

Vorprüfung in Chemie
für Studierende des Maschinenbaus und des Gewerbelehramts
Studiengang Diplom

Montag, 22. März 2010, 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 der Ordnungszahl und was sind Isotope? (2)

Ordnungszahl = Zahl der Protonen

Isotope = Atome gleicher Ordnungszahl aber verschiedener Masse (verschiedener Anzahl der Neutronen)

- 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) Was sagt das Pauli-Prinzip aus? (1)

Jedes Orbital kann maximal durch 2 Elektronen besetzt werden; diese haben antiparallelen Spin.

- d) Geben Sie die Verteilung der Elektronen des Elements Sauerstoff auf die Orbitale an! (1)

$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y 2p_z$ (Kästchenschema mit richtig eingezeichneten Pfeilen natürlich ebenfalls richtig)

- e) Geben Sie an, wie viele Elektronen die Elemente Calcium und Fluor aufnehmen bzw. abgeben, wenn sie ionische Bindungen eingehen! Begründen Sie Ihre Aussage! (2)

**Ca erreicht Edelgaskonfiguration durch Abgabe von $2 e^-$,
F erreicht Edelgaskonfiguration durch Aufnahme von $1 e^-$.**

- f) Nennen Sie die vier Quantenzahlen, durch die die Energieniveaus der Elektronen beschrieben werden! Geben Sie in Stichworten die Bedeutung der einzelnen Quantenzahlen an! (4)

Hauptquantenzahl (Schale), Nebenquantenzahl (Unterniveaus, beschreiben verschiedene Typen von Orbitalen), Magnetquantenzahl (Verhalten im Magnetfeld), Spinquantenzahl (Feinstruktur der Spektrallinien)

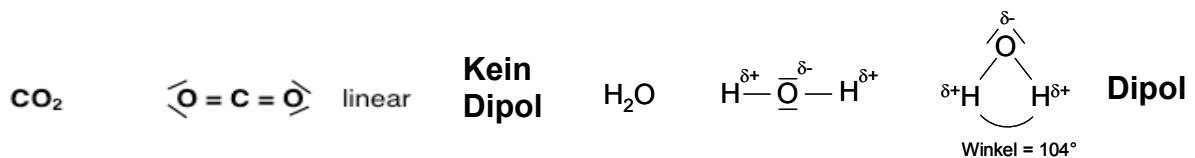
- g) Wodurch entsteht ein osmotischer Druck? (1)

**Diffusion von Lösungsmittel durch eine semipermeable Membran zum Ausgleich von Konzentrationsgefällen
entstehender Druckunterschied: osmotischer Druck (richtig erläuterte Skizze der Messapparatur wird natürlich auch anerkannt)**

- h) Auf welcher physikalischen Grundlage beruhen thermische Trennverfahren, z. B. Extraktion und Chromatographie? (1)

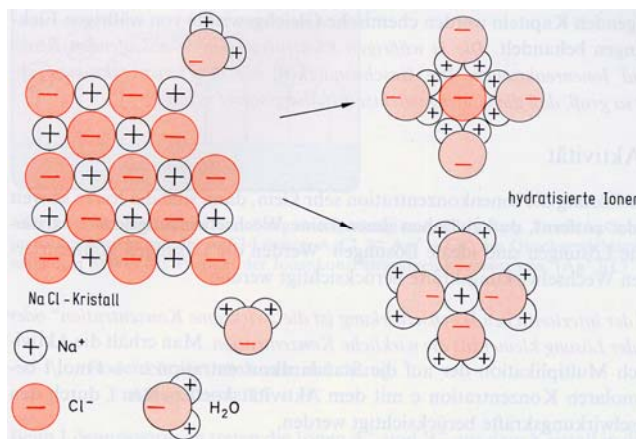
Verteilungsgleichgewicht: Verteilung einer Substanz in Lösung zweier nicht mischbarer Lösungsmittel

