



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2012

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Aluminium, ein wichtiges Gebrauchsmetall

1. Stellen Sie eine Apparatur zur Schmelzflusselektrolyse mithilfe einer beschrifteten Skizze dar. Geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Vorgänge an den Elektroden, die Gesamtgleichung zur Bildung des Aluminiums und die Reaktionsgleichungen für die Entstehung der Abgase an. Berechnen Sie die Masse an Aluminium, die die beschriebene Anlage pro Stunde erzeugen kann. *(24 Punkte)*
2. Erläutern Sie, auch unter Angabe der Teil- und Gesamtreaktionsgleichungen, warum laut Warnhinweis Alufolie nicht in Verbindung mit säurehaltigen Lebensmitteln benutzt werden soll. Erklären Sie, warum man die Reaktion zwischen der Alufolie und sauren Lebensmitteln im Alltag in der Regel nicht beobachten kann. *(18 Punkte)*
3. Stellen Sie ein Lokalelement, das sich bei der Verwendung von Alufolie zur Abdeckung einer feuchten, salzhaltigen Speise auf einem Silbertablett bildet, mithilfe einer beschrifteten Skizze dar. Erläutern Sie, auch unter Angabe der entsprechenden Reaktionsgleichungen, welche Prozesse in einer solchen Anordnung ablaufen und warum es zur Auflösung der Folie kommen kann. *(18 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### **Fachspezifische Vorgaben:**

Aluminium ist ein sehr bedeutsames Gebrauchsmetall mit vielfältigen Anwendungsbereichen. Es wird durch die sogenannte Schmelzflusselektrolyse aus Aluminiumoxid, das aus dem Gestein Bauxit isoliert wird, gewonnen. Aufgrund der hohen Schmelztemperatur von 2045 °C setzt man kein reines Aluminiumoxid, sondern ein Gemisch aus Aluminiumoxid und Kryolith mit einer Schmelztemperatur von 950 °C ein. Das Gemisch muss nur zu Beginn der Elektrolyse durch Wärmezufuhr geschmolzen werden, danach entwickelt sich durch den Stromfluss ausreichend Wärme, um die Elektrolytschmelze mit dem kontinuierlich zugeführten Rohstoff flüssig zu halten.

Die Elektrolyseapparatur besteht aus einer Wanne, die die Schmelze enthält. Der Boden dieser Wanne ist mit Graphit, der als Kathode dient, ausgelegt. Weitere Graphitelektroden ragen von oben in die Schmelze. Diese oberen Elektroden werden während der Elektrolyse nach und nach abgebaut, müssen also immer wieder nachgeführt werden. In einer durchschnittlichen Schmelzflusselektrolyseanlage wird mit einer Spannung von  $U = 5 \text{ V}$  und einer Stromstärke von  $I = 150000 \text{ A}$  elektrolysiert. Dabei können in einer solchen Anlage ca. 88 % des eingesetzten Stroms für den Elektrolyseprozess genutzt werden. Durch die Elektrolyse entstehen elementares, sehr reines Aluminium und unter anderem Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid als Abgase. Aufgrund seiner höheren Dichte sammelt sich das flüssige Aluminium am Boden des Elektrolysebeckens und wird durch die darüberliegende Elektrolytschmelze vor der ansonsten sofort eintretenden Oxidation geschützt.

Die bei der Weiterverarbeitung des Aluminiums einsetzende Oxidation dagegen ist erwünscht, da die Werkstücke durch die sich bildende sehr dichte und sehr dünne Oxidschicht vor weiterer Oxidation geschützt sind.

Eine der vielfältigen Verwendungsformen von Aluminium ist beispielsweise die im Haushalt gebräuchliche Aluminiumfolie. Aluminiumfolien sind gas- und luftdicht sowie weich und biegsam. Sie eignen sich besonders als Verpackungsmaterial, z. B. für Lebensmittel.

Auf der Verpackung handelsüblicher Alufolien findet sich folgender Text:

„Wichtiger Hinweis: Aluminiumfolie nicht zum Abdecken von feuchten säure- oder salzhaltigen Lebensmitteln auf Servierplatten oder Schalen aus Metall verwenden. Folien können sich infolge Lokalelementbildung auflösen. Aluminiumfolie nicht in Verbindung mit stark säure- oder salzhaltigen Lebensmitteln benutzen.“



Name: \_\_\_\_\_

### Zusatzinformationen:

**Faradaykonstante:**  $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}$

Molare Masse:  $M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g/mol}$

Ein **Lokalelement** ist im Prinzip ein kleines galvanisches Element, bei dem die beiden Metallelektroden durch unmittelbaren Kontakt miteinander verbunden sind.

### Elektrochemische Spannungsreihe

Standardpotentiale in V ( $c = 1 \text{ mol/L}$ , bei  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  und  $101,3 \text{ kPa}$ )

1.	Al/Al <sup>3+</sup>	-1,66
2.	Zn/Zn <sup>2+</sup>	-0,76
3.	Fe/Fe <sup>2+</sup>	-0,41
4.	Ni/Ni <sup>2+</sup>	-0,23
5.	Sn/Sn <sup>2+</sup>	-0,14
<b>6.</b>	<b>H<sub>2</sub> /2 H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></b>	<b>0,00</b>
7.	Cu/Cu <sup>2+</sup>	0,35
8.	4 OH <sup>-</sup> /O <sub>2</sub>	0,40
9.	Ag/Ag <sup>+</sup>	0,80

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2012

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

### 2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>

#### Aluminium, ein wichtiges Gebrauchsmetall

1. Stellen Sie eine Apparatur zur Schmelzflusselektrolyse mithilfe einer beschrifteten Skizze dar. Geben Sie die Reaktionsgleichungen für die Vorgänge an den Elektroden, die Gesamtgleichung zur Bildung des Aluminiums und die Reaktionsgleichungen für die Entstehung der Abgase an. Berechnen Sie die Masse an Aluminium, die die beschriebene Anlage pro Stunde erzeugen kann. (24 Punkte)
2. Erläutern Sie, auch unter Angabe der Teil- und Gesamtreaktionsgleichungen, warum laut Warnhinweis Alufolie nicht in Verbindung mit säurehaltigen Lebensmitteln benutzt werden soll. Erklären Sie, warum man die Reaktion zwischen der Alufolie und sauren Lebensmitteln im Alltag in der Regel nicht beobachten kann. (18 Punkte)
3. Stellen Sie ein Lokalelement, das sich bei der Verwendung von Alufolie zur Abdeckung einer feuchten, salzhaltigen Speise auf einem Silbertablett bildet, mithilfe einer beschrifteten Skizze dar. Erläutern Sie, auch unter Angabe der entsprechenden Reaktionsgleichungen, welche Prozesse in einer solchen Anordnung ablaufen und warum es zur Auflösung der Folie kommen kann. (18 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Hollemann, A.; Wiberg, N.: Lehrbuch der anorganischen Chemie, de Gruyter Verlag, Berlin 1985
- Verpackungsaufschrift von „ja!“-Alufolie und anderen Alufolien

