



MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT
BADEN-WÜRTTEMBERG

ABITURPRÜFUNG AM BERUFLICHEN GYMNASIUM IM SCHULJAHR 2006/2007

Hauptprüfung	AUFGABEN FÜR DAS FACH
3.2.1	Chemie 4-stündig (AG, SG, TG, WG)
Arbeitszeit	240 Minuten
Hilfsmittel	Periodensystem der Elemente ✓ Zugelassener Taschenrechner ✓ Anhangseiten A - E (Datensammlung Chemie) ✓
Stoffgebiet	Aufgabe 1: Energetik - Kinetik Kohlenstoffverbindungen Aufgabe 2: Organische Chemie Weinherstellung Aufgabe 3: Themenübergreifend Aluminium und Aluminiumverbindungen Benzol - Kunststoffe
Bemerkungen	Von den 3 vorgelegten Aufgaben sind 2 Aufgaben zu bearbeiten. Der Aufgabensatz umfasst einschließlich der Anhangseiten A-E 14 Seiten ✓ Sie sind verpflichtet, die Vollständigkeit des Aufgabensatzes umgehend zu überprüfen und fehlende Seiten der Aufsicht führenden Lehrkraft anzuzeigen. Jede Aufgabe ist mit einem neuen Blatt zu beginnen. Bei Verstößen gegen die angemessene Darstellungsform kann ein Punkteabzug erfolgen.

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 1: Energetik und Kinetik

Punkte

Kohlenstoffverbindungen

- 1 Die Reaktionsenthalpie für die vollständige Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid soll experimentell bestimmt werden. Dazu wird eine Stoffportion Kohlenstoff der Masse $m(C) = 1,8 \text{ g}$ in einem mit Wasser gefüllten Kalorimeter verbrannt. Die Wassermasse beträgt $m(H_2O) = 1000 \text{ g}$. Das Wasser im Kalorimeter erwärmt sich um $\Delta\theta = 13,9 \text{ K}$.
- 1.1 Ermitteln Sie an Hand dieser Daten die Reaktionsenthalpie für die Verbrennung der Stoffmenge $n(\text{Kohlenstoff}) = 1 \text{ mol}$. 3
- 1.2 Zeigen Sie, dass diese Reaktion stets freiwillig abläuft. ✓ 2
- 1.3 Wie viel Liter Sauerstoff benötigt man für die Verbrennung dieser Stoffportion Kohlenstoff? Annahme: Normbedingungen 2
- 2 Heizungsanlagen verwenden als Brennstoff meist Heizöl (vereinfacht Hexadecan) oder Erdgas (vereinfacht Methan).
- 2.1 Die Reaktionsenthalpie, welche bei vollständiger Verbrennung einer Brennstoffmasse $m = 1 \text{ g}$ frei wird, bezeichnet man als den Heizwert. Berechnen Sie den Heizwert von Hexadecan der Masse $m = 1 \text{ g}$. Alle Reaktionsprodukte liegen gasförmig vor. Hinweis: $\Delta_r H^0(\text{Hexadecan}) = - 373 \text{ kJ/mol}$ 3
- 2.2 Erdgas gilt als relativ umweltfreundlicher Energieträger. Die Verbrennungsenthalpie einer Stoffmenge $n(\text{Methan}) = 1 \text{ mol}$ beträgt $\Delta_r H^0 = - 802 \text{ kJ}$. Die Reaktionsprodukte liegen ebenfalls gasförmig vor.
- Vergleichen Sie Methan und Hexadecan hinsichtlich der Heizwerte und der Kohlenstoffdioxid-Massen, welche jeweils bezogen auf gleiche Brennstoffmassen $m(\text{Brennstoff}) = 1 \text{ g}$ freigesetzt werden (CO_2 -Emissionen).
 - Welcher dieser Energieträger ist unter Berücksichtigung der Daten umweltfreundlicher? ✓
- 2.3 Die Brennwerttechnik stellt die modernste Heizkesseltechnologie für das Verbrennen von Heizöl bzw. Erdgas dar. Gegenüber den herkömmlichen Kesseln wird bei der Verbrennung von Erdgas ein Energiegewinn von etwa 10 % versprochen. Die besondere Arbeitsweise dieser Brennwertkessel wird in einem Prospekt wie folgt beschrieben:
- “Der bei der Verbrennung von Brennstoffen wie Methan entstandene Wasserdampf wird abgekühlt und im Kessel zu Wasser kondensiert. Hierbei kann ein großer Teil der Kondensationswärme des Wasserdampfes aus dem Abgas zusätzlich zum Heizen genutzt werden.”*
- 2.3.1 Überprüfen Sie am Beispiel des Methans, ob dieser Wärmegewinn aus dem Abgas bei der Bildung von flüssigem Wasser statt Wasserdampf tatsächlich erreicht wird. 3
- 2.3.2 Derzeit hat sich die Brennwerttechnik aber nur bei gasbefeuerten und nicht bei ölbefeuerten Anlagen durchgesetzt, da bei der Verbrennung von Gas ein höherer Wärmegewinn erreicht wird. Ermitteln Sie für Gas und für Öl jeweils das Stoffmengenverhältnis $n(C) : n(H)$ aus der Summenformel. Zeigen Sie daran, ob tatsächlich bei Gasfeuerung mehr Wärme durch Kondensation gewonnen werden kann. 1

