = 78 \% \text{ von Oktan}$ , das  $1000/5117 \cdot 8 = 1.56$

**5. Aufgabe** (4 Punkte) je ¼ Pt.

a) Ergänzen Sie die folgende Tabelle, welche verschiedene Gemische zeigt:

Phase 1	Phase 2	Bezeichnung	Beispiel	Mischphasen
gasförmig	gasförmig	Gasgemisch	Luft	homogen
gasförmig	flüssig	Schaum	Löschschaum	heterogen
gasförmig	fest	Schaumstoff	Styropor	heterogen
flüssig	flüssig	Emulsion	Milch	heterogen
fest	flüssig	Lösung	Zuckerwasser	homogen
fest	fest	Legierung	Messing	homogen

**6. Aufgabe** (4 Punkte)



- Formulieren Sie das Massenwirkungsgesetz.
- Wie gross ist die Gleichgewichtskonstante, wenn in einem Experiment ausgehend von reinem  $\text{PCl}_5$  nach Einstellung des Gleichgewichts im Reaktionsgemisch ein  $\text{Cl}_2$ -Gehalt von 18.3 % gemessen wurde.
- Auf welche Seite wird das Gleichgewicht bei Erhöhung der Temperatur verschoben?
- Auf welche Seite wird das Gleichgewicht bei der Zugabe eines Cd-Katalysators verschoben?

a) 
$$K_c = \frac{c(\text{PCl}_3) \cdot c(\text{Cl}_2)}{c(\text{PCl}_5)}$$

b) 
$$K_c = \frac{0.183 \cdot 0.183}{0.817} = 0.041 \text{ mol/l}$$

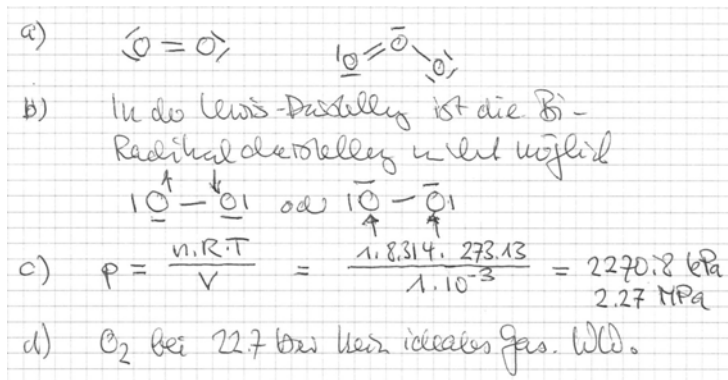
c) Endotherme Reaktion, Verschiebung nach rechts

d) Katalysator bewirkt keine Verschiebung.

### 7. Aufgabe (4 Punkte)

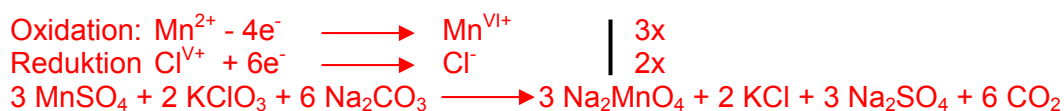
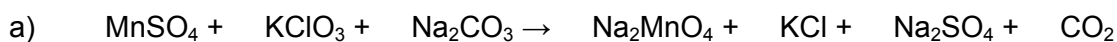
Elementarer Sauerstoff kann als O<sub>3</sub> oder O<sub>2</sub> vorliegen.

- Zeichnen Sie von beiden Molekülen die Lewisformel.
- Das O<sub>2</sub>-Molekül liegt als Biradikal vor. Was bedeutet diese Aussage? Welchen Einfluss hat dies auf die Lewisdarstellung?
- Welchen Druck erzeugt 1.00 mol O<sub>2</sub>(g) bei 0 °C in einem 1L-Autoklaven?
- Experimentell wurden 2.207 MPa gemessen. Interpretieren Sie den Unterschied.



### 8. Aufgabe (6 Punkte)

Vervollständigen Sie die nachstehenden Gleichungen und geben Sie die Redoxreaktionen an:



**9. Aufgabe** (4 Punkte)

- a) Was versteht man unter London-Kräfte und wie ist ihre Auswirkung? Beispiel!

Schwache sog. Dispersionskräfte hervorgerufen durch asymmetrische Ladungsverteilung in Atomen und Molekülen f(Polarisierbarkeit, Grösse, Anordnung)  
Verflüssigung von Edelgasen, Verlauf Siedepunkte der Kohlenwasserstoffe

- b) Wodurch entstehen Wasserstoffbrücken und was sind ihre Auswirkungen? Beispiel!

