



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

# Abiturprüfung 2010

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Regenwasser vom Kupferdach für den Gartenteich?

1. Erklären Sie die Beobachtungen beim Betrieb der Vorrichtung zum Entkupfern des Regenwassers. Erklären Sie unter Verwendung entsprechender Fachbegriffe und Reaktionsgleichungen die Funktionsweise dieser Vorrichtung. Prüfen Sie unter Berücksichtigung elektrochemischer und ökologischer Aspekte, ob auch Aluminiumfolie als Füllung für die Vorrichtung zum Entkupfern geeignet ist. (24 Punkte)
2. Geben Sie eine mathematische Beziehung zur Bestimmung der Kupfer-Ionen-Konzentration im Wasser an. Berechnen Sie die Spannung der Kupfer-Konzentrationskette für eine Kupfer-Ionen-Konzentration, die empfindliche Fische schädigen kann. Ermitteln Sie, ob das vom Dach ablaufende Regenwasser vor bzw. nach Entkupferung zur Füllung des Gartenteiches geeignet ist. (16 Punkte)
3. Erläutern Sie die Beobachtungen bei Betrieb des elektronischen Gerätes mithilfe von Reaktionsgleichungen. Erläutern Sie, ob die Verwendung von entkupferem Zisternenwasser oder der Einsatz eines elektronischen Gerätes hinsichtlich Wirksamkeit und Wartungsaufwand besser zur Algenbekämpfung im Gartenteich geeignet ist. (20 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

### Fachspezifische Vorgaben:

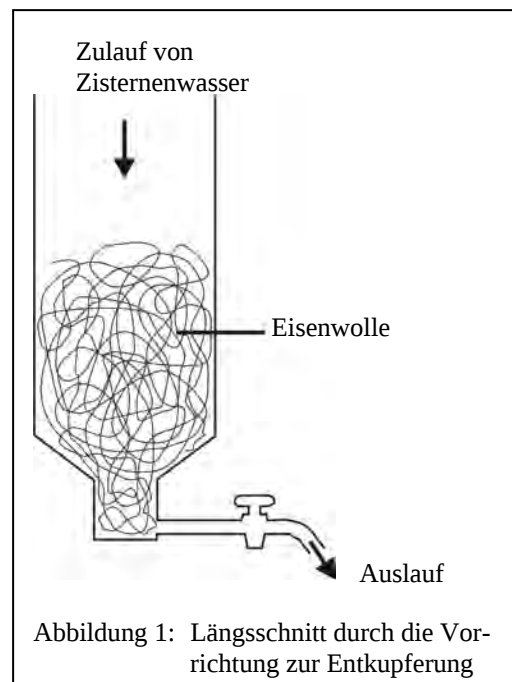
Kupfer von Kupferdächern wird durch Luft allmählich unter Bildung von braunen, später grünlichen Kupfer-Verbindungen oxidiert. Regenwasser löst einen Teil der so gebildeten Verbindungen, sodass es anschließend Kupfer-Ionen enthält.

Der Besitzer eines Hauses mit Kupferdach fängt sein Regenwasser in einer Zisterne (Regen- tonne) auf und möchte mit diesem Wasser regelmäßig seinen Gartenteich füllen. In geringer Konzentration sind Kupfer-Ionen vor allem für Algen giftig – eine willkommene Wirkung, denn so wird der Teich algenfrei und das Wasser klar. Ab einer Massenkonzentration von  $\beta(\text{Cu}^{2+}) = 0,1 \text{ mg/L}$  können empfindliche Fische geschädigt werden. Das Zisternenwasser darf daher keine höhere Kupfer-Ionen-Konzentration aufweisen.

Eine grobe Messung mit Kupfer-Teststreifen ergibt, dass die Kupfer-Ionen-Konzentration im Zisternenwasser zwischen  $0,5 \text{ mg/L}$  und  $10 \text{ mg/L}$  liegt. Trotz der Messunsicherheit steht fest, dass die Kupfer-Ionen-Konzentration gesenkt werden muss. Dazu wird das Wasser durch die abgebildete Vorrichtung geleitet. Durch Kontakt mit der Eisenwolle soll die Kupfer-Ionen-Konzentration im Wasser so abgesenkt werden, dass Fische nicht gefährdet werden.

Bei Zulauf von Zisternenwasser bildet sich auf der Eisenwolle rasch ein rötlicher Belag. Nach einiger Zeit zerfällt die Eisenwolle, zurück bleibt nur ein rötlicher Feststoff.

Um die Konzentration der Kupfer-Ionen im auslaufenden Wasser genauer zu messen, wird eine Kupfer-Konzentrationskette verwendet:



In der Messhalbzelle wird eine Kupfer-Elektrode im Zisternenwasser **vor** bzw. **nach** Entkupferung eingesetzt; als Referenzhalbzelle dient eine Kupfer-Elektrode in Kupfersulfat-Lösung mit  $c(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$ .

Die Messung ergibt Spannungen von  $U_{\text{vorher}} = 0,106 \text{ V}$  bzw.  $U_{\text{nachher}} = 0,189 \text{ V}$ .

Zur Algenbekämpfung in Gartenteichen wird auch ein elektronisches Gerät angeboten, bei dem eine Kupfer-Elektrode als Anode und eine Edelstahl-Elektrode als Kathode geschaltet werden. Zwischen den Elektroden wird eine Spannung so angelegt, dass die Kupfer-Ionen-Konzentration im Teichwasser ( $\text{pH} = 6,8$ ) auf  $0,2$  bis  $0,3 \text{ mg/L}$  ansteigt. An der Kathode tritt dabei eine Gasentwicklung auf. Laut Hersteller ist diese Kupfer-Ionen-Konzentration für Menschen, Tiere und Pflanzen absolut unbedenklich, da der für Trinkwasser zulässige Grenzwert von  $2 \text{ mg/L}$  nicht erreicht wird.