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>          Themenfeld: Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Elektrolyse im Labor und Faraday-Gesetze</li> <li>• Batterien und Akkumulatoren: Grundprinzip der Funktionsweise</li> <li>• Galvanische Zelle: Vorgänge an Elektroden, Potentialdifferenz</li> <li>• Spannungsreihe der Metalle/Nichtmetalle: Additivität der Spannungen, Standardelektrodenpotential</li> <li>• Konzentrationsabhängigkeit der Potentiale ohne Berechnung</li> </ul> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
---

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>stellt eine Apparatur zur Schmelzflusselektrolyse mithilfe einer beschrifteten Skizze dar.  <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die Grundbestandteile einer Elektrolyseapparatur (Anode und Kathode bzw. Plus- und Minuspol aus Graphit, Spannungsquelle, Elektrolyt) zeichnet und beschriftet. Der Boden der Elektrolysezelle ist als Kathode (Minuspol), die von oben in die Schmelze ragenden Graphitblöcke sind als Anoden (Pluspol), der Elektrolyt ist als geschmolzenes Aluminiumoxid anzugeben.)</i></p>	6
2	<p>gibt die Reaktionsgleichungen für die Vorgänge an den Elektroden, die Gesamtgleichung zur Bildung des Aluminiums und die Reaktionsgleichungen für die Entstehung der Abgase an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kathode: <math>\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}</math></li> <li>• Anode: <math>2 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{e}^-</math></li> <li>• Gesamtgleichung: <math>4 \text{Al}^{3+} + 6 \text{O}^{2-} \rightarrow 4 \text{Al} + 3 \text{O}_2</math></li> <li>• Bildung der Abgase an der Anode: <math>2 \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}</math> und <math>\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2</math></li> </ul> <p><i>(Hinweis: Auch andere Reaktionen sind möglich, wie z. B. die anodische Oxidation von Kohlenstoff.)</i></p>	8

3	<p>berechnet die Masse an Aluminium, die die beschriebene Anlage pro Stunde erzeugen kann, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nach dem 2. Faraday-Gesetz gilt: <math>Q = n \cdot z \cdot F</math>.</li> <li>Mit <math>Q = I \cdot t</math> und <math>n = \frac{m}{M}</math> folgt: <math>m = \frac{I \cdot t \cdot M}{z \cdot F}</math>.</li> <li>Mit <math>I = 150000 \text{ A}</math>, <math>t = 3600 \text{ s}</math>, <math>M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g/mol}</math>, <math>z = 3</math> und <math>F = 96485 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}</math> ergibt sich:</li> <li><math>m \approx 50,37 \text{ kg}</math>.</li> <li><math>m \approx 44,3 \text{ kg}</math> bei 88 % Stromausbeute.</li> <li>Es werden durchschnittlich ca. 44 kg Aluminium pro Stunde erzeugt.</li> </ul> <p>(Hinweis: Die Hälfte der Punktzahl wird für die Erstellung des Lösungswegs gegeben.)</p>	10
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

### Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert, warum laut Warnhinweis Alufolie nicht in Verbindung mit säurehaltigen Lebensmitteln benutzt werden soll, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aluminium hat ein geringeres Standardpotential (<math>U^\circ = -1,66 \text{ V}</math>) als Wasserstoff (<math>U^\circ = 0 \text{ V}</math>).</li> <li>Es reagiert mit Säuren unter Abgabe von Elektronen und Bildung von Aluminium-Kationen.</li> <li>Die Alufolie löst sich auf.</li> </ul>	6
1b	<p>gibt die entsprechenden Teil- und Gesamtreaktionsgleichungen an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidation: <math>\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-</math></li> <li>Reduktion: <math>2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2</math></li> <li>Gesamtreaktion: <math>6 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{Al} \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{H}_2 + 2 \text{Al}^{3+}</math></li> </ul>	6
2	<p>erklärt, warum man die Reaktion zwischen der Alufolie und sauren Lebensmitteln im Alltag in der Regel nicht beobachten kann.</p> <p>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung z. B. folgendes Argumentationsmuster verwendet:  <i>Aluminium ist ein sehr unedles Metall, es reagiert daher mit Sauerstoff. Das gebildete Aluminiumoxid bildet eine dünne, aber sehr dichte Schutzschicht für das darunter liegende Metall. Nur wenn die Schutzschicht verletzt wird, kann die Säure mit dem Metall in Kontakt treten und reagieren.</i>)</p>	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>stellt ein Lokalelement, das sich bei der Verwendung von Alufolie zur Abdeckung einer feuchten, salzhaltigen Speise auf einem Silbertablett bildet, mithilfe einer beschrifteten Skizze dar.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling unter Anwendung der im Unterricht erworbenen Kenntnisse zu galvanischen Elementen ein Lokalelement bestehend aus sich berührenden Aluminium- und Silberelektroden und einem Elektrolyt, der z. B. Natrium- und Chlorid-Ionen enthält, darstellt.)</i></p>	6
2a	<p>erläutert, welche Prozesse in einer solchen Anordnung ablaufen und warum es zur Auflösung der Folie kommen kann.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf die Potentialdifferenz zwischen Aluminium und Silber, den Elektronentransport von Aluminium zu Silber, die Ionenleitung durch die feuchte, salzhaltige Speise und auf die Oxidation von Aluminium, die zur „Auflösung“ der Folie führt, und die Reduktion am Silber eingeht.)</i></p>	8
2b	<p>gibt die entsprechenden Reaktionsgleichungen an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-</math> und</li> <li>• <math>\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-</math></li> </ul> <p><i>(Alternativ können die Reduktion von Silber-Ionen oder die Reduktion von Oxonium-Ionen angegeben werden.)</i></p>	4
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	3

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	stellt eine Apparatur ...	6			
2	gibt die Reaktionsgleichungen ...	8			
3	berechnet die Masse ...	10			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>24</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erläutert, warum laut ...	6			
1b	gibt die entsprechenden ...	6			
2	erklärt, warum man ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>18</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	stellt ein Lokalelement ...	6			
2a	erläutert, welche Prozesse ...	8			
2b	gibt die entsprechenden ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe</b>	<b>60</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>7</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>67</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>134</b>			
<b>aus der Punktzahl resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### **Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)**