Starke (permanente) Dipolkräfte in polarisierten Wasserstoffatomen und freien Elektronenpaaren von O, N, X-Atomen. Siedepunkte Wasser, Zuckerzersetzung

---

**10. Aufgabe** (5 Punkte)

Eine Lösung enthalte jeweils 0.10 mol/L Chlorid- und Chromationen.  
Die Löslichkeitsprodukte der Silbersalze betragen  $L(\text{AgCl})=1.7 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$  und  $L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=1.9 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ .

- a) Welcher Niederschlag fällt bei Zugabe von Silbernitratlösung zuerst aus?

Es fällt zuerst AgCl aus!

- b) Wie gross sind die Silberionkonzentrationen, wenn die jeweiligen Salze auszufallen beginnen?

AgCl:  $c(\text{Ag}^+) = 1.7 \cdot 10^{-10} / 0.1 = 1.7 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$   
Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>:  $c(\text{Ag}^+)^2 = 1.9 \cdot 10^{-12} / 0.1 \rightarrow c(\text{Ag}^+) = 4.4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$

- c) Wie gross sind die Anionkonzentrationen, wenn die jeweiligen Salze auszufallen beginnen?

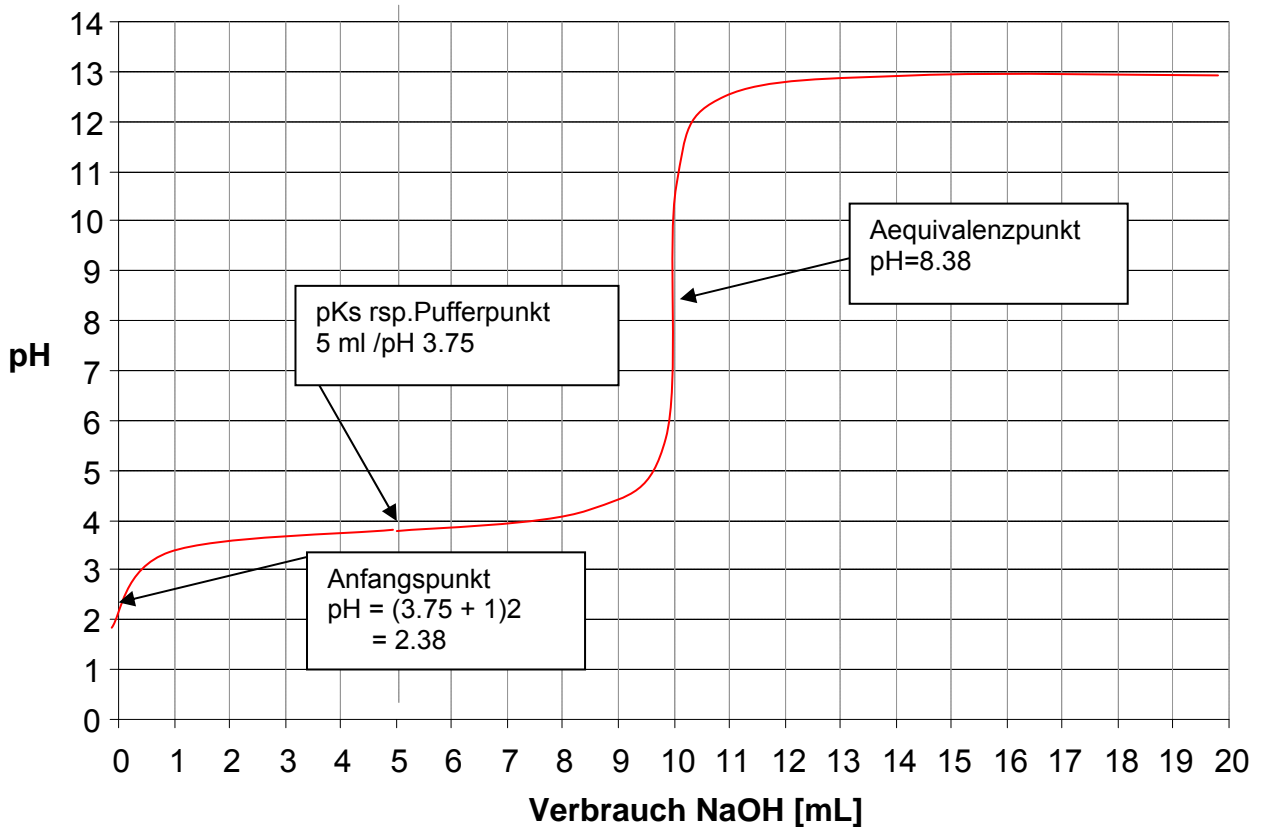
AgCl fällt bei einer Anionenkonzentration von  $(0.1 - 1.7 \cdot 10^{-9}) \text{ mol/L}$  aus  
Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> fällt bei einer Anionenkonzentration von  
 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 4.4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L} \cdot c(\text{Cl}^-) = 1.7 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2 \rightarrow c(\text{Cl}^-) = 3.9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$   
Die Chromatfällung beginnt also erst, wenn  $c(\text{Cl}^-) < 3.9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$  geworden ist.