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

### Zusatzinformationen:

#### Wirkung und Grenzwerte für Metall-Ionen in Wasser

$\text{Al}^{3+}$	fischgiftig ab $\beta(\text{Al}^{3+}) = 0,1 \text{ mg/L}$ giftig für Pflanzen ab $\beta(\text{Al}^{3+}) = 0,2 \text{ mg/L}$
$\text{Cu}^{2+}$	schädigt Algen ab $\beta(\text{Cu}^{2+}) = 0,002 \text{ mg/L}$ schädigt empfindliche Fische ab $\beta(\text{Cu}^{2+}) = 0,1 \text{ mg/L}$ ( $c(\text{Cu}^{2+}) = 1,57 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ )
$\text{Fe}^{2+}$	wichtiges Spurenelement, häufig nicht ausreichend verfügbar Verfärbung und Geschmacksbeeinträchtigung ab $\beta(\text{Fe}^{2+}) = 0,2 \text{ mg/L}$ Gesundheitsschäden erst ab $\beta(\text{Fe}^{2+}) = 200 \text{ mg/L}$

Für verdünnte Kupfer-Ionen-Lösungen gilt:  $c(\text{Cu}^{2+}) = \beta(\text{Cu}^{2+}) / (63,5 \text{ g/mol})$

#### Elektrochemische Spannungsreihe

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

	$\text{Al}/\text{Al}^{3+}$	-1,66
	$\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}$	-0,76
	$\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}$	-0,41
	$\text{H}_2/2 \text{ H}_3\text{O}^+$ bei pH = 6,8	-0,40
	<b><math>\text{H}_2/2 \text{ H}_3\text{O}^+</math></b>	<b>0,00</b>
	$\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}$	0,35
	$4 \text{ OH}^-/\text{O}_2$ bei pH = 14	0,40

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2010

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

### 2. Aufgabenstellung

#### Regenwasser vom Kupferdach für den Gartenteich?

1. Erklären Sie die Beobachtungen beim Betrieb der Vorrichtung zum Entkupfern des Regenwassers. Erklären Sie unter Verwendung entsprechender Fachbegriffe und Reaktionsgleichungen die Funktionsweise dieser Vorrichtung. Prüfen Sie unter Berücksichtigung elektrochemischer und ökologischer Aspekte, ob auch Aluminiumfolie als Füllung für die Vorrichtung zum Entkupfern geeignet ist. (24 Punkte)
2. Geben Sie eine mathematische Beziehung zur Bestimmung der Kupfer-Ionen-Konzentration im Wasser an. Berechnen Sie die Spannung der Kupfer-Konzentrationskette für eine Kupfer-Ionen-Konzentration, die empfindliche Fische schädigen kann. Ermitteln Sie, ob das vom Dach ablaufende Regenwasser vor bzw. nach Entkupferung zur Füllung des Gartenteiches geeignet ist. (16 Punkte)
3. Erläutern Sie die Beobachtungen bei Betrieb des elektronischen Gerätes mithilfe von Reaktionsgleichungen. Erläutern Sie, ob die Verwendung von entkupferem Zisternenwasser oder der Einsatz eines elektronischen Gerätes hinsichtlich Wirksamkeit und Wartungsaufwand besser zur Algenbekämpfung im Gartenteich geeignet ist. (20 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- <http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/recht/trinkwvo.pdf> (23.02.2009)
- <http://www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/cuzn.pdf> (22.02.2009)
- <http://lims.uni-duisburg.de/Tagungen/UAT2000/Abstracts/UntersuchungvonRegenwasser/UntersuchungvonRegenwasser.htm> (07.02.2009)
- <http://www.lenntech.com/deutsch/Element-und-Wasser/> (23.02.2009)
- <http://www.velda.de/index.php?id=123&show=100184&lang=de> (21.02.2009)
- Handbook of Chemistry and Physics, 67th Edition, CRC-Press, Boca Taton, Fla. 1986, S. 227

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

##### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Themenfeld: Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie

- Batterien und Akkumulatoren: Grundprinzip der Funktionsweise
- galvanische Zelle: Vorgänge an Elektroden, Potentialdifferenz
- Spannungsreihe der Metalle/Nichtmetalle: Additivität der Spannungen, Standardelektrodenpotential
- Nernst-Gleichung (quantitative Behandlung)
  - System Metall/Metall-Ion, Systeme Wasserstoff/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion/Sauerstoff (jeweils unter Standardbedingungen)
  - System Halogenid-Ion/Halogen
- einfache Elektrolyse im Labor

##### 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 (AFB) <sup>1</sup>
	Der Prüfling	
1	erklärt die Beobachtungen beim Betrieb der Vorrichtung zum Entkupfern des Regenwassers, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei dem rötlichen Belag handelt es sich um abgeschiedenes Kupfer.</li> <li>• An der Oberfläche der Eisenwolle reagiert das Eisen mit den Kupfer-Ionen.</li> <li>• Da hierbei Eisen-Ionen entstehen, löst sich die Eisenwolle mit der Zeit auf.</li> </ul>	8 (II)
2	erklärt unter Verwendung entsprechender Fachbegriffe und Reaktionsgleichungen die Funktionsweise der Vorrichtung zum Entkupfern des Regenwassers, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>U^\circ(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) &gt; U^\circ(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+})</math></li> <li>• Reduktion: <math>\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math>, Oxidation: <math>\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-</math></li> <li>• Gesamtreaktion: <math>\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}</math></li> </ul>	8 (I)