- i) Geben Sie den räumlichen Aufbau und die Lewis-Formeln (Elektronenschreibweise) von CO_2 und H_2O an! Entscheiden Sie, ob das jeweilige Molekül ein Dipol ist! (4)



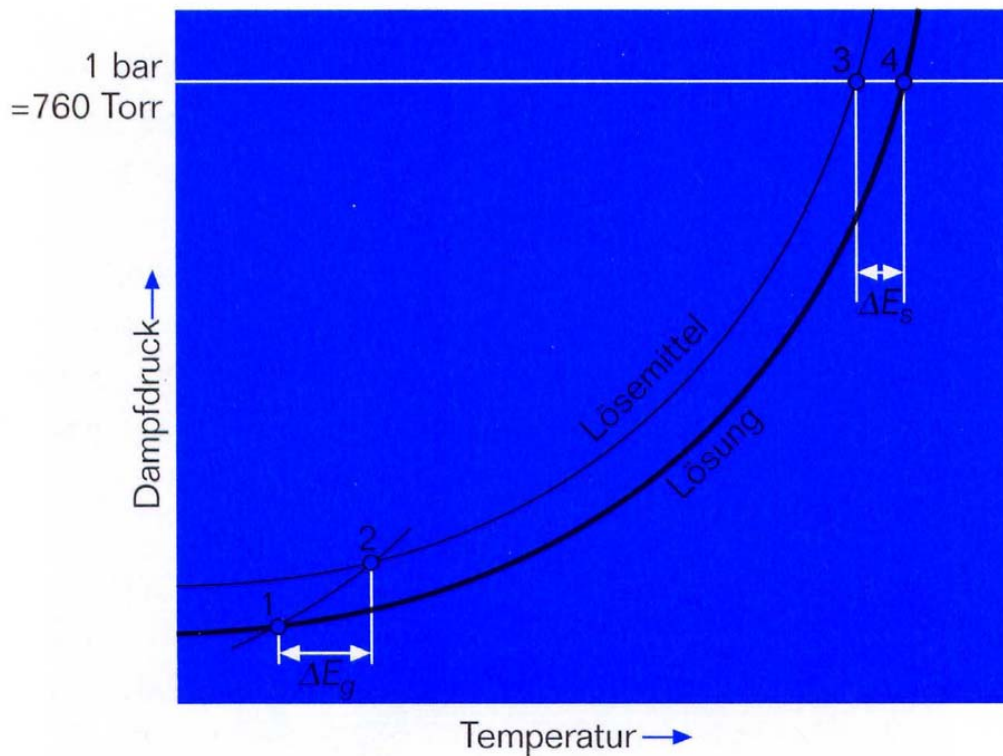
- j) Durch welche Wechselwirkungen zwischen Ionen und Wasser wird beim Lösen die Gitterenergie überwunden? (1)

Wechselwirkung zwischen Dipolen des H_2O und Ionen (H mit Anionen, O mit Kationen) setzt Hydratationsenthalpie frei



Für die Lösung der Klausuraufgabe genügt es, wenn zu erkennen ist, dass die Kationen mit dem negativen, die Anionen mit dem positiven Ende des Dipols in Wechselwirkung treten; die verbale Beschreibung oben ist ebenfalls ausreichend.

- k) Tragen Sie in einem Diagramm den Dampfdruck einer Lösung und eines reinen Lösungsmittels als Funktion der Temperatur auf!
Was folgt daraus für Schmelz- und Siedepunkt der Lösung im Vergleich zu den entsprechenden Werten des reinen Lösungsmittels? (2)



Der Siedepunkt der Lösung liegt höher, der Schmelzpunkt niedriger als im Fall des reinen Lösungsmittels

Aufgabe 2:

- a) Geben Sie die Gleichungen an, nach denen man Reaktionsenthalpie, Reaktionsentropie und freie Reaktionsenthalpie berechnet! (3)

$$\Delta_R H = \sum v_i \cdot \Delta H_f^0 \text{ (Produkte)} - \sum v_i \cdot \Delta H_f^0 \text{ (Edukte)}$$

$$\Delta_R S = \sum v_i \cdot \Delta S_f^0 \text{ (Produkte)} - \sum v_i \cdot \Delta S_f^0 \text{ (Edukte)}$$

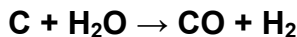
$$\Delta_R G = \sum v_i \cdot \Delta G_f^0 \text{ (Produkte)} - \sum v_i \cdot \Delta G_f^0 \text{ (Edukte) oder}$$

$$\Delta_R G = \Delta_R H - T \cdot \Delta_R S$$

(v_i = stöchiometrische Verhältniszahl)

- b) Ein Gemisch aus CO und H₂ (bekannt als Wassergas oder Synthesegas) entsteht beim Überleiten von Wasserdampf über glühenden Koks (C).

Geben Sie die Reaktionsgleichung an!



Berechnen Sie die Standard- Reaktionsenthalpie ($\Delta_R H$), die Standard-Reaktionsentropie ($\Delta_R S$) und die freie Standard- Reaktionsenthalpie nach Gibbs ($\Delta_R G$)! Verwenden Sie folgende Werte: (4)

$$\Delta H_f^0(\text{CO}) = -111 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}) = -241.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$S^0(\text{CO}) = 198 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, S^0(\text{H}_2\text{O}) = 188.8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1},$$

$$S^0(\text{H}_2) = 130.7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, S^0(\text{C}) = 5.7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta_R H = -111 \text{ kJ/mol} + 0 - (-241,8 \text{ kJ/mol}) - 0 = +130,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_R S = 198 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)} + 130,7 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)} - 188,8 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)} - 5,7 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$$

$$= +134,2 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$$

$$\Delta_R G = [130800 - (298 \cdot 134,2)] \text{ J/mol} = +90808,4 \text{ J/mol} = 90,808 \text{ kJ/mol}$$

- c) Bei Raumtemperatur ist das Löslichkeitsprodukt von PbCl₂ 3,2·10⁻⁵ (Mol/l)³. Welche Konzentration von Pb²⁺ stellt sich in neutralem Wasser ein und welche Konzentration stellt sich ein, wenn die Konzentration von Cl⁻ 0,1 Mol/l beträgt? (2)

Neutrales Wasser:

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 = 3.2 \cdot 10^{-5} (\text{mol/l})^3$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \cdot [\text{Pb}^{2+}] \Leftrightarrow$$

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot 4[\text{Pb}^{2+}]^2 = 4[\text{Pb}^{2+}]^3 = 3.2 \cdot 10^{-5} (\text{mol/l})^3$$

$$\mathbf{[\text{Pb}^{2+}] = (8 \cdot 10^{-6})^{1/3} \text{ mol/l} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}}$$

0.1-m Cl⁻:

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot 10^{-2} (\text{mol/l})^2 = 3.2 \cdot 10^{-5} (\text{mol/l})^3$$

$$\mathbf{[\text{Pb}^{2+}] = 3.2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}}$$

Berechnen Sie aus den Konzentrationen des Pb²⁺ die jeweilige Löslichkeit des PbCl₂ in g/l!

$$L = [\text{Pb}^{2+}] \cdot M(\text{PbCl}_2); M(\text{PbCl}_2) = 278.2 \text{ g/mol}$$

Neutrales Wasser:

$$\mathbf{L(\text{PbCl}_2) = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 278.2 \text{ g/l} = 5.564 \text{ g/l}}$$

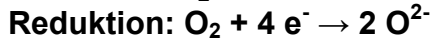
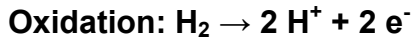
0.1-m Cl⁻:

$$\mathbf{L(\text{PbCl}_2) = 3.2 \cdot 10^{-3} \cdot 278.2 \text{ g/l} = 0.89 \text{ g/l}}$$

