



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

# Abiturprüfung 2014

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Zusammensetzung und Eigenschaften von PKW-Kraftstoffen für Otto-Motoren

1. Geben Sie eine Reaktionsgleichung und den Reaktionstyp für die sauer katalysierte ETBE-Synthese aus Ethanol und Isobuten an. Erläutern Sie die charakteristischen Reaktionsschritte dieser Reaktion. Berechnen Sie die Massen der Ausgangsstoffe für die Produktion von 1 Tonne ETBE unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung der Edukte. *(22 Punkte)*
2. Zeichnen Sie einen Versuchsaufbau, mit dem man das bei der Spaltung von ETBE entstehende Isobuten ableiten und nachweisen kann. Geben Sie für die Nachweisreaktion des Isobutens die erwarteten Beobachtungen, eine Reaktionsgleichung und den Reaktionstyp an. Erläutern Sie die charakteristischen Reaktionsschritte der Nachweisreaktion. *(26 Punkte)*
3. Erläutern Sie anhand der Beobachtung des beschriebenen Versuchs die Unterschiede zwischen Winter- und Sommerbenzin. Begründen Sie die Notwendigkeit dieser Unterschiede. *(12 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

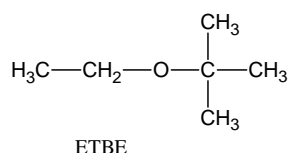
- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

### Fachspezifische Vorgaben:

Benzin ist ein komplexes Gemisch aus verschiedenen Verbindungen, zum größten Teil aus Kohlenwasserstoffverbindungen unterschiedlicher Kettenlänge. Der Treibstoff wird so gemischt, dass seine Eigenschaften den Anforderungen entsprechen. Für ein zündfähiges Gemisch aus Treibstoffdampf und Luft, das in die Zylinder des Motors geleitet wird, ist eine bestimmte Flüchtigkeit des Treibstoffs von Bedeutung. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist die Klopfestigkeit. Die Klopfestigkeit ist die Eigenschaft eines Treibstoffs, bei Druckerhöhung im Kolben nicht unkontrolliert durch Selbstentzündung zu verbrennen. Um die Klopfestigkeit zu erhöhen, wird den Treibstoffen häufig etwa 10 % Ethyl-tertiär-butylether (ETBE) zugesetzt.



**Ethyl-tertiär-butylether (ETBE)** entsteht aus Ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) und Isobuten (2-Methylpropen) in Gegenwart eines sauren Katalysators bei einer Reaktionstemperatur von  $60\text{ }^\circ\text{C}$ . Dabei werden in einem ersten Reaktionsschritt Isobuten-Moleküle protoniert. Beim Erhitzen von ETBE in Gegenwart von Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) findet eine Spaltung des Ethers statt, bei der wieder Ethanol und Isobuten entstehen. Das bei der Spaltung von ETBE entstehende gasförmige Isobuten kann abgeleitet und durch Zugabe von Bromwasser nachgewiesen werden.

### Sommer- und Winterbenzin

Für den Verkauf von Winter- und Sommerbenzin schreibt der Gesetzgeber in Deutschland bestimmte Zeiträume vor: Ab 1. Mai muss an allen Zapfsäulen Sommerbenzin verfügbar sein. Ab Mitte November darf nur noch Winterbenzin verkauft werden. Ziel der Umstellung ist es, zu jeder Jahreszeit und bei jeder Temperatur den optimalen Kraftstoff anzubieten.

Winter- und Sommerbenzin wurden vergleichend untersucht.

Durchführung:

In Reagenzglas 1 wurde 1 mL Sommerbenzin, in Reagenzglas 2 wurde 1 mL Winterbenzin gegeben. Beide Reagenzgläser wurden jeweils mit einem luftleeren Luftballon verschlossen, in ein Wasserbad gestellt und langsam erwärmt.

Beobachtung:

Der Luftballon auf Reagenzglas 2 begann bei einer Temperatur von  $25\text{ }^\circ\text{C}$  sich aufzublähen. Der Luftballon auf Reagenzglas 1 zeigte bei einer Temperatur von  $25\text{ }^\circ\text{C}$  keine Veränderung.