<sup>1</sup> AFB = Anforderungsbereich

3a	prüft unter elektrochemischen Aspekten, ob auch Aluminiumfolie als Füllung für eine Entkupferung geeignet ist. (Hinweis: Es wird erwartet, dass zur Prüfung das Standardpotential von Aluminium herangezogen und Aluminiumfolie als geeignet ermittelt wird.)	4 (I)
3b	prüft unter ökologischen Aspekten, ob auch Aluminiumfolie als Füllung für eine Entkupferung geeignet ist. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling angibt, dass Aluminium-Ionen im Gegensatz zu Eisen-Ionen fischgiftig (bei Konzentrationen über 0,1 mg/L) sind und Aluminium daher als problematischer anzusehen ist.)	4 (I)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	gibt eine mathematische Beziehung zur Bestimmung der Kupfer-Ionen-Konzentration im Wasser an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>U(\text{Konzentrationskette}) = (59 \text{ mV} / 2) \cdot \lg(c(\text{Cu}^{2+}, \text{Ref.}) / c(\text{Cu}^{2+}, \text{Regenwasser}))</math></li> </ul> (Hinweis: Alternativ kann die Differenz der Halbzellenpotentiale gebildet werden.)	2 (I)
2	berechnet die Spannung der Kupfer-Konzentrationskette für eine Kupfer-Ionen-Konzentration, die empfindliche Fische schädigen kann. (Hinweis: Es wird erwartet, dass sich unter Verwendung der Nernst-Gleichung für eine Fische schädigende Konzentration von $c = 1,57 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ ( $\beta = 0,1 \text{ mg/L}$ ) eine Spannung von $U = 141,7 \text{ mV}$ ergibt.)	6 (II)
3a	ermittelt, ob das vom Dach ablaufende Regenwasser vor bzw. nach Entkupferung zur Füllung des Gartenteiches geeignet ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung von <math>c(\text{Cu}^{2+})</math> und Ermittlung von <math>\beta(\text{Cu}^{2+})</math>  <math>\beta(\text{Cu}^{2+}) = 1,62 \text{ mg/L}</math> bzw. <math>\beta(\text{Cu}^{2+}) = 0,0025 \text{ mg/L}</math></li> </ul> (Hinweis: Eine Argumentation ausgehend von den Spannungswerten und einem Spannungsvergleich ohne Berechnung der Konzentration wird auch akzeptiert.)	6 (III)
3b	ermittelt, ob das vom Dach ablaufende Regenwasser vor bzw. nach Entkupferung zur Füllung des Gartenteiches geeignet ist, indem er z. B. darstellt, dass entkupferetes Regenwasser im Gegensatz zu nicht entkupferetem Regenwasser zur Füllung des Gartenteiches geeignet ist, da die Kupfer-Ionen-Konzentration unter dem Grenzwert liegt, bei dem Fische geschädigt werden können, aber über dem Grenzwert, bei dem Algen geschädigt werden.	2 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert die Beobachtungen bei Betrieb des elektronischen Gerätes mithilfe von Reaktionsgleichungen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anode: <math>\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-</math>, die Kupfer-Ionen-Konzentration nimmt folglich zu.</li> <li>• Kathode: <math>2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})</math>, es bildet sich daher ein Gas.</li> </ul>	6 (II)
2a	<p>erläutert, ob die Verwendung von entkupferem Zisternenwasser oder der Einsatz eines elektronischen Gerätes hinsichtlich Wirksamkeit und Wartungsaufwand besser zur Algenbekämpfung geeignet ist, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beide Methoden erzeugen eine Kupfer-Ionen-Konzentration, die zur Algenbekämpfung geeignet ist.</li> <li>• Das elektronische Gerät erzeugt eine Kupfer-Ionen-Konzentration, bei der empfindliche Fische geschädigt werden können; bei der Entkupferungsvorrichtung wird eine Fische schädigende Kupfer-Ionen-Konzentration nur dann erreicht, wenn nicht mehr ausreichend Eisenwolle vorhanden ist.</li> <li>• Bei Haltung empfindlicher Fische ist der Einsatz von entkupferem Regenwasser vorzuziehen. Ansonsten wäre das elektronische Gerät vorzuziehen, da es wegen der höheren Kupfer-Ionen-Konzentration wirksamer gegen Algen ist.</li> </ul>	8 (III)
2b	<p>erläutert, ob die Verwendung von entkupferem Zisternenwasser oder der Einsatz eines elektronischen Gerätes hinsichtlich Wirksamkeit und Wartungsaufwand besser zur Algenbekämpfung geeignet ist, indem er Vorzüge bzw. Nachteile wie z. B. Austausch der Kupfer-Anode bzw. Ersatz der Eisenwolle darstellt.</p>	6 (II)
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 (AFB)	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	erklärt die Beobachtungen ...	8 (II)			
2	erklärt unter Verwendung ...	8 (I)			
3a	prüft unter elektrochemischen ...	4 (I)			
3b	prüft unter ökologischen ...	4 (I)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>24</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
1	gibt eine mathematische ...	2 (I)			
2	berechnet die Spannung ...	6 (II)			
3a	ermittelt, ob das ...	6 (III)			
3b	ermittelt, ob das ...	2 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>16</b>			

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



**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert die Beobachtungen ...	6 (II)			
2a	erläutert, ob die ...	8 (III)			
2b	erläutert, ob die ...	6 (II)			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>20</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 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:

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 2010

### Chemie, Grundkurs

---

#### Aufgabenstellung:

##### Synthese von Chloropren

1. Skizzieren Sie in einer schematischen Übersicht die dargestellten Reaktionswege zum 2-Chlorbuta-1,3-dien (Chloropren) und geben Sie die Strukturformeln der an den Reaktionen beteiligten organischen Substanzen an. Ordnen Sie den einzelnen Reaktionsschritten für die Synthese von Chloropren ausgehend von Butan-1,4-diol die Reaktionstypen begründet zu. (20 Punkte)
2. Erklären Sie die unterschiedlichen Siedetemperaturen von Butan-1,4-diol und Buta-1,3-dien. Ermitteln Sie die Reaktionsgleichung und die Reaktionsbedingungen für die Laborsynthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol. Entwickeln Sie unter Beachtung der Siedetemperaturen ein Verfahren für einen kontinuierlichen Ablauf der Synthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol. (20 Punkte)
3. Erläutern Sie die Reaktionen von Buta-1,3-dien über 3,4-Dichlorbut-1-en zu Chloropren anhand von Reaktionsgleichungen in Strukturformeln. Ermitteln Sie anhand der Gefährdungspotentiale der einzelnen Stoffe die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen für den Syntheseweg von Buta-1,3-dien zum 2-Chlorbuta-1,3-dien. Begründen Sie, warum im Labor Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol und nicht aus Ethanol hergestellt wird. (20 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

### Fachspezifische Vorgaben:

2-Chlorbuta-1,3-dien (Chloropren) dient hauptsächlich als Ausgangsstoff für die Herstellung von Chlorbutadien-Kunststoffen, die z. B. unter der Bezeichnung Neopren<sup>®</sup> bekannt sind. Neopren<sup>®</sup> wird u. a. als Material für Taucheranzüge verwendet.

Ausgangsstoff für die Synthese von Chloropren ist Buta-1,3-dien:

- Im Labor wird Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol hergestellt.
- In einem technischen Verfahren kann Buta-1,3-dien in einem einstufigen Prozess aus Ethanol synthetisiert werden: Ethanol reagiert bei 370 °C bis 390 °C in einer durch Metalloxid katalysierten Reaktion unter Wasser- und Wasserstoffabspaltung zu Buta-1,3-dien.

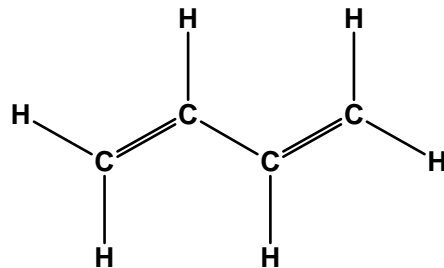
Anschließend wird Buta-1,3-dien bei 250 °C in der Gasphase mit Chlor so umgesetzt, dass überwiegend 3,4-Dichlorbut-1-en entsteht. Dieses reagiert in Anwesenheit von verdünnter Natronlauge bei 85 °C formal unter Abspaltung von Chlorwasserstoff zu 2-Chlorbuta-1,3-dien.



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

### Zusatzinformationen:

#### Buta-1,3-dien



### Kontinuierliche Reaktion

Bei einer kontinuierlich ablaufenden Reaktion werden ständig Edukte hinzugegeben und Produkte entnommen.

### Eliminierung

Eliminierungsreaktionen laufen in Anwesenheit einer Säure (z. B. Schwefelsäure) und bei hohen Temperaturen (180 °C bis 200 °C) ab.

