

**Vorprüfung in Chemie
für Studierende des Maschinenbaus und des Gewerbelehramts
Studiengang Bachelor**

Freitag, 20. März 2009, 14:00-17:00

Für die Bearbeitung der Aufgaben sind **keine Hilfsmittel zugelassen**. Ausländische Studenten dürfen ein Wörterbuch (Muttersprache zur deutschen Sprache) benutzen, das keine handschriftlichen Eintragungen enthalten darf.

Jeder Versuch, Hilfsmittel zu benutzen, wird als Täuschung behandelt, führt zum unmittelbaren Ausschluss von der Klausur und zur Bewertung der Ausarbeitung mit 5.0!

Zahlenwerte, die ohne Rechnung bzw. ohne Begründung angegeben werden, bleiben ohne Wertung!

Es genügen klar verständliche Stichworte als Antwort; es müssen keine Texte geschrieben werden. Für bildliche Darstellungen genügen Skizzen, die das Prinzip verdeutlichen.

Die für jede Teilaufgabe maximal erreichbare Punktzahl ist in Klammern angegeben.
Bewertung (Punkte/Note):

0-49,5	50-54	55-59	60-64	65-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100
5,0	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0

Aufgabe 1:

- a) Was versteht man unter einem chemischen Element und was unter einer chemischen Verbindung? (2)

Element besteht aus gleichartigen Atomen, d.h. gleiche Anzahl von Protonen

Chemische Verbindungen entstehen aus zwei oder mehreren Elementen (enthalten 2 oder mehr Atomarten)

- b) Wodurch unterscheiden sich Atome des Elements Kohlenstoff mit der Massenzahl 12 von denen mit der Massenzahl 13? (1)

^{12}C : 6 Neutronen, ^{13}C : 7 Neutronen

- c) Durch welche Methode wird die Atommasse gemessen? (1)

Massenspektrometrie

Nennen Sie die drei wesentlichen Vorgänge, die dabei ablaufen! (3)

Probenzuführung, Ionisation und Ionenbeschleunigung, Ablenkung im Magnetfeld

- d) Welches Ergebnis erhält man, wenn man Atome durch die Zufuhr von Energie anregt und das emittierte Licht durch ein Prisma in seine Wellenlängen zerlegt? (1)

Linien- (Wellenlängen-) Spektrum

Welche für die Beschreibung des Aufbaus von Atomen wichtige Konsequenz ergibt sich aus dieser Beobachtung? (1)

Die Elektronen im Atom können nur bestimmte Energiezustände einnehmen.

e) Geben Sie die Elektronenkonfiguration des Elements Germanium (Ge) an! (1)



f) Wodurch sind die Gruppen des Periodensystems charakterisiert? (1)
Gruppen haben gleich viele Außenelektronen (Valenzelektronen)

g) Aus welcher einfachen Regel folgt, dass Elemente der siebten Gruppe einfach negativ geladene Ionen bilden? (1)
Edelgasregel: Bestreben von Atomen, in Verbindungen die Edelgas-konfiguration einzunehmen (2 bzw. 8 Valenzelektronen)

h) Was versteht man unter Elektronegativität? (1)
Elektronegativität (EN): Fähigkeit eines Atoms in einer Atombindung Elektronen anzuziehen.

i) Geben Sie den räumlichen Aufbau der Verbindungen Wasser (H_2O), Tetrafluormethan (CF_4) und Bortrichlorid (BCl_3) an! (3)
 H_2O : Gewinkelt; CF_4 : Tetraeder; BCl_3 : Gleichseitiges Dreieck. Skizzen, in denen die Anordnung zu erkennen ist, sind natürlich ebenfalls erlaubt.

j) Entscheiden Sie für die Moleküle aus Aufgabe i, ob sie nach außen ein Dipolmoment aufweisen! (3)
 H_2O : ja; CF_4 , BCl_3 : nein

k) Geben Sie die Zustandsgleichung für ideale Gase an! (1)
 $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Aufgabe 2:

- a) Was versteht man unter der Bildungsenthalpie einer Verbindung und was versteht man unter der Reaktionsenthalpie? (2)

Bildungsenthalpie: Stoffspezifische, energetische Größe zur Berechnung von Reaktionsenthalpien

Reaktionsenthalpie: Wärmetönung einer bei konstantem Druck durchgeführten chemischen Reaktion.

- b) Welches ist die wesentliche Aussage des Satzes von Heß? (1)

Die Reaktionsenthalpie ΔH_f^0 hängt nicht vom Weg, sondern nur von Anfangs- und Endzustand ab.