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2012

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Äpfel als Aromalieferanten

1. Geben Sie für die in der Tabelle angegebenen Apfel-Inhaltsstoffe **C**, **D**, **E** und **F** die Bezeichnungen nach der systematischen Nomenklatur an. Erläutern Sie mithilfe von Oxidationszahlen, dass die Verbindung **D** ein Reduktionsprodukt der Verbindung **C** ist. Beurteilen Sie, welche der Apfel-Inhaltsstoffe aus der Tabelle in klarem Apfelsaft gelöst enthalten sind. (22 Punkte)
2. Geben Sie Strukturformeln für drei verschiedene Ester an, die als Aromastoffe in einem Apfel der Sorte *Cox Orange* vorkommen können. Beschreiben Sie die charakteristischen Schritte einer Ester-Synthese. Beurteilen Sie, ob die Zusammensetzung des Aromastoff-Gemisches in einem Kochansatz für Apfel-Rotkohl im Hinblick auf die gebildeten Ester durch den Garvorgang verändert werden kann. (20 Punkte)
3. Erläutern Sie die charakteristischen Schritte einer Synthese von 1-Brombutan aus Butan-1-ol. Beurteilen Sie die Eignung von n-Butan und But-1-en als Edukte für die Synthese von 1-Brombutan. (18 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### Fachspezifische Vorgaben:

Äpfel werden in großen Mengen zu Apfelsaft weiterverarbeitet. Bei der Apfelsaft-Produktion gehen die wasserlöslichen Inhaltsstoffe der Äpfel in den Saft über, während die in Wasser nahezu unlöslichen Verbindungen weitgehend im Produktionsabfall verbleiben.

Tabelle: Inhaltsstoffe in reifen Äpfeln der Sorte *Cox Orange* (Auswahl)

<p>Fructose</p>	<p>Äpfelsäure</p>	<p>Inhaltsstoff C</p>	<p>Inhaltsstoff D</p>
<p>Inhaltsstoff E</p>		<p>Inhaltsstoff F</p>	

Als Aromastoffe enthalten Äpfel verschiedene Ester, die aus den vorhandenen organischen Säuren und Alkanolen während der Fruchtreifung gebildet werden.

In vielen Kochrezepten wird der Zusatz von Äpfeln zur Geschmacksverbesserung angegeben, wie beispielsweise für die Zubereitung von Rotkohl („Apfel-Rotkohl“). Die Kombination der Inhaltsstoffe der zusätzlich mitgegarten Fruchtstücke verleiht dem Rotkohlgericht ein besonders feines und fruchtiges Aroma. Ersatzweise kann auch Apfelsaft verwendet werden. Der Garvorgang dauert etwa 80 Minuten.

Für die Parfümherstellung wird der Inhaltsstoff F aus 1-Brombutan synthetisiert. Hierbei handelt es sich um eine mehrschrittige Synthese unter Verlängerung der Kohlenwasserstoff-Kette. 1-Brombutan kann aus industriell leicht zugänglichen Edukten mit C<sub>4</sub>-Gerüst, z. B. Butan-1-ol, hergestellt werden.

### Zusatzinformationen:

Löslichkeit des Apfel-Inhaltsstoffes F in Wasser (bei 20 °C): 0,6 g / 100 g Wasser

**Unterlagen für die Lehrkraft****Abiturprüfung 2012****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Äpfel als Aromalieferanten**

1. Geben Sie für die in der Tabelle angegebenen Apfel-Inhaltsstoffe **C**, **D**, **E** und **F** die Bezeichnungen nach der systematischen Nomenklatur an. Erläutern Sie mithilfe von Oxidationszahlen, dass die Verbindung **D** ein Reduktionsprodukt der Verbindung **C** ist. Beurteilen Sie, welche der Apfel-Inhaltsstoffe aus der Tabelle in klarem Apfelsaft gelöst enthalten sind. (22 Punkte)
2. Geben Sie Strukturformeln für drei verschiedene Ester an, die als Aromastoffe in einem Apfel der Sorte *Cox Orange* vorkommen können. Beschreiben Sie die charakteristischen Schritte einer Ester-Synthese. Beurteilen Sie, ob die Zusammensetzung des Aromastoff-Gemisches in einem Kochansatz für Apfel-Rotkohl im Hinblick auf die gebildeten Ester durch den Garvorgang verändert werden kann. (20 Punkte)
3. Erläutern Sie die charakteristischen Schritte einer Synthese von 1-Brombutan aus Butan-1-ol. Beurteilen Sie die Eignung von n-Butan und But-1-en als Edukte für die Synthese von 1-Brombutan. (18 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- <http://www.aktuelle-wochenschau.de/2009/w14/woche14.html> (Zugriff 30.01.2011)
- [http://www.hauenstein-rafz.ch/de/pflanzenwelt/pflanzenportrait/obst\\_beeren/Apfel-und-Apfelsaft-sind-gesund.php?navid=21](http://www.hauenstein-rafz.ch/de/pflanzenwelt/pflanzenportrait/obst_beeren/Apfel-und-Apfelsaft-sind-gesund.php?navid=21) (Zugriff 13.06.2011)
- <http://www.omikron-online.de/cyberchem/aroinfo/1419-aro.htm> (Zugriff 13.06.2011)

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

##### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Themenfeld: Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

- Verknüpfung von Reaktionen zu Reaktionswegen
- Reaktionstypen: Einordnung von organischen Reaktionen nach Substitution, Addition, Eliminierung, jeweils einschließlich der Kenntnisse über die charakteristischen Reaktionsschritte
- Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenalkane, Alkanole, Alkanale/Alkanone, Carbonsäuren, Ester
- Einfluss der Molekülstrukturen auf das Reaktionsverhalten

##### 2. Medien/Materialien

- entfällt

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>gibt für die in der Tabelle angegebenen Apfel-Inhaltsstoffe <b>C</b>, <b>D</b>, <b>E</b> und <b>F</b> die Bezeichnungen nach der systematischen Nomenklatur an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apfel-Inhaltsstoff <b>C</b>: 2-Methylbutansäure,</li> <li>• Apfel-Inhaltsstoff <b>D</b>: 2-Methylbutan-1-ol,</li> <li>• Apfel-Inhaltsstoff <b>E</b>: Ethanol,</li> <li>• Apfel-Inhaltsstoff <b>F</b>: Hexan-1-ol.</li> </ul>	8
2	<p>erläutert mithilfe von Oxidationszahlen, dass die Verbindung <b>D</b> ein Reduktionsprodukt der Verbindung <b>C</b> ist, z. B.:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Elektronenaufnahme wird die Oxidationszahl des C-1-Atoms von +III auf -I erniedrigt: Reduktion.</li> </ul>	4