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 1: Energetik und Kinetik

Punkte

- 3 Erdgas dient auch als Wasserstofflieferant für großtechnische Synthesen. Dazu wird Methan im so genannten Primärreformer zusammen mit Wasserdampf über Nickelkatalysatoren geleitet. Dabei entstehen in einer Gleichgewichtsreaktion Wasserstoff und Kohlenstoff(II)-oxid. Dieses Produktgemisch nennt man Synthesegas.
- 3.1 Erstellen Sie die Reaktionsgleichung für diese Reaktion und weisen Sie nach, dass es sich um eine Redox-Reaktion handelt. Formulieren Sie das Massenwirkungsgesetz. 3
- 3.2 Die folgende Tabelle gibt die Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstante K von der Temperatur an: 3

T (in Kelvin)	Gleichgewichtskonstante K
298	$1,266 \cdot 10^{-25}$
600	$5,058 \cdot 10^{-7}$
900	$1,306 \cdot 10^0$
1200	$2,473 \cdot 10^3$
1500	$2,354 \cdot 10^5$
Alle Angaben beziehen sich auf den gleichen Druck	

- Begründen Sie, bei welchen Temperaturbedingungen diese Reaktion durchgeführt werden sollte, um eine möglichst hohe Ausbeute an Wasserstoff zu erreichen.
 - Begründen Sie, ob die Hinreaktion exotherm oder endotherm ist.
 - Im Primärreformer wird bei konstanter Temperatur der Druck erhöht. Machen Sie dazu eine begründete Aussage über die Änderung der Konzentrationen im Gleichgewichtsgemisch.
- 3.3 Das unerwünschte Kohlenstoffmonoxid wird in einer Konvertierungsanlage mit Wasserdampf in Gegenwart von Katalysatoren in einer Gleichgewichtsreaktion zu Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff umgesetzt. 3
- Berechnen Sie den Wert der Gleichgewichtskonstante K, wenn gilt:
- Startkonzentration der Ausgangsstoffe jeweils $c = 1 \text{ mol/l}$
 - Gleichgewichtskonzentration $c(\text{Kohlenstoffdioxid}) = 0,5 \text{ mol/l}$.
- 3.4 In der Fischer-Tropsch-Synthese werden aus Synthesegas, das über spezielle Katalysatoren geleitet wird, Kohlenwasserstoffe und Wasser hergestellt. Neueste Pläne sehen den Bau schwimmender Fischer-Tropsch-Anlagen in der Nordsee vor, um das gewonnene Erdgas vor Ort in flüssige Mineralölprodukte umzuwandeln. 3
- Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung für die Synthese eines beliebigen flüssigen Alkans aus Synthesegas.
 - In welchem Stoffmengenverhältnis reagieren die Synthesegasbestandteile, wenn die Anzahl n der Kohlenstoff-Atome des entstehenden Alkans mit C_n angegeben wird.

30
=====

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 2: Organische Chemie

Punkte

Weinherstellung

Das Deutsche Weininstitut definiert Wein als „Erzeugnis, das ausschließlich durch vollständige oder teilweise alkoholische Gärung der frischen, auch eingemaischten Weintrauben oder des Traubenmostes gewonnen wird.“

- 1 Nach der Lese werden die Trauben zunächst zu einem Brei (Maische) zerquetscht. Die gereinigte Maische wird bei ca. 20 °C – 25 °C kontrolliert vergoren. Dabei wird Glucose (C₆H₁₂O₆) unter Sauerstoff-Ausschluss (anaerob) von Hefe-Zellen (sind temperaturempfindlich) in einer mehrstufigen Reaktionskette zu Kohlenstoffdioxid und Ethanol umgesetzt.