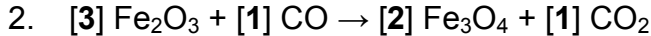
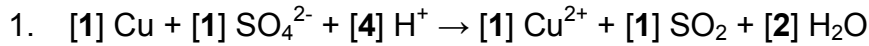
- d) Geben Sie in den Verbindungen LiAlH₄ und K₄Fe(CN)₆ die Oxidationszahl der fett gedruckten Atome an! (2)

$$\text{LiAlH}_4: \mathbf{H: -1}; \text{K}_4\mathbf{Fe}(\text{CN})_6: \mathbf{Fe: +2}$$

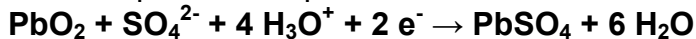
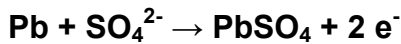
- e) Geben Sie für die Gesamtreaktion $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ die Teilgleichungen für die Oxidations- und für die Reduktionsreaktion an! (2)



- f) Bestimmen Sie die stöchiometrischen Koeffizienten für folgende Redoxreaktionen. (2)

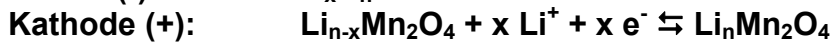


- g) Geben Sie die Gleichungen der Redoxreaktionen an, die beim Entladen eines Bleiakkumulators ablaufen! Was geschieht beim Laden? (3)



Beim Laden: Umkehrung der Reaktionen durch Umpolen

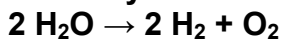
- h) Geben Sie die Reaktionen beim Entladen einer Lithium-Ionen-Batterie an! (2)



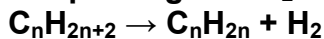
Aufgabe 3:

- a) Nennen Sie ein Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und formulieren Sie die zugehörige Reaktionsgleichung! (2)

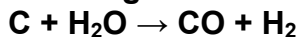
Elektrolyse von Wasser



Abspaltung von H₂ aus Alkanen



Wassergasreaktion



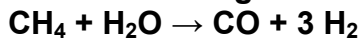
Pyrolyse von Methan



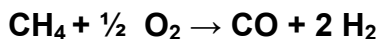
Herstellung von Wasserstoff aus Kohlenwasserstoffen

Aus Erdgas (CH₄)

Steamreforming

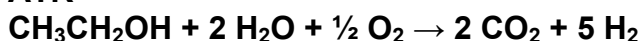


Partielle Oxidation



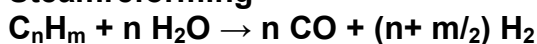
Methanol / Ethanol

ATR

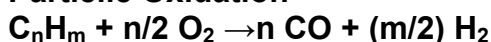


Erdöl

Steamreforming

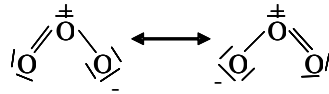


Partielle Oxidation

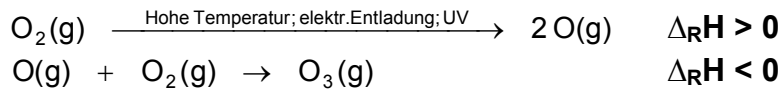


Eine Methode genügt!

- b) Zeichnen Sie die Lewis-Formel von Ozon (O₃) und geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Bildung von Ozon an! (2)



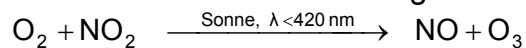
Bildungsreaktionen:



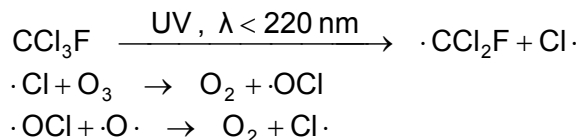
- c) Was versteht man unter „Los Angeles Smog“, auch „Sommer-Smog“ genannt? Geben Sie die Gleichung der Reaktion an, nach der „Los Angeles Smog“ entsteht! (2)