3a	<p>beurteilt, welche der Apfel-Inhaltsstoffe aus der Tabelle in klarem Apfelsaft gelöst enthalten sind, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Löslichkeit der angegebenen Inhaltsstoffe in Wasser ist einerseits abhängig von der Anzahl und Polarität der polaren Gruppen und andererseits von der Kettenlänge des unpolaren Kohlenwasserstoffrestes.</li> <li>Fructose und Äpfelsäure sind gut in Wasser löslich, da ihre Moleküle mehrere polare Hydroxy- bzw. Carboxygruppen aufweisen, Ethanol ist gut wasserlöslich, da die Moleküle bei einer polaren Hydroxygruppe nur einen kurzen unpolaren Ethylrest aufweisen.</li> </ul>	6
3b	<p>beurteilt, welche der Apfel-Inhaltsstoffe aus der Tabelle in klarem Apfelsaft gelöst enthalten sind, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Inhaltsstoffe C, D und F sind weniger gut in Wasser löslich, da ihre Moleküle nur eine polare Hydroxy- bzw. Carboxygruppe und einen längeren unpolaren Alkylrest von 4 bis 6 Kohlenstoff-Atomen besitzen.</li> <li>Alle sechs Apfel-Inhaltsstoffe sind zu einem bestimmten Anteil in Wasser löslich und daher auch in klarem Apfelsaft gelöst enthalten.</li> </ul> <p><i>(Hinweis: Alternative Argumentationen sind in 3a und 3b möglich. Es wird nicht erwartet, dass der Prüfling eine quantitative Einschätzung zur Wasserlöslichkeit der sechs Stoffe vornimmt.)</i></p>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>gibt Strukturformeln für drei verschiedene Ester an, die als Aromastoffe in einem Apfel der Sorte <i>Cox Orange</i> vorkommen können, z. B. für Ester aus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2-Methylbutansäure und Ethanol,</li> <li>2-Methylbutansäure und Hexan-1-ol,</li> <li>Äpfelsäure und Ethanol.</li> </ul> <p><i>(Hinweis: Alternative Aromastoffe sind möglich.)</i></p>	6
2	<p>beschreibt die charakteristischen Schritte einer Ester-Synthese.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Beschreibung auf der Grundlage des erteilten Unterrichts die wesentlichen Teilschritte einer Ester-Synthese berücksichtigt. Dies bedeutet beispielsweise für eine säurekatalysierte Ester-Synthese aus Carbonsäuren und Alkoholen, dass der Prüfling auf die katalytische Wirkung der Säure, den nucleophilen Angriff des Alkohols und die Abspaltung von Wasser aus dem Zwischenprodukt unter Gleichgewichtsbetrachtungen eingeht.)</i></p>	8
3	<p>beurteilt, ob die Zusammensetzung des Aromastoff-Gemisches in einem Kochansatz für Apfel-Rotkohl im Hinblick auf die gebildeten Ester durch den Garvorgang verändert werden kann, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Kochansatz enthält Wasser sowie die in den Zutaten enthaltenen Ester, die in der Hitze durch Wasser teilweise in die Edukte Carbonsäuren und Alkohole gespalten werden können (Gleichgewicht).</li> <li>Die im Kochgemisch vorhandenen Carbonsäuren und Alkohole bilden Ester aus verschiedenen Edukt-Kombinationen; hierbei können auch Ester gebildet werden, die in den einzelnen Zutaten nicht vorhanden waren.</li> <li>Durch den Garvorgang wird somit die Zusammensetzung des Aromastoff-Gemisches in Apfel-Rotkohl aufgrund von Esterspaltungen und Veresterungen verändert.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert die charakteristischen Schritte einer Synthese von 1-Brombutan aus Butan-1-ol.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf einen möglichen Reaktionspartner von Butan-1-ol, den nucleophilen Angriff und die Bildung von 1-Brombutan eingeht und nucleophile Substitution als Reaktionstyp angibt.)</i></p>	8
2	<p>beurteilt die Eignung von n-Butan und But-1-en als Edukte für die Synthese von 1-Brombutan.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling seine Beurteilung auf der Grundlage des erteilten Unterrichts formuliert, z. B. nach folgendem Argumentationsmuster: Zur Herstellung von 1-Brombutan aus n-Butan müsste n-Butan mit Brom in einer radikalischen Substitutionsreaktion umgesetzt werden. Hierbei entsteht ein Gemisch verschiedener bromierter Butan-Derivate, welches auch 1-Brombutan in geringem Anteil enthält. Das Synthese-Verfahren ist somit für die Synthese von 1-Brombutan ungeeignet. Zur Herstellung von 1-Brombutan aus But-1-en müsste das Alken mit Bromwasserstoff in einer Additionsreaktion umgesetzt werden. Hierbei bildet sich 1-Brombutan lediglich als Nebenprodukt, Hauptprodukt der Reaktion ist 2-Brombutan. But-1-en ist somit als Edukt für die Synthese von 1-Brombutan ungeeignet. Alternative Argumentationen, z. B. unter Berücksichtigung von Anti-Markownikow-Additionen, sind möglich. Die Hälfte der Punkte ist jeweils für die Ausführungen zur Eignung von n-Butan bzw. But-1-en für die Synthese zu vergeben.)</i></p>	10
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	3

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	gibt für die ...	8			
2	erläutert mithilfe von ...	4			
3a	beurteilt, welche der ...	6			
3b	beurteilt, welche der ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>22</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	gibt Strukturformeln für ...	6			
2	beschreibt die charakteristischen ...	8			
3	beurteilt, ob die ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>20</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert die charakteristischen ...	8			
2	beurteilt die Eignung ...	10			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe</b>	<b>60</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>7</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>67</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktsomme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Übertrag der Punktsomme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>134</b>			
<b>aus der Punktsomme resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: \_\_\_\_\_

## Abiturprüfung 2012

### Chemie, Grundkurs

---

#### Aufgabenstellung:

##### Mauvein – der erste synthetische Farbstoff

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur des Mauvein-Kations. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur. Geben Sie einen Bereich für das erwartete Absorptionsmaximum begründet an. (20 Punkte)
2. Erläutern Sie die Reaktionsschritte zur Herstellung von *ortho*- und *para*-Toluidin ausgehend von Toluol, auch anhand von Reaktionsgleichungen. Begründen Sie den Ort der Nitrierung. Begründen Sie mithilfe von Oxidationszahlen, warum es sich bei der Umsetzung von Nitrotoluol mit Eisen und Salzsäure um eine Reduktion von Nitrotoluol handelt. (22 Punkte)
3. Erläutern Sie anhand einer Skizze unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel des Mauvein-Kations, welche zwischenmolekularen Bindungen zwischen dem Farbstoff und der Seidenfaser ausgebildet werden können. Begründen Sie, warum eine Haftung auf Baumwolle nur sehr begrenzt möglich ist. (18 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