Die Reaktionskette der Gärung lässt sich vereinfacht wie folgt beschreiben:

4

Stufe (1) Ein Molekül Glucose wird in je zwei Moleküle Brenztraubensäure (CH₃-CO-COOH) und Wasserstoff umgewandelt.

Stufe (2) Die Brenztraubensäure reagiert unter Abspaltung von Kohlenstoffdioxid weiter zu Ethanal.

Stufe (3) Ethanal wird zu Ethanol reduziert.

Formulieren Sie Reaktionsgleichungen für diese drei Reaktionsschritte sowie eine entsprechende Reaktionsgleichung für die Gesamtreaktion.

- 2 Die Geschwindigkeit der alkoholischen Gärung von Traubenmost wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst.

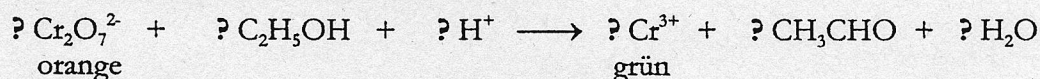
2

Nennen Sie zwei Einflussfaktoren und deren Auswirkung auf den Gärverlauf.

- 3 Das älteste Verfahren zum Nachweis von Ethanol beruht auf der Reaktion von Dichromat-Ionen zu Chrom(III)-Ionen in einer sauren Lösung.

3

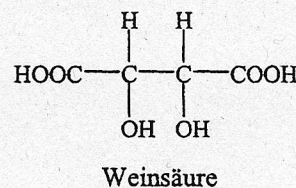
Der Ansatz für diese Redox-Reaktion lautet:



- Richten Sie diese Redox-Gleichung auf Ihrem Arbeitsblatt ein.
- Nennen Sie das Oxidations- und das Reduktionsmittel und belegen Sie Ihre Aussagen mit Hilfe von Oxidationszahlen.

- 4 Im Anschluss an die Gärung wird der Wein von Heferückständen getrennt. Die Temperatur wird vorübergehend auf + 5 °C abgesenkt. Bei der anschließenden Lagerung bei 10 – 15 °C entwickeln sich das Bukett und das Aroma des Weins. Hierfür sind über 400 Duftstoffe verantwortlich.

Von wesentlicher Bedeutung für den Geschmack und die Haltbarkeit ist der Gehalt an organischen Säuren (bis zu 12 g/l), die entweder bereits Inhaltsstoffe der Trauben sind, z.B. die Weinsäure (A) oder als Nebenprodukte der alkoholischen Gärung entstehen, z.B. Essigsäure, Butansäure (B) oder 1,4-Butandisäure (C).



- 4.1 Ordnen Sie die Säuren (A) – (C) begründet nach steigender Säurestärke.

2

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 2: Organische Chemie

Punkte

- 4.2 Wein hat einen pH-Wert von $\text{pH} = 3,5$ und der von Bier beträgt $\text{pH} = 4,5$. 2
- Bestimmen Sie die Konzentration der Hydronium-Ionen im Wein.
 - Um welchen Faktor liegt die Hydronium-Ionen-Konzentration im Wein höher als im Bier?

- 4.3 Der Gesamtsäuregehalt eines genussfähigen Weins wird vereinfacht als Weinsäure [in g/l] angegeben und kann bis zu einigen Gramm Weinsäure pro Liter betragen. Zur Gehaltsbestimmung wurde eine Weinprobe mit einem Volumen $V = 25 \text{ ml}$ mit Natronlauge der Stoffmengen-Konzentration $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ titriert. Bis zum Äquivalenzpunkt wurden 25 ml Natronlauge verbraucht.

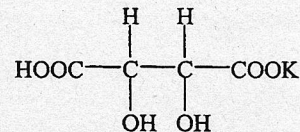
Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass im Wein nur Weinsäure vorliegt.

- 4.3.1 Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung für diese Neutralisationsreaktion, wenn Weinsäure mit Natronlauge im Stoffmengenverhältnis 1:2 reagiert. 2

- 4.3.2 Berechnen Sie: 3

- die Stoffmenge $n(\text{Weinsäure})$ in der Weinprobe
- wie viel Gramm Weinsäure in einem Liter dieses Weines enthalten sind.

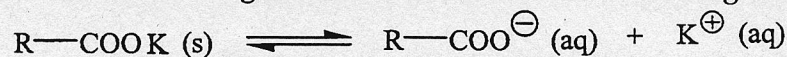
- 5 Die Ausfällung von Weinstein (Kaliumhydrogentartrat) stellt einen natürlichen Vorgang der Reifung dar.