O₃-haltiger Smog

Entsteht nach der Reaktionsgleichung



- d) Geben Sie die Gleichungen der Reaktionen an, die für die Entstehung des Ozonlochs unter Beteiligung von FCKW (z. B. CCl₃F) verantwortlich gemacht werden! (2)



- e) Was versteht man unter „Treibhauseffekt“ und aufgrund welcher Eigenschaft trägt Kohlendioxid (CO₂) dazu maßgeblich bei? (1)

CO₂ absorbiert Infrarotstrahlung, die dann nicht mehr von der Erde in das Weltall abgestrahlt wird, was zur Erwärmung der Atmosphäre führen kann (Treibhauseffekt)

- f) Nennen Sie zwei Rohstoffe, aus denen Eisen gewonnen wird! (2)

Magnetit (Fe₃O₄), Hämatit (Fe₂O₃), Limonit (Fe₂O₃) in H₂O, Eisenspat (FeCO₃), Pyrit (FeS₂)

- g) Im Hochofen wird durch die Boudouard-Reaktion freier Kohlenstoff gebildet, der sich im Eisen löst. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Boudouard-Reaktion! (1)



Welche nachteilige Auswirkung hat der gelöste Kohlenstoff auf die Eigenschaften von Roheisen? (1)

Roheisen wird **spröde**.

Nennen Sie ein Verfahren bei der Herstellung von Stahl, durch das der Gehalt an Kohlenstoff herabgesetzt wird! (1)

Sauerstoff-Blasverfahren („Windfrischen“)

- h) Welche Eigenschaft von Chrom wird bei der Verwendung dieses Metalls als Legierungsbestandteil in „rostfreien“ Stählen ausgenutzt? (1)

Passivierbarkeit

- i) Was versteht man unter Korrosion und was ist ein Lokalelement? (2)

Korrosion: **Zerstörung von Werkstoffen durch chemische Reaktionen.**

Lokalelement: **Kurzgeschlossene galvanische Zelle**

- j) Geben Sie zwei Methoden zum Korrosionsschutz an! (2)

Überzüge, Opferelektroden, Eigenschutz = Passivierung, Fremdstrom

Die Studenten haben unter den o.a. Stichworten die freie Auswahl; Nennung konkreter Verfahren wie **Emaillieren, Lackieren, Galvanisieren, Opferanoden aus Mg, Passivierung durch Zusatz von Cr, Al oder Si** lassen wir ebenfalls gelten!

- k) Nennen Sie (außer Platin) einen weiteren Vertreter der Gruppe der Platinmetalle! Worin besteht die technische Bedeutung der Platinmetalle? (1)

Ru, Rh, Pd, Os, Ir Pt- Metalle sind Katalysatoren

Aufgabe 4:

- a) Welche Hybridisierung haben C-Atome in Einfach-, Doppel- und in Dreifachbindungen? Welche räumliche Anordnung der von einem zentralen C-Atom ausgehenden Bindungen ergibt sich daraus? (3)

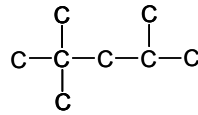
**Einfachbindung: sp^3 , Winkel: 109° oder Tetraederwinkel,
Doppelbindung: sp^2 , Winkel: 120° , Dreifachbindung: sp , Winkel: 180°**

(Skizzen, aus denen die Anordnung hervorgeht sind ebenfalls erlaubt) (2)

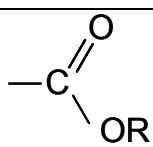
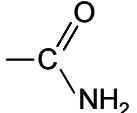
- b) Nennen Sie die wesentlichen Strukturmerkmale von Aromaten!