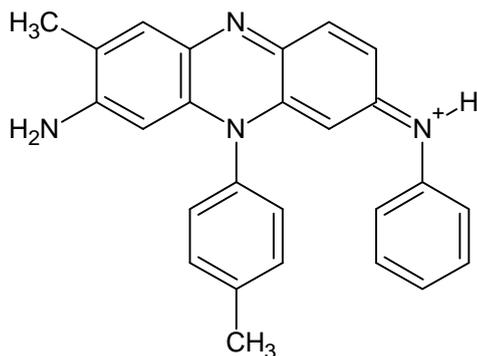
- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

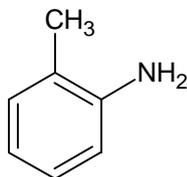
### Fachspezifische Vorgaben:

1856 war der erst 18-jährige Engländer William Henry Perkin auf der Suche nach einer Synthese des Malariamittels Chinin. Durch Zufall entdeckte er dabei einen purpurvioletten Farbstoff: Mauvein.

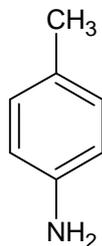


Mauvein-Kation

Ausgangsstoffe für die Synthese von Mauvein sind neben Anilin *ortho*- und *para*-Toluidin, die in zwei Reaktionsschritten hergestellt werden.



*ortho* - Toluidin



*para* - Toluidin

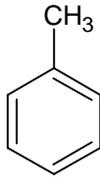
Im ersten Schritt erhält man durch Nitrierung von Toluol *ortho*- und *para*-Nitrotoluol. Das reaktive Teilchen ( $\text{NO}_2^+$ ) für die Nitrierung wird hierbei aus Salpetersäure in Gegenwart von Schwefelsäure gebildet. Im zweiten Schritt erhält man dann die für die Mauveinsynthese benötigten Toluidine durch Umsetzung mit Eisen und Salzsäure.

Färbeversuche mit Mauvein auf Seide waren für damalige Verhältnisse äußerst erfolgreich und führten, im Gegensatz zu den bis dahin verwendeten natürlichen Farbstoffen, zu leuchtend und bleibend gefärbten Stoffen. Baumwolle ließ sich zwar mit Mauvein einfärben, die Farbe verblieb nach dem Waschen jedoch nicht auf der Faser.

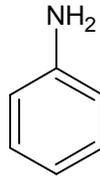


Name: \_\_\_\_\_

**Zusatzinformationen:**



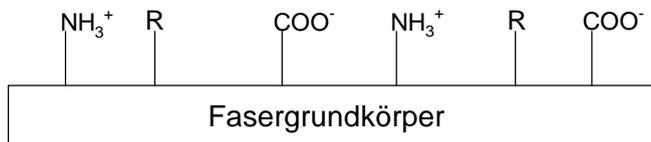
Toluol



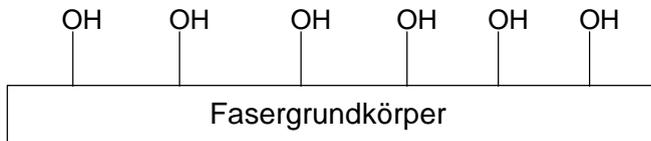
Anilin

Stark vereinfachte schematische Darstellung eines Strukturausschnittes

a) von Seidenfasern



b) von Baumwollfasern



**Zusammenhang von absorbiertener Strahlung, zugehöriger Spektralfarbe und beobachteter Komplementärfarbe**

Wellenlänge $\lambda$ in nm	Spektralfarbe	Komplementärfarbe
400 – 435	violett	gelbgrün
435 – 480	blau	gelb
480 – 490	grünblau	orange
490 – 500	blaugrün	rot
500 – 560	grün	purpur
560 – 580	gelbgrün	violett
580 – 595	gelb	blau
595 – 605	orange	grünblau
605 – 770	rot	blaugrün

**Unterlagen für die Lehrkraft****Abiturprüfung 2012****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Mauvein – der erste synthetische Farbstoff**

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur des Mauvein-Kations. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur. Geben Sie einen Bereich für das erwartete Absorptionsmaximum begründet an. (20 Punkte)
2. Erläutern Sie die Reaktionsschritte zur Herstellung von *ortho*- und *para*-Toluidin ausgehend von Toluol, auch anhand von Reaktionsgleichungen. Begründen Sie den Ort der Nitrierung. Begründen Sie mithilfe von Oxidationszahlen, warum es sich bei der Umsetzung von Nitrotoluol mit Eisen und Salzsäure um eine Reduktion von Nitrotoluol handelt. (22 Punkte)
3. Erläutern Sie anhand einer Skizze unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel des Mauvein-Kations, welche zwischenmolekularen Bindungen zwischen dem Farbstoff und der Seidenfaser ausgebildet werden können. Begründen Sie, warum eine Haftung auf Baumwolle nur sehr begrenzt möglich ist. (18 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- [www.professor-murmann.net/publications/150\\_mauveine.pdf](http://www.professor-murmann.net/publications/150_mauveine.pdf) (Zugriff 05.04.2011)
- Beyer, H.: Lehrbuch der organischen Chemie, 18. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1978, S. 491 ff.

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>          Theoriekonzept: Das aromatische System          Themenfeld: Farbstoffe und Farbigkeit (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Indigofarbstoffe)</p> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
--

