

**Prüfung Chemie 151-0010-00L
Herbst 2006**

Gesamtübersicht (nicht ausfüllen!!)

Frage	Thema	Punkte erreichbar	Punkte erreicht
1	Periodensystem	5	
2	Elektronenstruktur	5	
3	Molekülgeometrie	5	
4	Aggregatzustände	5	
5	Metalle/Isolatoren	5	
6	Redoxgleichungen	5	
7	Thermodynamik	5	
8	Gleichgewicht	5	
9	Kinetik	5	
10	Elektrochemie	5	
11	Organische Nomenklatur	5	
12	Org. Reaktionen, Struktur	5	
Summe		60	

Note

Hilfsmittel: Periodensystem (s. Anhang, Seite 5)

- Welche Aussage macht die Ordnungszahl über ein chemisches Element ?
Wie ändern sich die folgenden Eigenschaften im Periodensystem innerhalb einer Gruppe und innerhalb einer Periode?
a) Atomradien
b) Valenzelektronenkonfiguration
- Wie lauten die vollständigen Elektronenkonfigurationen der Elemente a – d ?
Welche Ionen müssen die jeweiligen Atome bilden, um Edelgaskonfiguration zu erreichen und zu welchem Edelgas sind sie dann isoelektronisch ?
a) Kalium
b) Scandium
c) Iod
d) Phosphor

Name _____ Stud.-Nr. _____

**Chemistry examination 151-0010-00L
autumn 2006**

overview (please do not fill in !)

question	topic	points achievable	points achieved
1	periodic table of elements	5	
2	electronic structure	5	
3	molecular geometry	5	
4	states of aggregation	5	
5	metals/insulators	5	
6	redox equations	5	
7	thermodynamics	5	
8	equilibrium	5	
9	kinetics	5	
10	electrochemistry	5	
11	organic nomenclature	5	
12	org. reactions, structures	5	
sum		60	

mark

auxiliaries: periodic system of the elements (see page 5)

- What does the atomic number tell about an element ?
How do the following properties change within a group and within a period of the periodic system of the elements ?
a) atomic radii
b) configuration of valence electrons
- Give the complete electron configurations of the elements a – d !
Which ions must the respective atoms form to reach noble gas configuration and to which noble gas are these ions then isoelectronic?
a) potassium
b) scandium
c) iodine
d) phosphorus

3. Zeichnen Sie die Valenzstrichformeln nachfolgender Moleküle:

- a) SO_2
- b) NCl_3
- c) H_2SO_3
- d) H_3PO_4

Gibt es im Phosphatanion unterschiedlich lange Phosphor-Sauerstoff-Bindungen? Begründen Sie Ihre Antwort!

4. Aggregatzustände und Löslichkeit:

- a) KBr ist bei Raumtemperatur ein Feststoff, O_2 ein Gas. Warum?
- b) H_2O ist bei Raumtemperatur eine Flüssigkeit, H_2S ein Gas. Warum?
- c) Lässt sich Pentan (C_5H_{12}) oder Ethanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$) besser mit Wasser mischen? Warum?

5. Korund (Al_2O_3) ist ein elektrischer Isolator. Was können Sie aus dieser Eigenschaft über dessen Bandstruktur aussagen? Welche der unten stehenden Elemente sind elektrische Leiter und warum?

- a) Kohlenstoff (Diamant)
- b) Germanium
- c) Nickel

6. Richten Sie folgende stöchiometrisch nicht ausgewogene Reaktionsgleichung ein:



Name _____ Stud.-Nr. _____

3. Draw the structures of the following molecules:

- a) SO_2
- b) NCl_3
- c) H_2SO_3
- d) H_3PO_4

Are the phosphorus-oxygen bonds in the phosphate anion equal in length or not? Explain your answer !

4. State of aggregation and solubility:

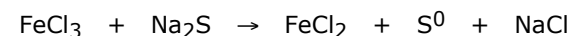
- a) KBr is a solid at room temperature; O_2 is a gas. Why ?
- b) H_2O is a liquid at room temperature; H_2S is a gas. Why ?
- c) Does pentane (C_5H_{12}) or ethanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$) mix more easily with water? Why ?

5. Corundum (Al_2O_3) is an electrical insulator. What does this mean for its band structure ?

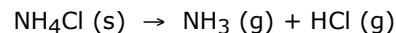
Which of the following elements are electrical conductors and why ?