### Siedetemperaturen

Name	Buta-1,3-dien	Butan-1,4-diol	Schwefelsäure	Wasser
Siedetemperatur	-4,5 °C	230 °C	280 °C	100 °C

### Hinweise zum Gefährdungspotential der beteiligten Stoffe

- Buta-1,3-dien ist hochentzündlich (F+), kann Krebs erzeugen (T) und vererbare Schäden verursachen.
- 3,4-Dichlorbut-1-en ist eine ätzende Flüssigkeit (C), entzündlich und gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken.
- 2-Chlorbuta-1,3-dien (Chloropren) ist eine leichtentzündliche Flüssigkeit (F), kann Krebs erzeugen (T), reizt die Augen, die Atmungsorgane und die Haut.
- Chlor ist ein giftiges Gas (T), reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut und ist sehr giftig für Wasserorganismen (N).
- Chlorwasserstoff ist ein Gas, das giftig beim Einatmen (T) ist und schwere Verätzungen verursacht (C).

**Unterlagen für die Lehrkraft****Abiturprüfung 2010****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung****Synthese von Chloropren**

1. Skizzieren Sie in einer schematischen Übersicht die dargestellten Reaktionswege zum 2-Chlorbuta-1,3-dien (Chloropren) und geben Sie die Strukturformeln der an den Reaktionen beteiligten organischen Substanzen an. Ordnen Sie den einzelnen Reaktionsschritten für die Synthese von Chloropren ausgehend von Butan-1,4-diol die Reaktionstypen begründet zu. (20 Punkte)
2. Erklären Sie die unterschiedlichen Siedetemperaturen von Butan-1,4-diol und Buta-1,3-dien. Ermitteln Sie die Reaktionsgleichung und die Reaktionsbedingungen für die Laborsynthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol. Entwickeln Sie unter Beachtung der Siedetemperaturen ein Verfahren für einen kontinuierlichen Ablauf der Synthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol. (20 Punkte)
3. Erläutern Sie die Reaktionen von Buta-1,3-dien über 3,4-Dichlorbut-1-en zu Chloropren anhand von Reaktionsgleichungen in Strukturformeln. Ermitteln Sie anhand der Gefährdungspotentiale der einzelnen Stoffe die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen für den Syntheseweg von Buta-1,3-dien zum 2-Chlorbuta-1,3-dien. Begründen Sie, warum im Labor Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol und nicht aus Ethanol hergestellt wird. (20 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- Arpe, H.-J.: Industrielle Organische Chemie, Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte, 6. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2007, S. 115 – 117, S. 131 – 134
- <http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0> (12.03.2009)

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

##### 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 einschließlich Kenntnisse über die charakteristischen Reaktionsschritte
- Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenalkane, Alkanole, 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 (AFB) <sup>1</sup>
Der Prüfling		
1	<p>skizziert in einer schematischen Übersicht die dargestellten Reaktionswege zum Chloropren, z. B.:</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[Butan-1,4-diol] -- "(1) -H2O" --&gt; C[Buta-1,3-dien]     B[Ethanol] -- "-H2O / -H2" --&gt; C     C -- "(2) + Cl2" --&gt; D[3,4-Dichlorbut-1-en]     D -- "(3) -HCl" --&gt; E[2-Chlorbuta-1,3-dien]           </pre> </div> <p><i>(Hinweis: Der Prüfling kann auch andere Darstellungsformen wählen.)</i></p>	8 (I)
2	gibt die Strukturformeln von Butan-1,4-diol, Ethanol, Buta-1,3-dien, 3,4-Dichlorbut-1-en und 2-Chlorbuta-1,3-dien an.	6 (I)
3	<p>ordnet den einzelnen Reaktionsschritten für die Synthese von Chloropren ausgehend von Butan-1,4-diol die Reaktionstypen begründet zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (1) Eliminierung: Abspaltung von Wasser-Molekülen unter Ausbildung von Doppelbindungen,</li> <li>• (2) Addition: Anlagerung von zwei Chlor-Atomen an eine Doppelbindung,</li> <li>• (3) Eliminierung: Abspaltung von Chlorwasserstoff-Molekülen (formal) unter Ausbildung von Doppelbindungen.</li> </ul>	6 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

<sup>1</sup> AFB = Anforderungsbereich



## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt die unterschiedlichen Siedetemperaturen von Butan-1,4-diol und Buta-1,3-dien, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwischen Butan-1,4-diol-Molekülen bilden sich aufgrund der polaren Hydroxyl-Gruppen Wasserstoffbrückenbindungen aus, zwischen Buta-1,3-dien-Molekülen wirken nur Van-der-Waals-Kräfte.</li> <li>• Beim Sieden werden die zwischenmolekularen Bindungen getrennt, zur Trennung der schwächeren Van-der-Waals-Kräfte ist weniger Energie nötig als zur Trennung von Wasserstoffbrückenbindungen.</li> <li>• Die Siedetemperatur von Butan-1,4-diol ist daher höher als die von Buta-1,3-dien.</li> </ul>	6 (II)
2	<p>ermittelt die Reaktionsgleichung und die Reaktionsbedingungen für die Laborsynthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{HOH}_2\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}</math>,</li> <li>• Anwesenheit von Schwefelsäure als Katalysator,</li> <li>• Temperatur von 180 °C bis 200 °C.</li> </ul>	6 (II)
3a	<p>entwickelt unter Beachtung der Siedetemperaturen ein Verfahren für einen kontinuierlichen Ablauf der Synthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei 180 °C bis 200 °C liegen die Produkte Buta-1,3-dien und Wasser gasförmig vor, Butan-1,4-diol und Schwefelsäure sind flüssig.</li> </ul>	2 (II)
3b	<p>entwickelt unter Beachtung der Siedetemperaturen ein Verfahren für einen kontinuierlichen Ablauf der Synthese von Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das gasförmige Gemisch aus Buta-1,3-dien und Wasser wird abgeleitet und kann durch Abkühlen getrennt werden, da Wasser zuerst kondensiert.</li> <li>• Butan-1,4-diol muss ständig nachgefüllt werden, damit genügend Edukt vorliegt.</li> <li>• Die Säure wirkt als Katalysator und braucht daher nur zu Beginn zugegeben zu werden.</li> </ul>	6 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert die Reaktionen von Buta-1,3-dien über 3,4-Dichlorbut-1-en zu Chloropren anhand von Reaktionsgleichungen in Strukturformeln.  <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling ausgehend von der Molekülstruktur des Buta-1,3-diens die Addition von Chlor an eine Doppelbindung sowie die formale Abspaltung von HCl unter dem Einfluss von Natronlauge erläutert.)</i></p>	6 (II)
2a	<p>ermittelt anhand der Gefährdungspotentiale die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen für den Syntheseweg von Buta-1,3-dien zum 2-Chlorbuta-1,3-dien, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buta-1,3-dien, 3,4-Dichlorbut-1-en und 2-Chlorbuta-1,3-dien sind entzündlich bzw. leicht- bzw. hochentzündlich, daher müssen offene Flammen vermieden werden.</li> </ul>	4 (I)
2b	<p>ermittelt anhand der Gefährdungspotentiale die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen für den Syntheseweg von Buta-1,3-dien zum 2-Chlorbuta-1,3-dien.  <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen zum Schutz der Mitarbeiter z. B. durch Schutzkleidung und Absauganlagen macht.)</i></p>	4 (II)
3	<p>begründet, warum im Labor Buta-1,3-dien aus Butan-1,4-diol und nicht aus Ethanol hergestellt wird.  <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Begründung auf die Unterschiede der Synthesewege (Temperatur, Druck, Gasphase) sowie auf Sicherheitsaspekte, insbesondere bzgl. der Bildung von Wasserstoff, eingeht.)</i></p>	6 (III)
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 (AFB)	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	skizziert in einer ...	8 (I)			
2	gibt die Strukturformeln ...	6 (I)			
3	ordnet den einzelnen ...	6 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>20</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
1	erklärt die unterschiedlichen ...	6 (II)			
2	ermittelt die Reaktionsgleichung ...	6 (II)			
3a	entwickelt unter Beachtung ...	2 (II)			
3b	entwickelt unter Beachtung ...	6 (III)			
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 (AFB)	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert die Reaktionen ...	6 (II)			
2a	ermittelt anhand der ...	4 (I)			
2b	ermittelt anhand der ...	4 (II)			
3	begründet, warum im ...	6 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>20</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 2010