Je reifer die Trauben bei der Weinlese sind, desto höher ist auch ihr Gehalt an Mineralien (Kalium-, Calcium-, Magnesium-Ionen etc.) und an Weinsäure.

Kaliumhydrogentartrat

- 5.1 In einer gesättigten wässrigen Lösung von Weinstein (vereinfacht R-COOK) stellt sich zwischen der festen und gelösten Form dieses Salzes ein Gleichgewicht ein: 2



Begründen Sie, weshalb Wein aus sehr reifen Trauben vermehrt zur Auskristallisation von Weinstein neigt.

- 5.2 Neben dem pH-Wert, dem Gehalt an Mineralien und der Konzentration der Weinsäure beeinflusst auch der Alkoholgehalt und die Temperatur die Löslichkeit von Weinstein.

Die Tabelle zeigt die Löslichkeit von Weinstein (g/l) in wässrigen Ethanol-Lösungen.

Löslichkeit von Weinstein in Ethanol-Wasser-Lösungen (Wein)					
Temperatur	Alkoholgehalt				
°C	0 %Vol.	10 %Vol.	11 %Vol.	12 %Vol.	13 %Vol.
-4	2,00	1,05	0,98	0,91	0,86
0	2,25	1,26	1,17	1,11	1,04
5	2,66	1,58	1,49	1,40	1,32
10	3,42	2,02	1,91	1,81	1,71
15	4,17	2,45	2,35	2,25	2,13
20	4,92	3,08	2,92	2,77	2,63

Literatur: Berg H.W. und Keifer R.M.; Am. J. Enology 9, 180 (1958)

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 2: Organische Chemie

Punkte

- Welchen Einfluss haben die Faktoren Ethanolgehalt und Temperatur auf die Löslichkeit von Weinstein im Wein? 2
- Begründen Sie, in welchem Stadium der Weinherstellung vor allem mit der Ausfällung von Weinstein zu rechnen ist.

Hinweis: Weitere Faktoren sollen nicht berücksichtigt werden.

- 5.3 In Weinjahrgängen mit zu hohen Säurewerten dürfen Winzer in einigen Ländern dem Most oder Wein Kaliumcarbonat (K_2CO_3) zusetzen. Weinsäure reagiert dabei zu Kaliumhydrogentartrat. 2

Formulieren Sie eine Reaktionsgleichung und begründen Sie den Reaktionstyp.

- 6 Der Essigsäurestich ist eine „Weinkrankheit“, die sehr leicht an ihrem Geruch zu erkennen ist. Die Ursache sind Luftsauerstoff und Essigsäurebakterien, die über angeschlagene oder faule Trauben in den Most gelangen. 4
Begleitet wird dieser Geruch häufig von einem Lösungsmittelgeschmack („Uhuton“), der durch eine anschließende Veresterungsreaktion entsteht.

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung der Essigsäure aus Ethanol.
- Geben Sie die Strukturformel und den Namen dieses entstehenden Esters an.
- Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für diese Esterbildung.

- 7 „Alkohol macht dick!“ Schon lange ist bekannt, dass Ethanol ein sehr energiereicher Nährstoff ist. Ein Gramm Ethanol liefert ca. 30 kJ Energie, damit fast doppelt so viel wie Proteine oder Kohlenhydrate. 2

Im Jahr 2000 trank jeder Deutsche im Durchschnitt		
	Menge	davon Ethanol
Bier	125,5 Liter	6,0 Liter
Wein	19,5 Liter	2,1 Liter
Sekt	4,1 Liter	0,5 Liter
Spirituosen	5,8 Liter	1,9 Liter

Pro Tag benötigen wir bei leichter Arbeit 10.000 kJ Energie. Wie viel Prozent der täglichen Energiezufuhr wird durchschnittlich über Ethanol gedeckt?

Hinweise: Gehen Sie von 365 Tagen aus; $\rho(\text{Ethanol}) = 0,79 \text{ g/cm}^3$

30
=====

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 3: Themenübergreifend

Punkte

Aluminium und Aluminiumverbindungen - Benzol - Kunststoffe

- 1 Aluminium wird aus Aluminiumoxid durch Schmelzflusselektrolyse hergestellt. Der Prozess findet in einer Eisenwanne statt, die mit Graphit ausgekleidet ist. Das Graphit dient als Kathode der Elektrolysezelle. Als Anode werden Graphitblöcke verwendet, die oberhalb der Schmelze angebracht sind und in diese eintauchen. Flüssiges Aluminium sammelt sich am Wannenboden.