Molekül ist planar gebaut, alle Bindungen gleich lang, ringförmig delocalisiertes π -Elektronensystem mit $4n+2$ Elektronen

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



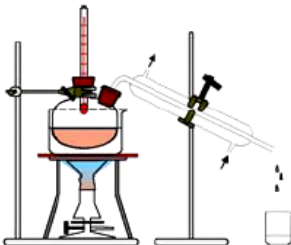
- d) Geben Sie die funktionellen Gruppen der Verbindungsklassen Ester, Amide und Alkene an! (3)

Ester	Amide	Alkene: Doppelbindung
		-C=C-

- e) Erklären Sie anhand einer einfachen Skizze den Unterschied zwischen einer einfachen Destillation und einer Destillation mit Fraktionierkolonne! (2)

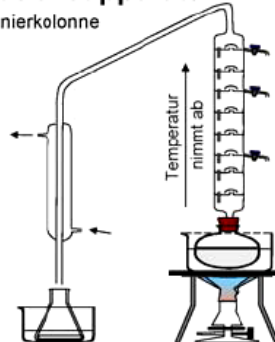
Destillationsapparaturen

Destillationsapparatur
einfach



Stofftrennung
durch langsames Steigern der Temperatur. Wenn der Siedepunkt eines Stoffes erreicht ist, hält man die Temperatur konstant bis kein Stoff mehr überdestilliert. Dann Temperatursteigerung zur Gewinnung des Stoffes mit dem nächst höheren Siedepunkt.

Destillationsapparatur
mit Fraktionierkolonne



Stofftrennung
kein langsames Steigern der Temperatur. Das zu trennende Gemisch wird konstant beheizt. Die Stofftrennung erfolgt in der Fraktionierkolonne von selbst. Die Stoffe mit ähnlichen Siedepunkten sammeln sich auf den sogenannten Glockenböden und können von Zeit zu Zeit abgelassen werden.

f) Nennen Sie eine wichtige Aufgabe von Schmierstoffen!

Verringerung der Reibung zwischen zwei gegeneinander bewegten Metalloberflächen;

Bildung eines Schmierfilms

(1)

(eine davon genügt)

g) Nennen Sie einen festen Schmierstoff und eine Anwendung fester Schmierstoffe!

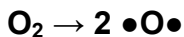
Graphit, hexagonales α - Bornitrid, MoS_2

Anwendung: Füllen von Rauhtiefen, Additive für Schmieröle

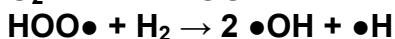
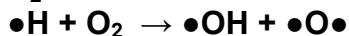
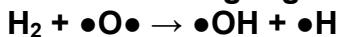
(1)

(1 Stoff und 1 Anwendung genügen)

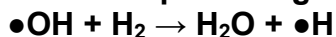
h) Was ist eine Radikalkettenreaktion? Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus anhand der Verbrennung von Wasserstoff!



Kettenverzweigung:



Kettenfortpflanzung:



Kettenabbruch:



(2)

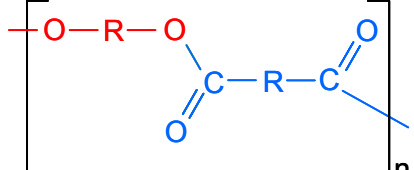
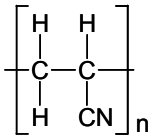
i) Was versteht man unter einem Makromolekül und was versteht man unter Polymerisation?

Makromolekül: aus vielen gleichen oder unterschiedlichen Atomen und Atomgruppen bestehendes Molekül

Polymerisation: Chemische Verknüpfung kleiner Moleküle (Monomere) zu einem Makromolekül (Polymer) durch Reaktion zwischen Mehrfachbindungen (meist Doppelbindungen) oder durch Aufspaltung ringförmiger Atomverbände.

(2)

j) Geben Sie die Konstitutionsformeln der charakteristischen Gruppen von Polyester, Polyamiden und Polyacrylnitril an! Aus welchen Monomeren werden die genannten Polymere hergestellt?