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Gefährliche Schönfärberei – Sudan I und Sudan III in Lebensmitteln nachgewiesen

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Sudan I. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur. Begründen Sie mithilfe der angegebenen Absorptionsspektren und Strukturformeln die unterschiedlichen sichtbaren Farben von Sudan I und Sudan III. (24 Punkte)
2. Entwickeln Sie einen Syntheseweg für Sudan I ausgehend von Anilin und 2-Naphthol anhand von Reaktionsgleichungen. Begründen Sie die Struktur von Sudan I unter Berücksichtigung möglicher Isomere. Erläutern Sie das Gefährdungspotential von Sudan III beim Einsatz als Lebensmittelfarbstoff, auch unter Angabe der Strukturformeln. (20 Punkte)
3. Begründen Sie den Einsatz von Sudan III als Färbemittel für Heizöl, Fette und Wachse. Beurteilen Sie den Einsatz des Farbstoffes zur Textilfärbung. (16 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

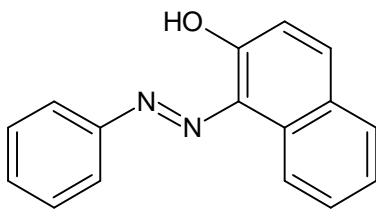
### Fachspezifische Vorgaben:

„Das Auge isst mit!“ Doch wenn Lebensmittel für ein schöneres Aussehen mit synthetischen Farbstoffen versetzt werden, dann darf das für den Konsumenten nicht gesundheitsgefährdend sein. Im Mai 2003 alarmierten französische Behörden das EU-Schnellwarnsystem. Sie hatten in rotem Chilipulver den Farbstoff Sudan I gefunden. Auch in anderen Ländern der EU und in der Schweiz wurden daraufhin Produkte mit Chili oder Paprika getestet und es wurde Sudan I nachgewiesen. Sudan I kann aus Anilin und 2-Naphthol synthetisiert werden.

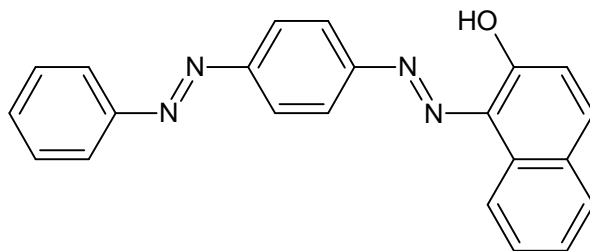
Sudan I soll Chili- und Paprikagewürzen eine intensive Farbe verleihen und so eine bessere Qualität vortäuschen. Als Zusatzstoffe in Lebensmitteln sind Sudan I und III europaweit nicht zugelassen, da sie durch Enzyme in einer reduktiven Azospaltung in aromatische Amine gespalten werden können, die im Tierversuch Krebs auslösen und das Erbgut verändern können. Wird in Lebensmitteln Sudan I oder III nachgewiesen, dann müssen sie aus dem Verkauf zurückgezogen werden, da es laut dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin keine als unbedenklich anzusehende Konzentration für die beiden Farbstoffe gibt.

Sudan I und III werden zum Färben von Wachsen, Ölen und Lacken verwendet. Zum Färben von Textilien, für das man wässrige Farbstofflösungen einsetzt, sind sie nicht geeignet.

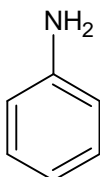
### Zusatzinformationen:



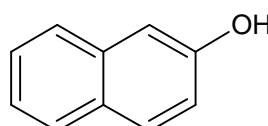
Sudan I



Sudan III



Anilin

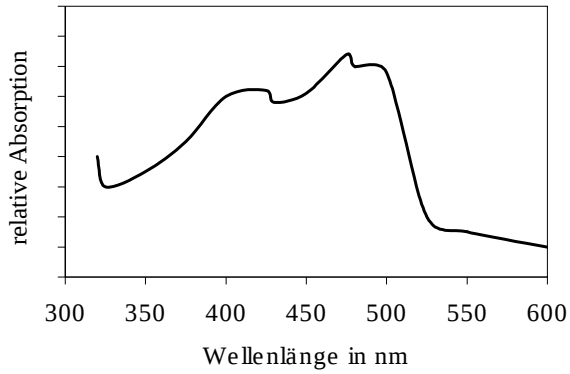


2-Naphthol

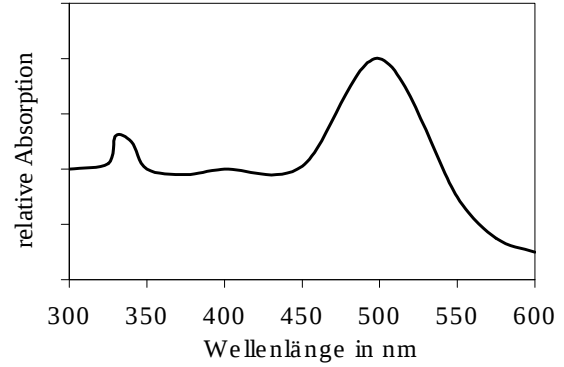


Name: \_\_\_\_\_

**Absorptionsspektrum von Sudan I**



**Absorptionsspektrum von Sudan III**



Zusammenhang von absorbiertem 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 2010