- c) Geben Sie die Gibbs-Helmholtz Gleichung an!

$$\Delta_R G = \Delta_R H - T \cdot \Delta_R S \quad (1P)$$

Formulieren Sie mit Hilfe dieser Gleichung ein Kriterium für freiwillig ablaufende Prozesse!

Chemische Reaktionen laufen dann spontan ab, d.h., sie können Arbeit verrichten, wenn $\Delta_R G < 0$ ist. (1P)

Welche Bedingung ergibt sich daraus für das Ablaufen endothermer Prozesse?

$$\Delta_R S > 0 \text{ und Betrag}(T \cdot \Delta_R S) > \Delta_R H \quad (1P)$$

Gesamt: 3P

- d) Wodurch sind chemische Gleichgewichte gekennzeichnet? Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Gleichgewichtskonstanten K und thermodynamischen Größen an! Wie wirkt sich eine höhere Temperatur auf die Lage des Gleichgewichts endothermer Reaktionen aus und welchen Einfluss hat die Entfernung eines Produkts aus dem Gleichgewicht? (4)

Alle am Gesamtvorgang beteiligten Stoffe sind in bestimmten Konzentrationen vorhanden;

Lage des Gleichgewichts hängt nur von den Ausgangskonzentrationen (Atomzahlverhältnissen) und der Temperatur ab.

$$\Delta_R G = -RT \ln K \quad \text{bzw.} \quad K = \exp(-\Delta_R G/RT)$$

Endotherme Reaktionen werden durch höhere Temperatur begünstigt

Entfernen eines Produkts verschiebt das Gleichgewicht nach rechts.

- e) Was versteht man unter Reaktionsgeschwindigkeit und unter der Ordnung einer chemischen Reaktion? (2)

Reaktionsgeschwindigkeit = Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit

Reaktionsordnung ist die Summe aller Exponenten

- f) Geben Sie eine Gleichung an, die den Einfluss der Temperatur auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen beschreibt! (1)

$$k(T) = A \cdot \exp(-E_a/RT)$$

- g) Was versteht man unter Oxidation und was unter Reduktion? Geben Sie je ein Beispiel für eine Reduktions- und eine Oxidationsreaktion an! (2)

Oxidation = Abgabe von Elektronen, Reduktion = Aufnahme von Elektronen

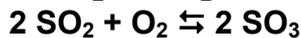
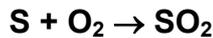
h) Geben Sie in den Verbindungen LiAlH_4 , KIO_3 , H_2SO_3 , K_2CrO_4 , Fe_2O_3 und H_2PtCl_6 die Oxidationszahl der fett gedruckten Atome an! (6)

LiAlH_4 : **H: -1**; KIO_3 : **I: 5**; H_2SO_3 : **S: +4**; K_2CrO_4 : **Cr: +6**; Fe_2O_3 : **Fe: +3**;
 H_2PtCl_6 : **Pt: +4**

Aufgabe 3:

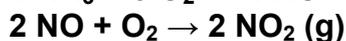
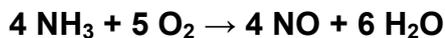
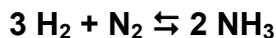
- a) Nennen Sie die drei technisch wichtigsten Verbindung des Schwefels! (3)
H₂S, (SO₂), SO₃ H₂SO₄

- b) Geben Sie die Reaktionsgleichungen an, nach denen in der Bundesrepublik das für die Herstellung von Schwefelsäure notwendige SO₃ produziert wird! Nennen Sie eine wichtige Verwendung von Schwefelsäure! (3)

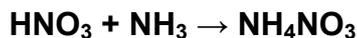


Verwendung: zur Herstellung von Chemikalien, Düngemitteln, Pigmenten, Stahl und Eisen (die Studenten haben hier die freie Auswahl).

- c) Geben Sie die Gleichungen der Reaktionen an, nach denen die Hauptmenge an Stickstoffdünger (NH₄NO₃) hergestellt wird! (3)



Die Bruttoreaktion



- d) Nennen Sie je eine technisch wichtige Eigenschaft der Metalle Fe, Al und Cu! Geben Sie zu jeder der genannten Eigenschaften eine darauf basierende Verwendung an! (6)

Fe: hoher Schmelzpunkt, duktil, magnetisch

Al: geringe Dichte, mäßige elektrische und thermische Leitfähigkeit, passivierbar

Cu: hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit, duktil, passivierbar

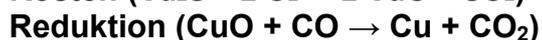
Fe: Konstruktionswerkstoff (Verformbarkeit und hoher Schmelzpunkt), Magnete (Magnetisierbarkeit)

Al: Leichtbauwerkstoff (geringe Dichte)