Polyester Herstellung aus Dicarbonsäure und Diol:	Polyamid, Herstellung aus Laktamen	Polyacrylnitril, Herstellung aus Acrylnitril
	$\text{--[CO-R-NH]}_n\text{--}$	

(3)

Aufgabe 5:

- a) Wodurch wird Motorklopfen ausgelöst und welche Kennzahl wird als Maß für die Klopfbarkeit von Benzin verwendet? (2)

**Unkontrollierte Verbrennung des Kraftstoffs durch Selbstzündung;
Oktananzahl**

- b) Welche Kennzahl wird als Maß für die Qualität von Dieseltreibstoff verwendet und was beschreibt sie? (2)

Cetanzahl, beschreibt die Zündwilligkeit des Kraftstoffs

- c) Was versteht man unter der Zündverzugszeit bei einem Verbrennungsprozess? (1)

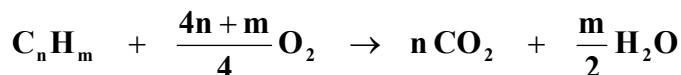
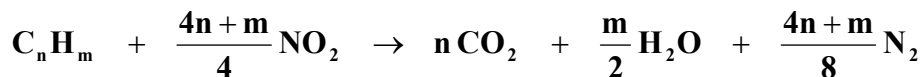
Zeit zum Aufbau eines genügend großen Radikalpools (Zündung)

- d) Welche Schadstoffe entstehen, wenn ein Verbrennungsmotor stöchiometrisch ($\lambda \approx 1$) und welche Schadstoffe entstehen, wenn er mager ($\lambda > 1$) betrieben wird? (2)

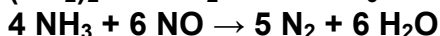
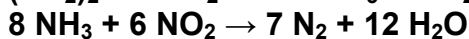
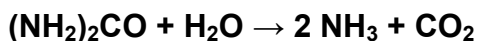
Stöchiometrisch: **Unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), NO_x, CO**
Mager: **NO_x, Ruß**

- e) Durch welches Verfahren der Abgasbehandlung wird der Ausstoß von Schadstoffen bei einem stöchiometrisch betriebenen Verbrennungsmotor vermindert? Geben Sie die wichtigsten Reaktionsgleichungen an! (4)

Dreiwegekatalysator



- f) Skizzieren Sie schematisch das Verfahren zur selektiven katalytischen Reduktion von Stickoxiden! Geben Sie die Gleichungen der Reaktionen an, die zur Minderung der Schadstoffe führen! (2)

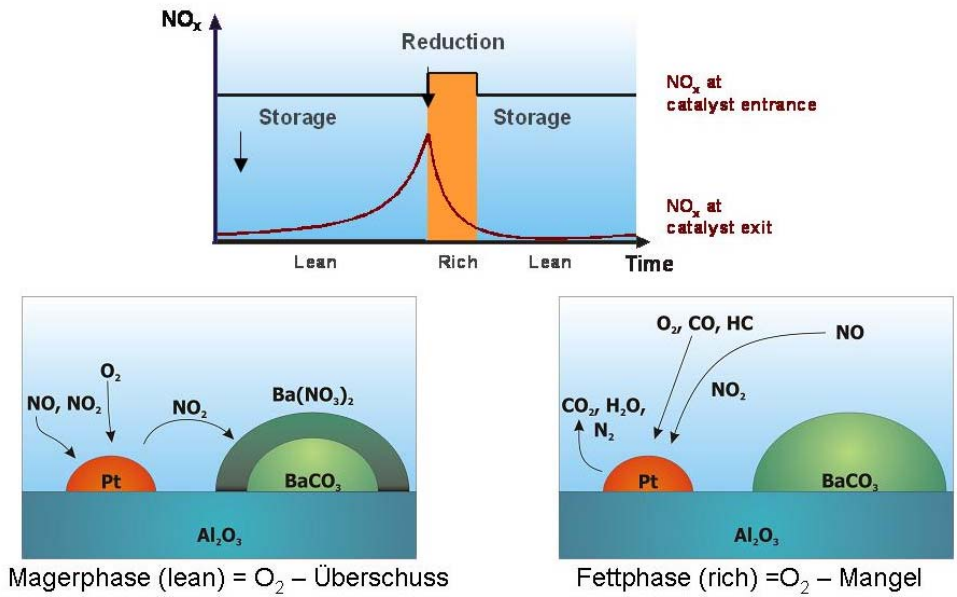


Antworten, die mit NO + NO₂ (NO_x) formuliert sind, sind ebenfalls richtig!