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

### 2. Aufgabenstellung

#### Gefährliche Schönfärberei – Sudan I und Sudan III in Lebensmitteln nachgewiesen

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Sudan I. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur. Begründen Sie mithilfe der angegebenen Absorptionsspektren und Strukturformeln die unterschiedlichen sichtbaren Farben von Sudan I und Sudan III. (24 Punkte)
2. Entwickeln Sie einen Syntheseweg für Sudan I ausgehend von Anilin und 2-Naphthol anhand von Reaktionsgleichungen. Begründen Sie die Struktur von Sudan I unter Berücksichtigung möglicher Isomere. Erläutern Sie das Gefährdungspotential von Sudan III beim Einsatz als Lebensmittelfarbstoff, auch unter Angabe der Strukturformeln. (20 Punkte)
3. Begründen Sie den Einsatz von Sudan III als Färbemittel für Heizöl, Fette und Wachse. Beurteilen Sie den Einsatz des Farbstoffes zur Textilfärbung. (16 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Wambach, H.: Materialien-Handbuch Kursunterricht Chemie, Band 6, Farbstoffe – Waschmittel, Aulis Verlag Deubner, Köln 1999
- Wambach, H.: Materialien-Handbuch Kursunterricht Chemie, Band 10/2, Lernen im Kontext II, Aulis Verlag Deubner, Köln 2005
- [http://www.bfr.bund.de/cm/208/farbstoffe\\_sudan\\_i\\_iv\\_in\\_lebensmitteln.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/208/farbstoffe_sudan_i_iv_in_lebensmitteln.pdf) (30.03.2009)

### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

1. *Inhaltliche Schwerpunkte*  
Theoriekonzept: Das aromatische System  
Themenfeld: Farbstoffe und Farbigkeit (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Indigofarbstoffe)
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 (AFB) <sup>1</sup>
	Der Prüfling	
1a	erklärt den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Sudan I. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen zum Zusammenhang von Lichtabsorption und Farbigkeit, zur Anregung von delokalisierten $\pi$ -Elektronen und dem Vorliegen eines ausgedehnten $\pi$ -Elektronen-Systems macht.)	4 (I)
1b	erklärt den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Sudan I. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen zum Vorliegen eines $\pi$ -Elektronen-Systems, das sich über die aromatischen Ringe und die Azo-Gruppe erstreckt, über den Einfluss der Hydroxyl-Gruppe mit ihrem +M-Effekt und über den Einfluss der Azo-Gruppe mit ihrem –M-Effekt macht.)	6 (I)
2	zeichnet dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur.	4 (II)
3a	gibt mithilfe der Absorptionsspektren die jeweils sichtbare Farbe an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sudan I: Absorptionsmaximum bei 475 nm bis 500 nm; absorbierte Spektralfarbe: blau bis blaugrün; sichtbare Farbe: orange-gelb. (Hinweis: Auch die Lösungen gelb, orange und rot als sichtbare Farben werden zugelassen.)</li> <li>• Sudan III: Absorptionsmaximum bei 490 nm bis 500 nm; absorbierte Spektralfarbe: blaugrün; sichtbare Farbe: rot.</li> </ul>	4 (I)
3b	begründet mithilfe der Absorptionsspektren und der Strukturformeln die unterschiedlichen sichtbaren Farben der beiden Farbstoffe. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Begründung auf die gemeinsamen und die unterschiedlichen Strukturmerkmale der beiden Farbstoffe und die sich daraus ergebende Farbverschiebung eingeht.)	6 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

<sup>1</sup> AFB = Anforderungsbereich

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	entwickelt einen Syntheseweg für Sudan I ausgehend von Anilin und 2-Naphthol, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diazotierung von Anilin mit Natriumnitrit in salzsaurer Lösung zum Diazonium-Ion einschließlich Reaktionsgleichung.</li> </ul>	4 (I)
1b	entwickelt einen Syntheseweg für Sudan I ausgehend von Anilin und 2-Naphthol, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrophile Zweitsubstitution von 2-Naphthol durch das Diazonium-Ion einschließlich Reaktionsgleichung.</li> </ul>	4 (II)
2	begründet die Struktur von Sudan I unter Berücksichtigung möglicher Isomere, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Hydroxyl-Gruppe des 2-Naphthols ist ortho- und para-dirigierend.</li> <li>• Es gibt zwei ortho-Stellungen zur Hydroxyl-Gruppe, an denen die Azokupplung erfolgen kann; daher kann außer Sudan I ein weiteres Isomer gebildet werden.</li> </ul>	6 (III)
3	erläutert das Gefährdungspotential von Sudan III beim Einsatz als Lebensmittelfarbstoff, auch unter Angabe von Strukturformeln, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei einer Azospaltung von Sudan III entstehen Anilin, 1,4-Diaminobenzol und 1-Amino-2-naphthol (Strukturformeln).</li> <li>• Diese aromatischen Amine sind aufgrund von Tierversuchen als krebserregend und erbgutverändernd eingestuft worden.</li> </ul>	6 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	begründet den Einsatz von Sudan III als Färbemittel für Heizöl, Fette und Wachse, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sudan III besitzt lipophile Eigenschaften aufgrund der großen unpolaren Naphthyl- und Phenylringe im Molekül.</li> <li>• Sudan III ist trotz der Hydroxyl-Gruppe nahezu unpolar, da der unpolare Teil des Moleküls überwiegt.</li> </ul>	6 (III)
1b	begründet den Einsatz von Sudan III als Färbemittel für Heizöl, Fette und Wachse, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da das Prinzip gilt, dass sich Gleiches in Gleichem löst, ist Sudan III als Farbstoff für unpolare Stoffe wie Heizöl, Fette und Wachse gut geeignet.</li> </ul>	4 (II)
2	beurteilt den Einsatz des Farbstoffes zur Textilfärbung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sudan III ist aufgrund des großen unpolaren (hydrophoben) Molekülteils in Wasser schlecht löslich und daher nicht zur Textilfärbung, bei der wässrige Farbstoff-Lösungen eingesetzt werden, geeignet.</li> <li>• Aufgrund seiner krebserregenden Eigenschaften ist Sudan III als Textilfarbstoff nicht geeignet.</li> </ul> <p><i>(Hinweis: Hier sind weitere Lösungen möglich, die mit den Bindungsarten zwischen den Fasern und dem Farbstoff zusammenhängen.)</i></p>	6 (II)
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
	<b>Der Prüfling</b>	
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			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	erklärt den Zusammenhang ...	4 (I)			
1b	erklärt den Zusammenhang ...	6 (I)			
2	zeichnet dazu eine ...	4 (II)			
3a	gibt mithilfe der ...	4 (I)			
3b	begründet mithilfe der ...	6 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>	<b>24</b>			

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	entwickelt einen Syntheseweg ...	4 (I)			
1b	entwickelt einen Syntheseweg ...	4 (II)			
2	begründet die Struktur ...	6 (III)			
3	erläutert das Gefährdungspotential ...	6 (II)			
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 (AFB)	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	begründet den Einsatz ...	6 (III)			
1b	begründet den Einsatz ...	4 (II)			
2	beurteilt den Einsatz ...	6 (II)			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>16</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