- a) carbon (diamond)
- b) germanium
- c) nickel

6. The following reaction equation is stoichiometrically not balanced. Give the correct equation !



7. Festes Ammoniumchlorid zersetzt sich zu den gasförmigen Produkten Ammoniak und Chlorwasserstoff:



Bei 25°C ist für diese Reaktion $\Delta S^0 = 285 \text{ J/(mol K)}$, $\Delta H^0 = 177 \text{ kJ/mol}$ und $\Delta G^0 = 91,9 \text{ kJ/mol}$.

- Verläuft diese Reaktion bei 25°C spontan?
- Erklären Sie das Vorzeichen von ΔS^0 qualitativ!
- Wie gross ist ΔG^0 bei 727°C? (Nehmen Sie an, dass ΔH und ΔS temperaturunabhängig sind!)
- Verläuft diese Reaktion bei 727°C spontan?

e) **Zusatzfrage:**

Wie ändern sich ΔH und ΔS beim Verdampfen eines Lösungsmittels?

8. Methanol wird grosstechnisch in der Gasphase durch folgenden Prozess hergestellt:



- Wie lautet das Massenwirkungsgesetz für diese Reaktion (formuliert mit den Partialdrücken p)?
- Wie verschiebt sich das Gleichgewicht mit steigender Temperatur?
- Wie verschiebt sich das Gleichgewicht mit steigendem Druck?
- Wie muss demnach die Reaktion geführt werden, damit die Ausbeute an Methanol maximal wird?

9. Distickstoffpentoxid N_2O_5 zerfällt gemäss folgender Reaktionsgleichung: $2 \text{ N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4 \text{ NO}_2 + \text{O}_2$

Es ist eine Reaktion 1. Ordnung. Bei einer Anfangskonzentration $c_0(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,02 \text{ mol/Liter}$ wurde nach 100 Minuten eine Konzentration $c(\text{N}_2\text{O}_5)$ von $0,002 \text{ mol/Liter}$ gemessen.

Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante k !

[$\ln 1 = 0$; $\ln 2 = 0,7$; $\ln 10 = 2,3$; $\ln 100 = 4,6$; $\ln 1000 = 6,9$]

Name _____ Stud.-Nr. _____

7. Solid ammonium chloride can be decomposed into the gaseous products ammonia and hydrogen chloride:
 $\text{NH}_4\text{Cl (s)} \rightarrow \text{NH}_3 \text{ (g)} + \text{HCl (g)}$

For this reaction at 25°C is $\Delta S^0 = 285 \text{ J/(mol K)}$, $\Delta H^0 = 177 \text{ kJ/mol}$ and $\Delta G^0 = 91,9 \text{ kJ/mol}$.

- Does this reaction proceed spontaneously at 25°C?
- Explain qualitatively the algebraic sign of ΔS^0 !
- Calculate the value of ΔG^0 at 727°C! (assume that ΔH and ΔS are independent of temperature.)
- Does this reaction proceed spontaneously at 727°C?

e) **additional question:**

How do ΔH and ΔS change when a solvent is evaporated?

8. On industrial scale, methanol is produced in the gas phase by the following process:



- What is the law of mass action for this reaction (formulated with partial pressures p)?
- How is the equilibrium influenced by increasing the temperature?
- How is the equilibrium influenced by increasing the pressure?
- How has the reaction thus to be conducted to obtain maximum yield of methanol?

9. Dinitrogen pentoxide N_2O_5 decomposes according to:
 $2 \text{ N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4 \text{ NO}_2 + \text{O}_2$

This is a first-order reaction. With an initial concentration of $c_0(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,02 \text{ mol/litre}$, a concentration of $c(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,002 \text{ mol/litre}$ was measured after 100 minutes.

Calculate the rate constant k !

[$\ln 1 = 0$; $\ln 2 = 0,7$; $\ln 10 = 2,3$; $\ln 100 = 4,6$; $\ln 1000 = 6,9$]

- 10.** Zur Reinigung eines industriellen Abwassers, das Kupferionen (Cu^{2+}) enthält (1270 mg/Liter), wird eine Elektrolyse vorgeschlagen.

Wie lange muss eine Charge von 10 Kubikmeter Abwasser elektrolysiert werden, damit die Kupferionen vollständig entfernt werden ? ($I = 100 \text{ kA}$; Stromausbeute = 80%).