Die Schmelze hat folgende Zusammensetzung:

Kryolith (Na_3AlF_6)	80%	Aluminiumfluorid	6%
Aluminiumoxid	8%	Lithiumfluorid	6%

Während der Elektrolyse wird nur Aluminiumoxid verbraucht, welches immer wieder ergänzt wird.

- 1.1 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze der Elektrolysezelle an und formulieren Sie für den Kathodenvorgang eine Reaktionsgleichung. 3

Begründen Sie, weshalb sich die Metalle Natrium und Lithium nicht abscheiden. ✓

- 1.2 Im Automobilbau wird zunehmend Aluminium für Räder, Fahrwerk, Motor, Antrieb, Innenausstattung oder Karosserieteile eingesetzt. 1990 enthielt ein in Deutschland hergestellter Pkw durchschnittlich 60 kg Aluminium. Für 2008 wird ein Aluminium-Anteil von 160 kg erwartet.

(vgl. Wellner, Christian, Aluminium im Auto, 2003 in: <http://www.aluinfo.de/pdf/Auto.pdf>)

Der Energieverbrauch ist ein sehr wichtiger Kostenfaktor bei der Herstellung von Aluminium.

„Bis zu 80% der Betriebskosten entfallen nach Schätzungen auf den Strom. Für 100 kg neu hergestellten Aluminiums werden 1500 Kilowattstunden Strom benötigt“ (vgl. Stuttgarter Zeitung „Einer ganzen Branche droht das Aus in Deutschland“ vom 29.1.2005 verändert)

Der in dem Artikel genannte Energiebedarf soll rechnerisch überprüft werden. 3

- Berechnen Sie zuerst die Ladung Q, welche zur Herstellung von Aluminium der Masse $m = 100 \text{ kg}$ benötigt wird.
- Berechnen Sie die elektrische Energie W(in VAs), wenn die Elektrolyse bei einer Spannung von $U = 5,0 \text{ V}$ durchgeführt wird.
- Berechnen Sie die elektrische Energie in Kilowattstunden um ($1 \text{ VAs} = 1 \text{ Ws}$).

- 2 In einer Schule ereignete sich im Technikunterricht folgender Chemieunfall:

„Schüler der neunten Klasse hatten in der Unterrichtsstunde kupferbeschichtete Platinen zur Herstellung von eigenen Schaltplatinen vorbereitet. Diese Platinen sollten in eine Ätzlösung gelegt werden, die das nicht vorbehandelte Kupfer herauslösen sollte. Nach Angaben der Polizei hatte die Lehrerin offenbar handelsübliches Eisen-(III)-chlorid für die Ätztechnik in einer Ein-Liter-Aluminiumflasche aufgelöst und diese zugeschraubt. Die Flasche begann sich plötzlich stark zu erwärmen. Die Lehrerin wollte die Lösung daraufhin in ein drei Meter entferntes Waschbecken schütten. Noch auf dem Weg zum Becken zerbarst jedoch der Aluminiumbehälter.“

(In: Stuttgarter Zeitung Nr. 96, „Zwei Verletzte nach Unfall im Unterricht“ 25.4.2002, S. 25)

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 3: Themenübergreifend

Punkte

- 2.1 Eine Eisen-(III)-chloridlösung enthält Hydronium-Ionen, die nach folgender Gleichung gebildet werden: 3



- Begründen Sie, welcher Reaktionstyp vorliegt. ✓
- Beschreiben Sie in Worten und mit Hilfe einer Reaktionsgleichung, wie sich in der Aluminiumflasche Wasserstoff bilden konnte. ✓

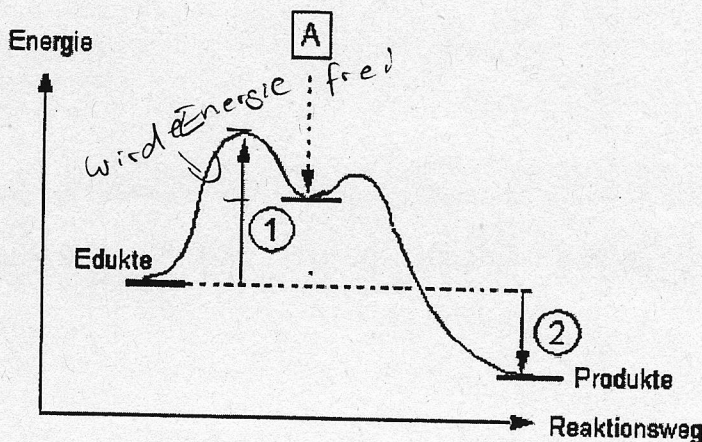
- 2.2 Begründen Sie, weshalb eine Eisen-(III)-chlorid-Lösung aus kupferbeschichteten Platinen das nicht geschützte Kupfer herauslösen kann. Geben Sie eine entsprechende Redoxgleichung an. 3