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

# Abiturprüfung 2010

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Klebstoffe

1. Erläutern Sie die Bildung des Klebstoffes in Versuch 1 anhand eines Reaktionsschemas und unter Angabe des Reaktionstyps. Analysieren Sie, wie sich durch Erhöhung des Anteils an Phthalsäure in Versuch 1 die Eigenschaften des Klebstoffes verändern. Erläutern Sie das Lösen des Klebstoffes mit Natronlauge anhand eines Reaktionsschemas. (24 Punkte)
2. Beschreiben Sie die Reaktion, die zur Bildung des Klebstoffes in Versuch 2 führt, und die Eigenschaften des entstehenden Produktes. Vergleichen Sie die bei den Versuchen 1 und 2 ablaufenden Reaktionen zur Bildung der Klebstoffe hinsichtlich prinzipieller Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Bewerten Sie die Haltbarkeit von Verklebungen mit dem Klebstoff aus Versuch 2 bei hohen Temperaturen und gegenüber unpolaren Lösemitteln. (16 Punkte)
3. Erläutern Sie am Beispiel des Klebens von Papier mit dem Klebstoff aus Versuch 2, welche Kräfte bei der Ausbildung von Adhäsion und Kohäsion wirksam werden. Begründen Sie, welche Bedingungen ein Stoff erfüllen muss, damit er als Klebstoff geeignet ist, und erklären Sie mithilfe der Abbildung 1 die Gebrauchsanweisung des Klebers. (20 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung





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

### Fachspezifische Vorgaben:

Ein Klebstoff ist ein nichtmetallischer, makromolekularer Werkstoff. Das Verkleben beruht auf der Flächenhaftung (Adhäsion) des Klebstoffes auf den zu verklebenden Komponenten einerseits und der inneren Festigkeit (Kohäsion) des Klebstoffes andererseits. Die Stärke von Adhäsion und Kohäsion wird durch intermolekulare Kräfte beeinflusst und hängt damit vom molekularen Aufbau des Klebstoffes und der Füge-teile ab. Ein Verknäulen der langen Moleküle verstärkt zusätzlich die Kohäsion. Klebstoffe dürfen nur eine geringe Oberflächenspannung haben.

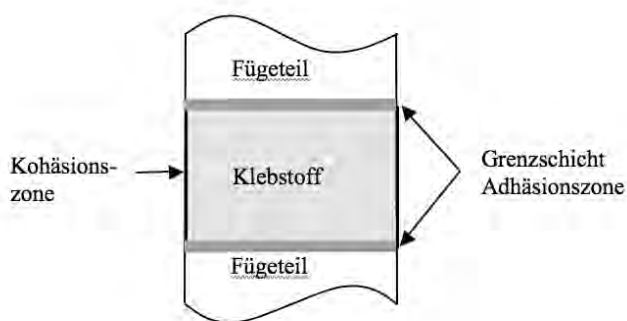


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Verklebens, verändert nach: Informationsserie des Fonds der Chemischen Industrie, 27: Kleben/Klebstoffe, Frankfurt/Main 2001, S. 14

Zur Erreichung einer optimalen Verklebung kommt es wesentlich auf eine korrekte Verarbeitung des Klebstoffes an. In der Gebrauchsanweisung für einen Kleber findet man: "Klebeflächen gut reinigen (trocken, staub- und fettfrei). Kleber dünn auftragen, kräftig zusammendrücken: Der Pressdruck entscheidet, nicht die Dauer."

Im Labor können in folgenden Versuchen Klebstoffe hergestellt werden:

#### Versuch 1:

Kleine Mengen von Glycerin und Phthalsäure werden im Stoffmengenverhältnis 1 : 1 gut gemischt und erhitzt. Nach wenigen Minuten entsteht eine zähe Flüssigkeit. Falls diese beim Abkühlen zu schnell aushärtet, kann der entstandene Klebstoff durch vorsichtiges Erhitzen mit verdünnter Natronlauge wieder gelöst werden.

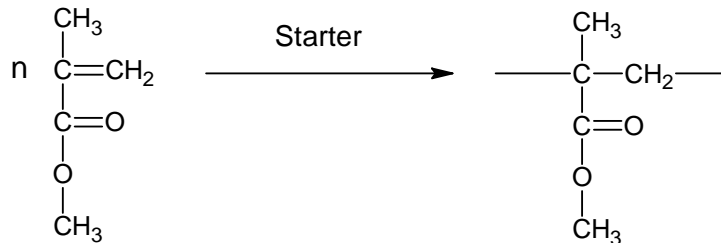
#### Versuch 2:

Methylmethacrylat wird mit einem Reaktionsstarter in ein Reagenzglas gegeben und erwärmt. Wenn die Reaktion abgeschlossen ist, muss die Lösung sofort auf die zu verklebenden Teile gegossen werden. Ansonsten erhält man in wenigen Sekunden erstarrtes Plexiglas.

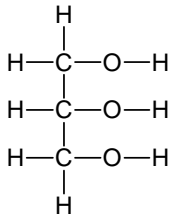


Name: \_\_\_\_\_

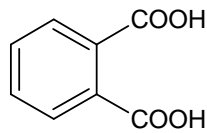
Methylmethacrylat reagiert nach folgender Reaktion zu Plexiglas (Polymethylmethacrylat):



**Zusatzinformationen:**



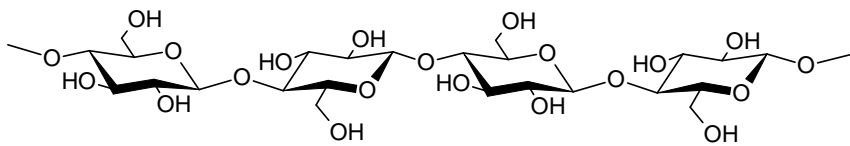
Glycerin



Phthalsäure

**Papier**

Papier besteht hauptsächlich aus Pflanzenfasern, d. h. Cellulose. Cellulose-Moleküle sind Makromoleküle aus miteinander verknüpften Glucose-Einheiten.



Strukturformelausschnitt aus einem Cellulose-Molekül

**Unterlagen für die Lehrkraft****Abiturprüfung 2010****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung****Klebstoffe**