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur des Mauvein-Kations. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen macht zum Zusammenhang von Lichtabsorption und Farbigkeit, zur Anregung von delokalisierten $\pi$ -Elektronen und dem Vorliegen eines ausgedehnten $\pi$ -Elektronen-Systems sowie zu dem Einfluss der Amino-Gruppe mit ihrem +M-Effekt und der $\text{NH}^+$ -Gruppe mit ihrem -M-Effekt. Auch alternative, gleichwertige Erklärungen sind zu akzeptieren.)	8
2	zeichnet dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur des Mauvein-Kations. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die relevanten freien Elektronenpaare angibt.)	6
3	gibt einen Bereich für das erwartete Absorptionsmaximum begründet an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die sichtbare Farbe ist purpurviolett.</li> <li>• Sie ist die Komplementärfarbe zur Spektralfarbe der absorbierten Wellenlänge: Die absorbierte Spektralfarbe ist grün bis gelbgrün.</li> <li>• Das Absorptionsmaximum liegt daher in einem Bereich von <math>\lambda = 500 - 580 \text{ nm}</math>.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert die Reaktionsschritte zur Herstellung von <i>ortho</i>- und <i>para</i>-Toluidin ausgehend von Toluol, auch anhand von Reaktionsgleichungen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrophile Zweitsubstitution an Toluol durch das Nitryl-Kation, das aus Salpetersäure gebildet wird,</li> <li>• Bildung des <math>\pi</math>- und <math>\sigma</math>-Komplexes,</li> <li>• Rearomatisierung unter Bildung von <i>o</i>- und <i>p</i>-Nitrotoluol,</li> <li>• Reduktion von <i>o</i>- bzw. <i>p</i>-Nitrotoluol mit Wasserstoff, der bei der Reaktion von Eisen mit Salzsäure entsteht, zu <i>o</i>- und <i>p</i>-Toluidin.</li> </ul> <p>(Alternativ ist auch die Reduktion von Nitrotoluol mit Eisen zu akzeptieren.)</p>	8
1b	<p>erläutert die Reaktionsschritte zur Herstellung von <i>ortho</i>- und <i>para</i>-Toluidin ausgehend von Toluol, auch anhand von Reaktionsgleichungen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsgleichung zur Bildung von Nitrotoluol,</li> <li>• Reaktionsgleichung zur Bildung der Toluidine.</li> </ul>	4
2	<p>begründet den Ort der Nitrierung, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methylgruppe mit ihrem +I-Effekt ist als Substituent 1. Ordnung <i>ortho</i>- und <i>para</i>-dirigierend.</li> </ul> <p>(Hinweis: Der Prüfling kann andere aus dem Unterricht bekannte Argumentationen verwenden.)</p>	4
3	<p>begründet mithilfe von Oxidationszahlen, warum es sich bei der Umsetzung von Nitrotoluol mit Eisen und Salzsäure um eine Reduktion von Nitrotoluol handelt, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Oxidationszahl des Stickstoff-Atoms ändert sich von +III im Nitrotoluol zu -III im Toluidin.</li> <li>• Bei einer Erniedrigung der Oxidationszahl liegt eine Reduktion vor.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert anhand einer Skizze unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel des Mauvein-Kations, welche zwischenmolekulare Bindungen zwischen dem Farbstoff und der Seidenfaser ausgebildet werden können, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen der Carboxylat-Gruppe des Seidenmoleküls und dem Mauvein-Kation bilden sich starke Ionenbindungen aus.</li> <li>• Zudem können sich noch Wasserstoffbrückenbindungen und schwache Wechselwirkungen aufgrund von Van-der-Waals-Kräften ausbilden.</li> </ul>	6
1b	<p>erläutert anhand einer Skizze unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel des Mauvein-Kations, welche zwischenmolekulare Bindungen zwischen dem Farbstoff und der Seidenfaser ausgebildet werden können. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling eine geeignete Vereinfachung der Strukturformel wählt und an einer Skizze die Ausbildung der genannten zwischenmolekularen Bindungen darstellt).</p>	6
2	<p>begründet, warum eine Haftung auf Baumwolle nur sehr begrenzt möglich ist, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen der Baumwollfaser und dem Mauvein kommt es zur Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen und Van-der-Waals-Kräften.</li> <li>• Diese zwischenmolekulare Kräfte sind im Gegensatz zu den Ionenbindungen, die sich bei der Färbung von Seide ausbilden, nicht stark genug, um eine dauerhafte Haftung zu gewähren.</li> </ul>	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	3

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	erklärt den Zusammenhang ...	8			
2	zeichnet dazu eine ...	6			
3	gibt einen Bereich ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>20</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erläutert die Reaktionsschritte ...	8			
1b	erläutert die Reaktionsschritte ...	4			
2	begründet den Ort ...	4			
3	begründet mithilfe von ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>22</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	erläutert anhand einer ...	6			
1b	erläutert anhand einer ...	6			
2	begründet, warum eine ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe</b>	<b>60</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>7</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>67</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktsumme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Übertrag der Punktsumme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>134</b>			
<b>aus der Punktsumme resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2012

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Zahnbürsten aus den Kunststoffen PP, PA 612 und SBS

1. Geben Sie ein Reaktionsschema für die Polymerisation von Propen an. Erklären Sie den Begriff „Thermoplast“ am Beispiel von Polypropen. Erläutern Sie auf molekularer Ebene die Vorgänge der Weiterverarbeitung von Polypropen-Granulat zu Zahnbürstengriffen. *(18 Punkte)*
2. Entwickeln Sie eine Reaktionsgleichung für die Synthese von PA 612. Geben Sie hierzu begründet den Reaktionstyp sowie die Stoffklasse von PA 612 an. Erläutern Sie die Gebrauchseigenschaften einschließlich der Alterungserscheinungen von Zahnbürstenborsten aus PA 612 anhand der Molekülstruktur. *(24 Punkte)*
3. Entwickeln Sie einen charakteristischen Strukturformel-Ausschnitt für SBS-Dreiblockcopolymer. Erklären Sie, welche Wechselwirkungen zwischen SBS-Makromolekülen bestehen. Begründen Sie die elastischen Gebrauchseigenschaften von Griffleisten aus hydriertem SBS. *(18 Punkte)*

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



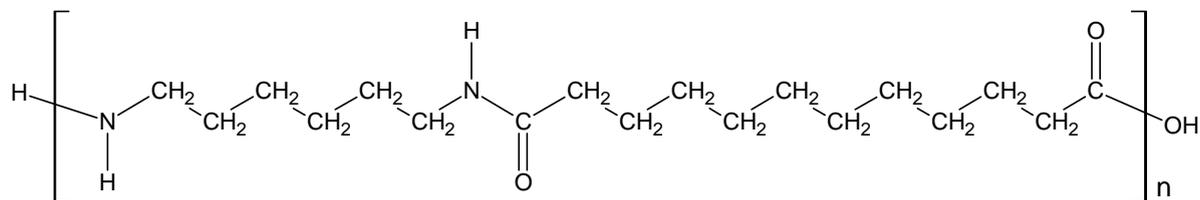
Name: \_\_\_\_\_

### Fachspezifische Vorgaben:

Für die Fertigung handelsüblicher Zahnbürsten werden verschiedene Kunststoffe eingesetzt.

Zahnbürstengriffe werden häufig aus Polypropen produziert. Polypropen kann durch Polymerisation von Propen hergestellt werden. In kunststoffverarbeitenden Betrieben erfolgt die thermoplastische Verformung von Polypropen-Granulat zu Zahnbürstengriffen. Derartige Griffe enthalten im Kopf ein Lochmuster, in das die Borsten eingesetzt werden.