Cu: Elektrotechnik (Hohe elektrische Leitfähigkeit)

- e) Geben Sie die wichtigsten Verfahrensschritte bei der Gewinnung von Reinstkupfer aus Kupfersulfid (Cu₂S) an! (4)

Anreicherung (z. B. Flotation)

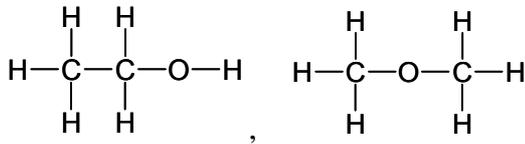


Raffination (durch Elektrolyse)

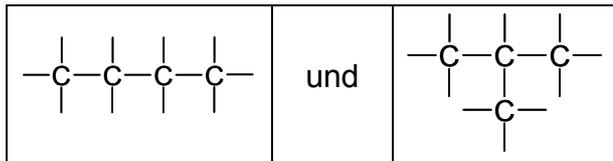
- f) Was versteht man unter Korrosion? (1)
Zerstörung eines Werkstoffs durch unerwünschte Reaktionen mit der Umgebung

Aufgabe 4:

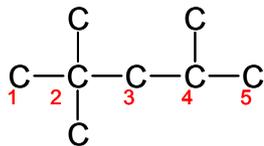
- a) Es gibt zwei organische Verbindungen mit der Summenformel C_2H_6O . Geben Sie die Lewis-Formeln beider Verbindungen an! (2)



- b) Geben Sie die Lewis-Formeln beider Alkane mit der Summenformel C_4H_{10} an! (1)



- c) Geben Sie die Lewis-Formel der Verbindung 2,2,4-Trimethylpentan an! (1)



(Einzeichnen der H ist natürlich erlaubt).

- d) Geben Sie die funktionellen Gruppen der Verbindungsklassen Ketone, Aldehyde, Alkine, Carbonsäuren und Alkohole an! (5)

Ketone: Carbonylgruppe	Aldehyde: Aldehydgruppe	Alkine: Dreifachbindung	Carbonsäuren: Carboxylgruppe	Alkohole: Hydroxylgruppe
>C=O	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	$-\text{C OOH}$	$-\text{OH}$

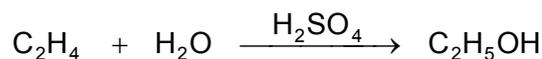
- e) Geben Sie zwei Reaktionen an, nach denen Ethanol hergestellt wird! (2)

biochemisch:



$$\Delta_R H = -109 \text{ kJ/mol}$$

technisch:



- f) Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus einer Radikalkettenreaktion anhand der Bildung von CH_3Br aus CH_4 und Br_2 ! (3)

elementar: $\text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}\cdot + \cdot\text{Br}$ • Radikale (ungesättigtes Valenzelektron)

↑
Kettenstartreaktion

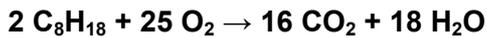
Kohlenwasserstoffrest → $\text{R}-\text{CH}_3 + \cdot\text{Br} \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2\cdot + \text{HBr}$ ← **Kettenfortpflanzungsreaktion**
 $\text{R}-\text{CH}_2\cdot + \text{Br}_2 \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2\text{Br} + \text{Br}\cdot$

$\text{Br}\cdot + \cdot\text{Br} \rightarrow \text{Br}_2$
 $\text{R}-\text{CH}_2\cdot + \cdot\text{Br} \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2\text{Br}$ **Kettenabbruch**
 $\text{R}-\text{CH}_2\cdot + \text{R}-\text{CH}_2\cdot \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{R}$

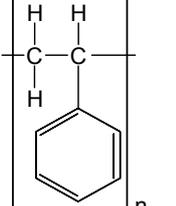
g) Nennen Sie das grundsätzliche Verfahren, nach dem in der Raffinerie Erdöl getrennt wird! (1)

Fraktionierte Destillation nach unterschiedlichem Siedepunkt der Komponenten

h) Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die vollständige Oxidation von n-Oktan und von 2,2,4-Trimethylpentan! (2)



i) Geben Sie die Konstitutionsformeln der charakteristischen Gruppen von Polyethylen, Polypropylen und Polystyrol an! Aus welchen Monomeren werden die genannten Polymere hergestellt? (3)

Polyethylen: Herstellung aus Ethen	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$	Polypropylen: Herstellung aus Propen	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Polystyrol: Herstellung aus Styrol	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$ 
--	--	--	---	--	--

Aufgabe 5:

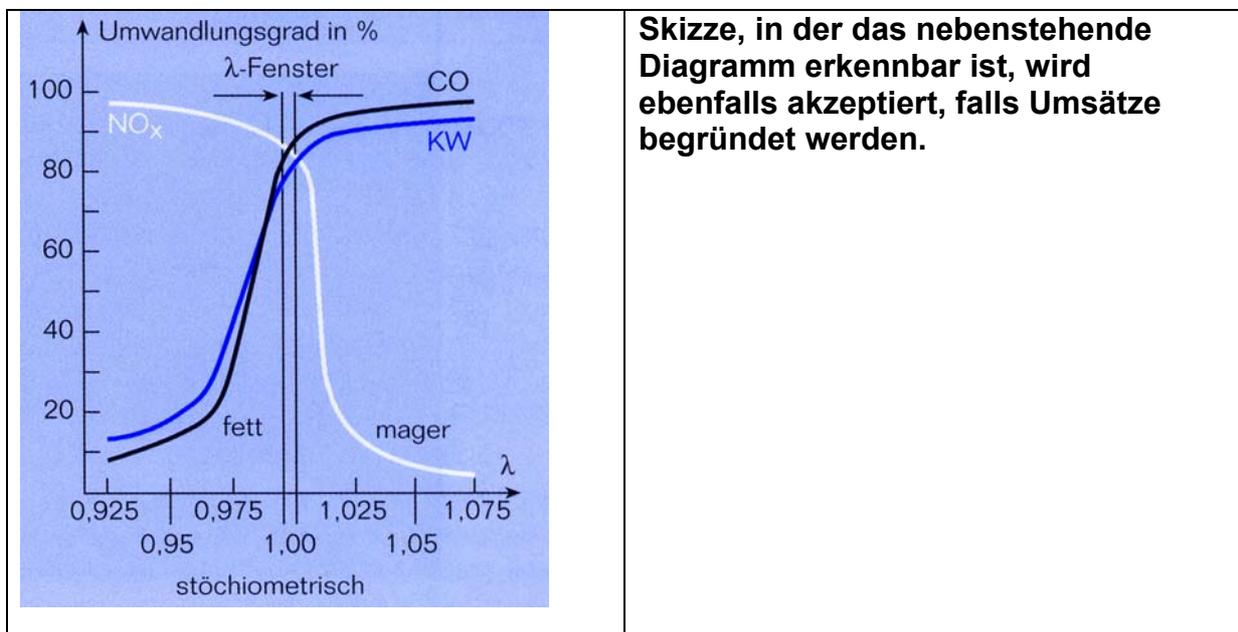
- a) Was verstehen Sie unter einer katalysierten Reaktion? (4)

Eine Reaktion ist katalysiert, wenn sie durch einen Hilfsstoff, der **weder gebildet noch verbraucht wird**, durch **Herabsetzen der Aktivierungsenergie beschleunigt** wird.

- b) Warum muss ein Ottomotor mit einem stöchiometrischen ($\lambda = 1$) Kraftstoff- Luft- Gemisch betrieben werden, um einen Dreiwegekatalysator sinnvoll einsetzen zu können? (4)

Ist $\lambda < 1$, steht **nicht genügend Oxidationsmittel (O_2 , NO , NO_2)** zur Verfügung, um **CO und unverbrannte Kohlenwasserstoffe zu oxidieren**.

Ist $\lambda > 1$, steht **nicht genügend Reduktionsmittel (CO, Kohlenwasserstoffe)** zur Verfügung, um **NO und NO_2 zu reduzieren**.



- c) Welche Schadstoffe entstehen, wenn ein Ottomotor mager ($\lambda > 1$) betrieben wird? (2)

NO, NO_2 .

- d) Was versteht man unter der Zündverzugszeit bei einem Verbrennungsprozess? (2)

Zeit zum Aufbau eines genügend großen Radikalpools (Zündung)

- e) Was versteht man unter Oktanzahl? (2)

Oktanzahl: Volumenanteil von iso-Oktan (2,2,4-Trimethylpentan) in einem iso-Oktan/ n-Heptan-Gemisch, das die gleiche Klopfestigkeit wie der zu prüfende Kraftstoff aufweist.

- f) Wie viel CO₂ (in g/km) emittiert ein Benzinmotor, der 11,4 l/100km verbraucht? Verwenden Sie für die Rechnung ein aus 100 % Isooktan (Dichte ρ = 0,7 g/cm³) bestehendes Benzingemisch! (6)

$$\dot{m}(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{C}_8\text{H}_{18})}{100\text{km}} \cdot \rho(\text{C}_8\text{H}_{18}) \cdot 8 \cdot \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})} \cdot \frac{1000\text{cm}^3}{\text{l}} = 0,7 \cdot 8 \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{km}} = 246,4 \frac{\text{g}}{\text{km}}$$