- 3 Bei der Alkylierung von Aromaten wird als Katalysator Aluminiumchlorid benötigt.

- 3.1 Der Grundstoff der Stoffklasse der Aromaten ist Benzol. Beschreiben Sie die im Benzol vorliegenden Bindungsverhältnisse ausführlich mit Hilfe des Orbitalmodells. 3 ?

- 3.2 Die Reaktion von Benzol mit Chlorethan in Anwesenheit von Aluminiumchlorid führt zur Bildung von Ethylbenzol. Formulieren Sie die einzelnen Schritte des Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln. ✓ 3

- 3.3 Die Abbildung zeigt das stark vereinfachte Energie-Reaktionsweg-Diagramm für diesen Reaktionsmechanismus: 3



- Benennen Sie die Energiedifferenzen, die durch die Punkte ① und ② gekennzeichnet sind.
- Begründen Sie, ob die Ethylierung von Benzol exotherm oder endotherm verläuft.
- Geben Sie das Teilchen an, das am Punkt A vorliegt

Hauptprüfung 2006/2007	Berufliches Gymnasium (AG, SG, TG, WG)
3.2.1	Chemie 4-stündig
	Aufgabe 3: Themenübergreifend

Punkte

- 4 Durch Dehydrierung von Ethylbenzol stellt man in einer endothermen Gleichgewichtsreaktion Styrol (Phenylethen) her. 4
 Bei diesem 1931 entwickelten großtechnischen Verfahren wurde ursprünglich ein Gemisch aus Aluminiumoxid, Cobaltoxid und Zinkoxid als Katalysator eingesetzt.
 Die weiteren Reaktionsbedingungen waren: $p = 1 \text{ bar}$ und $\vartheta = 600 \text{ °C}$

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. ✓
- Begründen Sie, wie sich folgende Maßnahmen unabhängig voneinander auf die Gleichgewichtskonstante K auswirken:
 - der Druck wird erhöht ✓
 - die Temperatur wird erhöht ✓
 - der Katalysator wird entfernt ✓

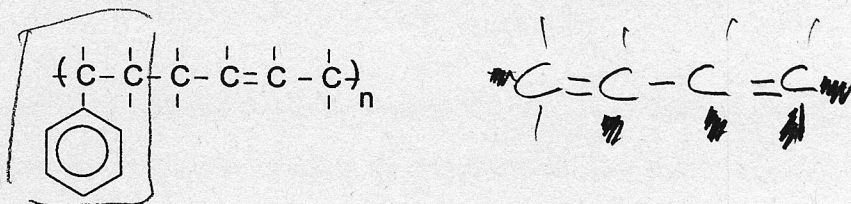
✓ 5 Aus Styrol wird Polystyrol hergestellt.

- 5.1 Geben Sie von diesem Makromolekül einen charakteristischen Strukturformelausschnitt an und benennen Sie den Reaktionsmechanismus. 2

- 5.2 Zur Herstellung von Kunststoffen mit verbesserten Eigenschaften (z.B. Härte, Hitze- oder Chemikalienbeständigkeit) werden auch verschiedene Arten von Monomeren polymerisiert.

Aus Styrol und 1,3-Butadien entsteht so ein so genanntes Copolymerisat, das in erster Linie zur Herstellung von Fußbodenbelägen verwendet wird.

Die folgende Abbildung zeigt einen Strukturformelausschnitt dieses Makromoleküls:



- Durch Zugabe von Schwefel bei erhöhter Temperatur (Vulkanisieren) können die Eigenschaften dieses Kunststoffes beeinflusst werden. 3

- Beschreiben Sie, welche Vorgänge beim Vulkanisieren des Copolymerisats ablaufen? ✓
- Zeichnen Sie einen Ausschnitt des durch Vulkanisation entstandenen Makromoleküls.
- Erläutern Sie, wie sich die Eigenschaften des Kunststoffes durch die Vulkanisation ändern?

30
=====