Als Borstenmaterial wird u. a. ein Kunststoff mit der Bezeichnung PA 612 verwendet. PA 612 wird aus 1,6-Diaminohexan und Dodecandisäure hergestellt.



PA 612

Borsten aus PA 612 weisen eine hohe Festigkeit bei Zug- und bei Biegebelastung sowie gegenüber Nässe auf. Die Alltagserfahrung zeigt allerdings, dass die Borsten der Zahnbürste nach einer gewissen Gebrauchsdauer dennoch verformt sind.

Um die Handhabung zu verbessern, wird im Zahnbürstengriff häufig eine gummiartige Griffleiste aus einem sogenannten thermoplastischen Elastomer eingepasst. Derartige Griffleisten können zum Beispiel aus den Monomeren Styrol und Buta-1,3-dien durch Polymerisation zu sogenannten SBS-Dreiblockcopolymeren hergestellt werden. Diese bestehen aus zwei Polystyrol-Blöcken und einem Polybutadien-Block. Bei der Polymerisation von Buta-1,3-dien zu Polybutadien reagiert eine Doppelbindung pro Monomer-Molekül, sodass im Polybutadien-Block dann eine Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung pro Grundbaustein enthalten ist.

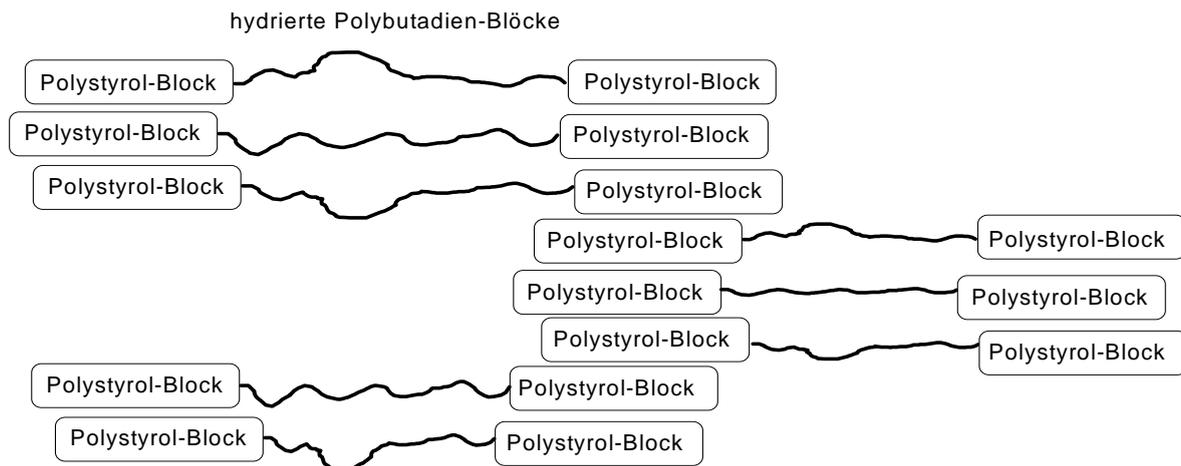


Schematische Darstellung eines SBS-Dreiblockcopolymeres  
(Styrol-Butadien-Styrol-Dreiblockcopolymer)



Name: \_\_\_\_\_

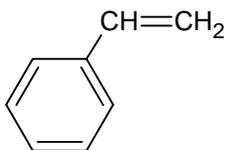
Zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften können Dreiblockcopolymerer mit hydrierten Polybutadien-Blöcken synthetisiert werden (sogenanntes hydriertes SBS). In diesem Kunststoff aus hydriertem SBS beruht die Vernetzung der Makromoleküle auf Anziehungskräften zwischen nebeneinanderliegenden Polystyrol-Blöcken:



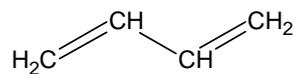
### Zusatzinformationen:

Granulat: gekörntes Material

Formeln:



Styrol ( $C_6H_5 - CH = CH_2$ )



Buta-1,3-dien

Hydrierung von Polybutadien-Blöcken: Addition von Wasserstoff an Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen

**Unterlagen für die Lehrkraft****Abiturprüfung 2012****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Zahnbürsten aus den Kunststoffen PP, PA 612 und SBS**

1. Geben Sie ein Reaktionsschema für die Polymerisation von Propen an. Erklären Sie den Begriff „Thermoplast“ am Beispiel von Polypropen. Erläutern Sie auf molekularer Ebene die Vorgänge der Weiterverarbeitung von Polypropen-Granulat zu Zahnbürstengriffen. (18 Punkte)
2. Entwickeln Sie eine Reaktionsgleichung für die Synthese von PA 612. Geben Sie hierzu begründet den Reaktionstyp sowie die Stoffklasse von PA 612 an. Erläutern Sie die Gebrauchseigenschaften einschließlich der Alterungserscheinungen von Zahnbürstenborsten aus PA 612 anhand der Molekülstruktur. (24 Punkte)
3. Entwickeln Sie einen charakteristischen Strukturformel-Ausschnitt für SBS-Dreiblockcopolymer. Erklären Sie, welche Wechselwirkungen zwischen SBS-Makromolekülen bestehen. Begründen Sie die elastischen Gebrauchseigenschaften von Griffleisten aus hydriertem SBS. (18 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- Elias, H.-G.: Makromoleküle. Struktur, Eigenschaften, Synthesen, Stoffe, Technologie, 4. umgearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage, Hüthig & Wepf Verlag, Basel, Heidelberg 1981
- [http://www.mueller-kunststoffe.com/fileadmin/downloads/mueller\\_kunststoffeprospekt\\_de.pdf](http://www.mueller-kunststoffe.com/fileadmin/downloads/mueller_kunststoffeprospekt_de.pdf) (Zugriff 06.05.2011)
- <http://pslc.ws/macrog/sbs.htm> (Zugriff 06.05.2011)
- <http://www.vestamid.de/product/vestamid/de/produkte-dienstleistungen/vestamid-d/pages/default.aspx> (Zugriff 06.05.2011)
- [http://zahoransky-group.com/files/PM/Historie\\_der\\_Zahnbürste.pdf](http://zahoransky-group.com/files/PM/Historie_der_Zahnbürste.pdf) (Zugriff 06.05.2011)

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

1. *Inhaltliche Schwerpunkte*  
 Theoriekonzept: Makromoleküle  
 Themenfeld: Natürliche und synthetische Werkstoffe (Polymerisate durch radikalische Polymerisation; Polyester; Polyamide; Proteine)
2. *Medien/Materialien*
- entfällt