1. Erläutern Sie die Bildung des Klebstoffes in Versuch 1 anhand eines Reaktionsschemas und unter Angabe des Reaktionstyps. Analysieren Sie, wie sich durch Erhöhung des Anteils an Phthalsäure in Versuch 1 die Eigenschaften des Klebstoffes verändern. Erläutern Sie das Lösen des Klebstoffes mit Natronlauge anhand eines Reaktionsschemas. (24 Punkte)
2. Beschreiben Sie die Reaktion, die zur Bildung des Klebstoffes in Versuch 2 führt, und die Eigenschaften des entstehenden Produktes. Vergleichen Sie die bei den Versuchen 1 und 2 ablaufenden Reaktionen zur Bildung der Klebstoffe hinsichtlich prinzipieller Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Bewerten Sie die Haltbarkeit von Verklebungen mit dem Klebstoff aus Versuch 2 bei hohen Temperaturen und gegenüber unpolaren Lösemitteln. (16 Punkte)
3. Erläutern Sie am Beispiel des Klebens von Papier mit dem Klebstoff aus Versuch 2, welche Kräfte bei der Ausbildung von Adhäsion und Kohäsion wirksam werden. Begründen Sie, welche Bedingungen ein Stoff erfüllen muss, damit er als Klebstoff geeignet ist, und erklären Sie mithilfe der Abbildung 1 die Gebrauchsanweisung des Klebers. (20 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- Hennies, C.: Klebstoffe herstellen und analysieren, PdN-Ch, 7/38, 1989, S. 11 – 12
- Kowol, S.: Klebstoffe, Protokoll zum Experimentalvortrag vom 27.04.2004, Philipps-Universität Marburg, [http://www.chids.de/dachs/expvotr/698Klebstoffe\\_Kowol.doc](http://www.chids.de/dachs/expvotr/698Klebstoffe_Kowol.doc) (01.03.09)
- [www.uhu.de/indexx.html](http://www.uhu.de/indexx.html) (01.03.09)
- Tausch, M.; von Wachtendonk, M.: Chemie 2000+, Band 3, C.C. Buchners Verlag, Bamberg 2005
- Informationsserie des Fonds der Chemischen Industrie, 27: Kleben/Klebstoffe, Frankfurt/Main 2001, S. 14

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>          Theoriekonzept: Makromoleküle          Themenfeld: Natürliche und synthetische Werkstoffe (Polymerisate; Polyester; Polyamide; Proteine)</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 (AFB) <sup>1</sup>
	Der Prüfling	
1a	erläutert die Bildung des Klebstoffes in Versuch 1. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die polyfunktionellen Monomere, auf die Wasserabspaltung bei der Reaktion und die Kettenbildung eingeht.)	6 (II)
1b	erläutert die Bildung des Klebstoffes in Versuch 1 anhand eines Reaktionsschemas, in dem an geeigneten Strukturausschnitten die Verknüpfung zwischen den Monomeren unter Bildung von Ester-Gruppen deutlich wird.	4 (I)
1c	gibt den Reaktionstyp für die Bildung des Klebstoffes in Versuch 1 an: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polykondensation.</li> </ul>	2 (I)
2	analysiert, wie sich durch Erhöhung des Anteils an Phthalsäure in Versuch 1 die Eigenschaften des Klebstoffes verändern, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunächst bilden sich vorwiegend lineare Polymermoleküle.</li> <li>• Wird der Anteil an Phthalsäure erhöht, können sich mehr Vernetzungen ausbilden.</li> <li>• Der Klebstoff wird duroplastisch und damit spröde.</li> </ul>	6 (II)
3a	erläutert das Lösen des Klebstoffes mit Natronlauge, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ester-Gruppen im Polyester können mithilfe von Natronlauge gespalten werden.</li> </ul>	2 (III)
3b	erläutert das Lösen des Klebstoffes mit Natronlauge: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschema an Strukturausschnitten.</li> </ul>	4 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

<sup>1</sup> AFB = Anforderungsbereich

## Teilaufgabe 2

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	<b>Der Prüfling</b>	
1	beschreibt die Reaktion, die zur Bildung des Klebstoffes in Versuch 2 führt, und die Eigenschaften des entstehenden Produktes. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Polymerbildung aus dem Monomer und auf die thermoplastischen Eigenschaften des entstehenden Produktes aufgrund der linearen, unvernetzten Moleküle eingeht.)</i>	6 (I)
2	vergleicht die beiden Reaktionen zur Bildung eines Klebstoffes hinsichtlich prinzipieller Gemeinsamkeiten und Unterschiede, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeinsamkeiten: Es entstehen jeweils Makromoleküle, die als Kleber verwendet werden können.</li> <li>• Unterschiede: vernetzte bzw. lineare Makromoleküle, Duroplast bzw. Thermoplast, Polykondensation unter Abspaltung von Wasser (Versuch 1), keine Bildung eines weiteren Produktes (Versuch 2).</li> </ul>	6 (I)
3	bewertet die Haltbarkeit von Verklebungen mit dem Klebstoff aus Versuch 2 bei hohen Temperaturen und gegenüber unpolaren Lösemitteln, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Klebstoff aus Versuch 2 besteht aus Polymeren mit großen unpolaren Anteilen und kann von unpolaren Lösemitteln angelöst werden.</li> <li>• Der Klebstoff aus Versuch 2 ist thermoplastisch, die Verklebung ist deshalb bei hohen Temperaturen nicht stabil.</li> </ul>	4 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	erläutert am Beispiel des Klebens von Papier mit dem Klebstoff aus Versuch 2, welche Kräfte bei der Ausbildung von Adhäsion und Kohäsion wirksam werden. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen eingeht.)	6 (III)
2	begründet, welche Bedingungen ein Stoff erfüllen muss, damit er als Klebstoff geeignet ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er muss aus einem Polymer bestehen, damit sich eine genügend starke Adhäsion und Kohäsion ausbilden können.</li> <li>• Er muss in einem Zustand vorliegen (z. B. in Lösung oder bei höherer Temperatur), in dem sich der Klebstoff gut über die Füge­teile verteilen lässt.</li> </ul>	6 (II)
3a	erklärt mithilfe der Abbildung 1 die Gebrauchsanweisung des Klebers, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Klebefläche muss gut gereinigt sein, damit sich die Adhäsionskräfte zwischen Klebstoff und Oberfläche gut ausbilden können.</li> <li>• Wasser, Staub und Fett bilden dabei eine störende Schicht.</li> </ul>	4 (II)
3b	erklärt mithilfe der Abbildung 1 die Gebrauchsanweisung des Klebers, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Füge­teile müssen kräftig zusammengepresst werden, da sich die Adhäsionskräfte nur bei geringen Entfernungen zwischen den entsprechenden Molekülen ausbilden können.</li> <li>• Sind Kräfte zwischen Molekülen ausgebildet, bewirkt eine längere Dauer des Pressdrucks keine Verstärkung der Kräfte.</li> </ul>	4 (III)
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 (AFB)	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1a	erläutert die Bildung ...	6 (II)			
1b	erläutert die Bildung ...	4 (I)			
1c	gibt den Reaktionstyp ...	2 (I)			
2	analysiert, wie sich ...	6 (II)			
3a	erläutert das Lösen ...	2 (III)			
3b	erläutert das Lösen ...	4 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>24</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
1	beschreibt die Reaktion ...	6 (I)			
2	vergleicht die beiden ...	6 (I)			
3	bewertet die Haltbarkeit ...	4 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>16</b>			

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

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erläutert am Beispiel ...	6 (III)			
2	begründet, welche Bedingungen ...	6 (II)			
3a	erklärt mithilfe der ...	4 (II)			
3b	erklärt mithilfe der ...	4 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>20</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 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