11. Aufgabe (9 Punkte)

Die Titrationskurve von Ameisensäure ausgehend von 10 mL Säure der Konzentration  $c(\text{HCOOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$  wurde mit Natronlauge,  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/L}$  aufgenommen.

- a) Zeichnen Sie diese Titrationskurve quantitativ auf. Tragen Sie Achseneinheiten, Anfangspunkt, Pufferpunkt und Äquivalenzpunkt in Ihrer Graphik ein.

Der Äquivalenzpunkt kann berechnet werden mit: 
$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_s}{c_0(\text{HA})}}$$



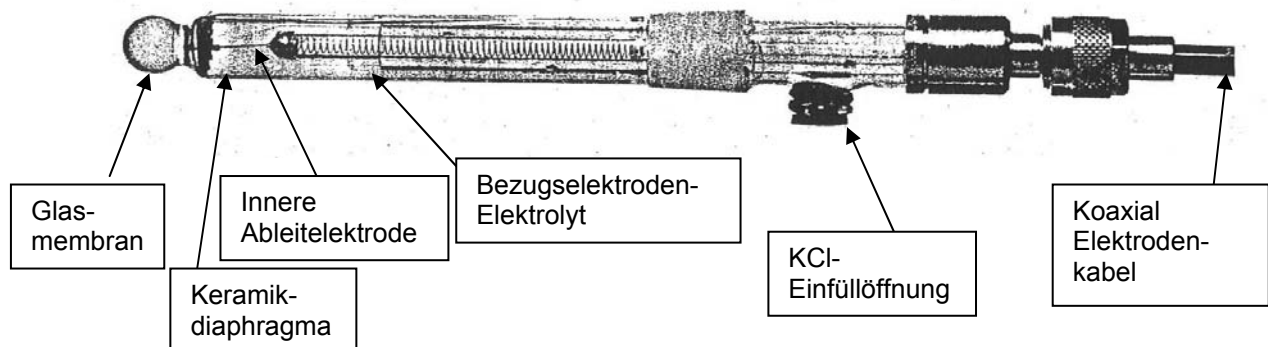
- b) Welche der folgenden pH-Indikatoren können Sie für diese Titration einsetzen?  
Begründung!

*Umschlagsgebiet:*

Methylorange	pH 3,1 ÷ 4,4
Methylrot	pH 4,4 ÷ 6,2
Kresolrot	pH 7,2 ÷ 8,8
Phenolphthalein	pH 8,3 ÷ 10,0
Alizarin gelb	pH 10,1 ÷ 12,0

Wie aus Kurve ersichtlich, beginnt Steilbereich ca. ab pH = 8, also Phenolphthalein verwendbar.

- c) Üblicherweise werden Sie eine kombinierte Glaselektrode verwenden. Skizziere Sie eine solche Elektrode, beschreiben Sie die Funktionsweise und die wichtigsten Bestandteile.



Funktionsweise: An der Grenzfläche Membran/Messlösung wird eine pH-abhängige Potentialdifferenz aufgebaut. Diese wird gegen die Spannung der inneren Referenzelektrode meist Ag/AgCl gemessen.  $\Delta U = 59.16 \text{ mV}$  für eine pH-Änderung um eine Einheit nach Nernst. Im Umschlagbereich grosse pH-Änderung -> Spannungsänderung  $> 250 \text{ mV}$

## 12. Aufgabe (4 Punkte)

Welche Aussagen zu Aluminium sind richtig, welche falsch?  
(Achtung: Falsch gesetzte Kreuze geben Abzug)

		richtig	falsch
a)	Al ist das am häufigsten vorkommende Metall in der Erdkruste.	X	
b)	Al wird aus Kryolith gewonnen.		X
c)	Al ist nebst Ag der beste Leiter für elektrischen Strom.		X
d)	Al ist edler als Zink.		X
e)	Die Anode bei der Diaphragmaelektrolyse von $\text{Al}_2\text{O}_3$ besteht aus Kohle.		X
f)	Eloxieren verbessert die Korrosionsfestigkeit von Al.	X	
g)	Al ist wegen seiner passivierenden Oxidschicht inert gegen Salzsäure.		X
h)	Al kommt auch in Ton vor, der zur Herstellung von Porzellan verwendet wird.	X	