[Rechnen Sie mit $F = 100'000 \text{ C/mol}$ (statt $96'485 \text{ C/mol}$) !
 $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$]

- 11.** Zeichnen Sie die Strukturen folgender Verbindungen:

- 3-Fluorcyclohexen
- E*-3-Octen (*trans*-3-Octen)
- 3-Chlortoluol
- 4-Bromphenol
- 2-Hexanon
- Butylmethylketon
- Benzoesäureethylester (Ethylbenzoat)
- Acetonitril (Essigsäurenitril)
- Methylphenylether
- Methoxybenzol (= Anisol)

- 12.** Organische Chemie: Strukturen, Reaktionen

- Welche Struktureinheit haben Proteine (Eiweisstoffe), Peptide und die Polyamid-Kunststoffe gemeinsam ?
- Nennen Sie 3 technisch wichtige Polymere !
- Welches Produkt entsteht bei der Reaktion von Propionsäureanhydrid mit Wasser ?
- Welches organische Produkt entsteht bei der Reaktion von Propionsäurenitril mit Wasser unter stark sauren Bedingungen ?
- Bei der Reaktion von Brommethan (Methylbromid) mit Hydroxidionen wird synchron zur Annäherung des Hydroxidions an das Kohlenstoffzentrum der Bromsubstituent als Bromidion abgespalten. Wie heisst dieser Reaktionstyp? Zu welcher Klasse von Reaktionen gehört er?

Name _____ Stud.-Nr. _____

- 10.** To clean (treat) industrial waste water that contains copper ions (Cu^{2+}) (1270 mg/litre) an electrolysis is proposed.

How long has a batch of 10 cubic metres waste water to be electrolysed for a complete removal of the copper ions ($I = 100 \text{ kA}$; electricity yield: 80%).

[calculate with $F = 100'000 \text{ C/mol}$ instead of $96'485 \text{ C/mol}$! $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$]

- 11.** Draw the structures of the following compounds:

- 3-fluorocyclohexene
- E*-3-octene (*trans*-3-octene)
- 3-chlorotoluene
- 4-bromophenol
- 2-hexanone
- butyl methyl ketone
- benzoic acid ethyl ester (ethyl benzoate)
- acetonitrile (methanecarbonitrile)
- methyl phenyl ether
- methoxybenzene (anisole)

- 12.** Organic chemistry: structures and reactions

- Which structural unit do proteins, peptides and polyamide synthetics have in common ?
- Enumerate 3 technically important polymers !
- Which product is formed by the reaction of propionic acid anhydride with water ?
- Which organic product is formed by the reaction of propionitrile with water in the presence of a strong acid ?
- Bromomethane (methyl bromide) reacts with hydroxyl ions according to a mechanism in which the hydroxyl ions approach the carbon centre and synchronously the bromine is expelled in the form of a bromide ion. How is this reaction type called ? Indicate to which class of reactions it belongs !

Anhang: Hilfsmittel

appendix: auxiliaries

Periodensystem

periodic table of elements

1	H	1.00794																	2	He	4.0026																																										
3	Li	6.941	4	Be	9.012																	9	F	18.9984	10	Ne	20.1797																																				
11	Na	22.98976	12	Mg	24.305																	17	Cl	35.4527	18	Ar	39.948																																				
19	K	39.098	20	Ca	40.078	21	Sc	44.956	22	Ti	47.867	23	V	50.942	24	Cr	51.996	25	Mn	54.938	26	Fe	55.845	27	Co	58.933	28	Ni	58.693	29	Cu	63.546	30	Zn	65.39	31	Ga	69.723	32	Ge	72.61	33	As	74.922	34	Se	78.96	35	Br	79.904	36	Kr	83.80										
37	Rb	85.468	38	Sr	87.62	39	Y	88.906	40	Zr	91.224	41	Nb	92.906	42	Mo	95.94	43	Tc	[97.907]	44	Ru	101.07	45	Rh	102.906	46	Pd	106.43	47	Ag	107.868	48	Cd	112.411	49	In	114.818	50	Sn	118.710	51	Sb	121.76	52	Te	127.60	53	I	126.905	54	Xe	131.29										
55	Cs	132.905	56	Ba	137.327	57-70	*	71	Lu	174.967	72	Hf	178.49	73	Ta	180.948	74	W	183.84	75	Re	186.207	76	Os	190.23	77	Ir	192.217	78	Pt	195.078	79	Au	196.967	80	Hg	200.59	81	Tl	204.383	82	Pb	207.2	83	Bi	208.98	84	Po	[209]	85	At	[209]	86	Rn	[222]	87	Fr	[223]	88	Ra	[226]	89-102	**