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

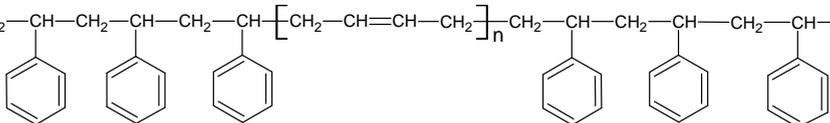
##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt ein Reaktionsschema für die Polymerisation von Propen an.	6
2	erklärt den Begriff „Thermoplast“ am Beispiel von Polypropen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Thermoplast ist ein Werkstoff, der bei Wärmezufuhr plastisch wird; Stoffportionen eines thermoplastischen Werkstoffes können somit bei Wärmezufuhr zu Formteilen weiterverarbeitet werden.</li> <li>• Thermoplaste bestehen aus linearen, unvernetzten Makromolekülen. Da in den Makromolekülen von Polypropen die Grundbausteine linear aneinandergesetzt sind, ist Polypropen ein Thermoplast.</li> </ul>	4
3	erläutert auf molekularer Ebene die Vorgänge der Weiterverarbeitung von Polypropen-Granulat zu Zahnbürstengriffen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Erwärmung von Polypropen-Granulat werden zwischenmolekulare Wechselwirkungen teilweise überwunden.</li> <li>• Die Makromoleküle sind schließlich gegeneinander beweglich.</li> <li>• Das Kunststoffmaterial wird hierdurch plastisch und kann zu Zahnbürstengriffen geformt werden.</li> <li>• Während des nachfolgenden Abkühlprozesses werden erneut zwischenmolekulare Wechselwirkungen aufgebaut, sodass ein fester Zusammenhalt der Makromoleküle im Formteil (Zahnbürstengriff) resultiert.</li> </ul>	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
<b>Der Prüfling</b>		
1	<p>entwickelt eine Reaktionsgleichung für die Synthese von PA 612, z. B.:</p> $n \text{ H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2 + n \text{ HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ <p style="text-align: center;">↓ - (2n - 1) H<sub>2</sub>O</p> $\left[ \text{H}-\text{N}(\text{H})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}(\text{H})-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} \right]_n$ <p style="text-align: center;">PA 612</p>	8
2	<p>gibt hierzu begründet den Reaktionstyp sowie die Stoffklasse von PA 612 an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Reaktion bilden sich Makromoleküle unter Abspaltung von Wasser; daher handelt es sich um eine Polykondensation.</li> <li>• Aufgrund der funktionellen Gruppe -NH-CO- gehört PA 612 zur Stoffklasse der Polyamide.</li> </ul>	6
3a	<p>erläutert die Gebrauchseigenschaften einschließlich der Alterungserscheinungen von Zahnbürstenborsten aus PA 612 anhand der Molekülstruktur, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen den Amid-Gruppen der Makromoleküle wirken Wasserstoffbrückenbindungen als starke zwischenmolekulare Kräfte</li> </ul> $\begin{array}{ccc} \text{O}=\text{C} & \delta+ & \delta- \\   & &   \\ \text{N}-\text{H} & \cdots & \text{O}=\text{C} \\   & &   \\ & & \text{N}-\text{H} \\ \delta- & & \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diese zwischenmolekularen Kräfte bedingen die Festigkeit der Zahnbürstenborsten gegenüber Zug- und Biegebelastung.</li> </ul>	6
3b	<p>erläutert die Gebrauchseigenschaften einschließlich der Alterungserscheinungen von Zahnbürstenborsten aus PA 612 anhand der Molekülstruktur, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amid-Gruppen und die hydrophoben Kohlenwasserstoff-Abschnitte sind bei Raumtemperatur hydrolysebeständig: Hieraus resultiert die Nässebeständigkeit der Borsten.</li> <li>• Bei einer länger andauernden Beanspruchung durch Biegebelastung werden stellenweise zwischenmolekulare Kräfte aufgehoben, sodass sich die Makromoleküle in Teilbereichen der Borsten gegeneinander verschieben und in ihrer veränderten Position erneut zwischenmolekulare Kräfte aufbauen: Hieraus resultiert die Verformung von Zahnbürstenborsten nach einer gewissen Gebrauchsdauer.</li> </ul>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>entwickelt einen charakteristischen Strukturformel-Ausschnitt für SBS-Dreiblockcopolymere, z. B.:</p> $\text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---} \left[ \text{CH}_2\text{---CH=CH---CH}_2 \right]_n \text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---}$  <p>(Hinweis: Die Angabe der einzelnen Strukturformelausschnitte für PS und PB wird mit jeweils 4 Punkten bewertet; die Verknüpfung zum Copolymer wird ebenfalls mit 4 Punkten bewertet.)</p>	12
2	<p>erklärt, welche Wechselwirkungen zwischen SBS-Makromolekülen bestehen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da es sich um unpolare Makromoleküle handelt, liegen Van-der-Waals-Kräfte als zwischenmolekulare Kräfte vor.</li> </ul>	2
3	<p>begründet die elastischen Gebrauchseigenschaften von Griffleisten aus hydriertem SBS, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgrund der zwischenmolekularen Kräfte zwischen den Polystyrol-Blöcken und den flexiblen hydrierten Polybutadien-Segmenten entsteht ein weitmaschiges Netzwerk.</li> <li>• Kunststoffe mit weitmaschigen Netzwerken sind elastisch.</li> </ul>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	3

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	gibt ein Reaktionsschema ...	6			
2	erklärt den Begriff ...	4			
3	erläutert auf molekularer ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>18</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	entwickelt eine Reaktionsgleichung ...	8			
2	gibt hierzu begründet ...	6			
3a	erläutert die Gebrauchseigenschaften ...	6			
3b	erläutert die Gebrauchseigenschaften ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>24</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	entwickelt einen charakteristischen ...	12			
2	erklärt, welche Wechselwirkungen ...	2			
3	begründet die elastischen ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			
	<b>Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe</b>	<b>60</b>			

**Darstellungsleistung**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	führt seine Gedanken ...	4			
2	strukturiert seine Darstellung ...	3			
	<b>Summe Darstellungsleistung</b>	<b>7</b>			

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>67</b>			
--	---	-----------	--	--	--

**Festlegung der Gesamtnote (Bitte nur bei der letzten bearbeiteten Aufgabe ausfüllen.)**

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
<b>Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe</b>	<b>67</b>			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>134</b>			
<b>aus der Punktzahl resultierende Note</b>				
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST</b>				
<b>Paraphe</b>				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

### Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0