- g) Beschreiben Sie das Prinzip eines Speicherkatalysators zur Verringerung der NO_x-Emission! (2)

Magere Betriebsphase: NO_x wird an BaCO₃ gebunden

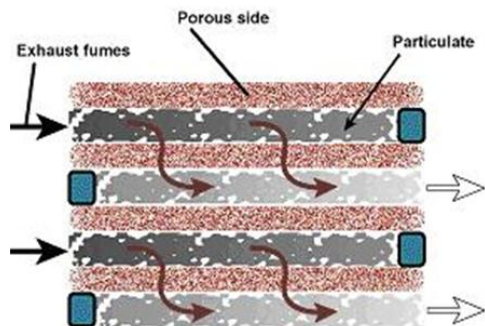
Fette Betriebsphase: NO_x wird desorbiert und an Pt zu N₂ reduziert



- h) Erklären Sie anhand einer schematischen Skizze die Funktionsweise eines Russfilters! Aus welchen Werkstoffen werden die Filter gefertigt? Welche Probleme treten auf? (2)

Zu erkennen sein sollen die einseitig geschlossenen Kanäle und der Gasfluss, als Probleme werden die Stichworte Regenerierung und die hohe Temperatur erwartet.

Keramische Filter aus Siliziumkarbid oder Kordierit sammeln die Partikel



Problem: Regenerierung der Filter

- Oxidation des Rußes verlangt 600°C (wesentlich höher als Abgastemperatur)

- Verwendung eines Katalysators, aber ungenügender Kontakt zwischen Ruß und Katalysator

- i) Wie viel CO₂ (in g/km) emittiert ein Benzinmotor, der 5,65 l/100 km verbraucht? Verwenden Sie für die Rechnung einen aus 100 % Cetan (C₁₆H₃₄, Dichte ρ = 0,8 g/cm³) bestehenden Dieseldraftstoff! (3)

Punkteverteilung:

a. Rechne $\dot{V}(C_{16}H_{34})$ um in $\dot{m}(C_{16}H_{34})$: $\dot{m}(C_{16}H_{34}) = \dot{V}(C_{16}H_{34}) \cdot \rho(C_{16}H_{34})$

b. Berechne $\dot{n}(\text{C}_{16}\text{H}_{34})$: $\dot{n}(\text{C}_{16}\text{H}_{34}) = \frac{\dot{m}(\text{C}_{16}\text{H}_{34})}{M(\text{C}_{16}\text{H}_{34})}$

c. Reaktionsgleichung ergibt: $\dot{n}(\text{CO}_2) = 16 \cdot \dot{n}(\text{C}_{16}\text{H}_{34})$

d. Berechne $\dot{m}(\text{CO}_2)$: $\dot{m}(\text{CO}_2) = \dot{n}(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)$

$$\dot{m}(\text{CO}_2) = \frac{\dot{V}(\text{C}_{16}\text{H}_{34})}{100\text{km}} \cdot \rho(\text{C}_8\text{H}_{18}) \cdot 16 \cdot \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{C}_{16}\text{H}_{34})} \cdot \frac{1000\text{cm}^3}{\text{l}} = 0,2 \cdot 16 \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{km}} = 140,8 \frac{\text{g}}{\text{km}}$$

a bis d. je 0.5 Punkte, zusammenfassen und Zahlenwert ausrechnen: 1 P

Nur letzte Zeile, aber Formel und Zahlenwert richtig: Volle Punktzahl