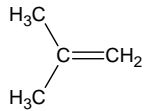


Name: \_\_\_\_\_

**Zusatzinformationen:**

**Ether** (allgemeine Formel): R-O-R bzw. R-O-R' (R, R': Alkyl-Reste)

**Isobuten** ist bei Raumtemperatur gasförmig:



Isobuten  
(2-Methylpropen)

$M(\text{Isobuten}) = 56,11 \text{ g/mol}$

$M(\text{Ethanol}) = 46,07 \text{ g/mol}$

$M(\text{ETBE}) = 102,18 \text{ g/mol}$

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2014

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

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

#### Zusammensetzung und Eigenschaften von PKW-Kraftstoffen für Otto-Motoren

1. Geben Sie eine Reaktionsgleichung und den Reaktionstyp für die sauer katalysierte ETBE-Synthese aus Ethanol und Isobuten an. Erläutern Sie die charakteristischen Reaktionsschritte dieser Reaktion. Berechnen Sie die Massen der Ausgangsstoffe für die Produktion von 1 Tonne ETBE unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung der Edukte. (22 Punkte)
2. Zeichnen Sie einen Versuchsaufbau, mit dem man das bei der Spaltung von ETBE entstehende Isobuten ableiten und nachweisen kann. Geben Sie für die Nachweisreaktion des Isobutens die erwarteten Beobachtungen, eine Reaktionsgleichung und den Reaktionstyp an. Erläutern Sie die charakteristischen Reaktionsschritte der Nachweisreaktion. (26 Punkte)
3. Erläutern Sie anhand der Beobachtung des beschriebenen Versuchs die Unterschiede zwischen Winter- und Sommerbenzin. Begründen Sie die Notwendigkeit dieser Unterschiede. (12 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Breitmaier, E.; Jung, G.: Organische Chemie. Grundlagen, Stoffklassen, Reaktionen, Konzepte, Molekülstrukturen, 5. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart 2005, S. 69 f., 236 f.
- Salters Chemie – Chemical Storylines. Deutsche Ausgabe. Bildungshaus Schulbuchverlage, Braunschweig 2012, S. 31, 32, 34, 38
- Salters Chemie – Support Pack 1. Deutsche Ausgabe. Bildungshaus Schulbuchverlage, Braunschweig 2012, S. 66
- <http://www.rp-online.de/wirtschaft/ratgeber/warum-es-sommer-kraftstoff-gibt-1.638551> (Zugriff 11.02.2013)

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

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

##### 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 (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- 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 eine Reaktionsgleichung und den Reaktionstyp für die sauer katalysierte ETBE-Synthese aus Ethanol und Isobuten an, z. B.:</p> $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• (elektrophile) Addition.</li> </ul>	8
2	<p>erläutert die charakteristischen Reaktionsschritte dieser Reaktion. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Protonierung des Isobutens und die Bildung eines Carbenium-Ions im ersten Schritt, die Anlagerung eines Ethanol-Moleküls über ein freies Elektronenpaar des Sauerstoff-Atoms im zweiten Schritt sowie die Abspaltung eines Protons unter Rückbildung des Katalysators eingeht.)</p>	8
3	<p>berechnet die Massen der Ausgangsstoffe für die Produktion von 1 Tonne ETBE unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung der Edukte, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>n(\text{Isobuten}) = n(\text{ETBE})</math></li> <li>• <math>m(\text{Isobuten}) = m(\text{ETBE}) \cdot M(\text{Isobuten}) / M(\text{ETBE})</math></li> <li>• <math>m(\text{Isobuten}) = 1000 \text{ kg} \cdot 56,11 \text{ g/mol} / 102,18 \text{ g/mol} = 549,13 \text{ kg}</math></li> <li>• Für die Produktion einer Tonne ETBE müssen 549,13 kg Isobuten eingesetzt werden. Daraus folgt, dass 450,87 kg Ethanol nötig sind.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	zeichnet einen Versuchsaufbau, mit dem man das bei der Spaltung von ETBE entstehende Isobuten ableiten und nachweisen kann. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling z. B. ein beheiztes, mit Stopfen verschlossenes und mit ETBE und Schwefelsäure beschicktes Glasgefäß mit gewinkeltem Ableitungsrohr, das in ein weiteres Glasgefäß mit Bromwasser eintaucht, zeichnet und beschriftet.)	8
2a	gibt für die Nachweisreaktion des Isobutens die erwarteten Beobachtungen an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus dem gewinkelten Glasrohr, das in das Glasgefäß mit dem Bromwasser führt, entweichen Gasblasen.</li> <li>• Das anfangs gelb gefärbte Bromwasser wird entfärbt.</li> </ul>	4
2b	gibt für die Nachweisreaktion des Isobutens eine Reaktionsgleichung und den Reaktionstyp an, z. B.: $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{Br}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{HBr}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrophile Addition.</li> </ul> (Hinweis: Die Bildung des Dibromadditionsproduktes wird ebenfalls mit der vollen Punktzahl bewertet.)	6
3	erläutert die charakteristischen Reaktionsschritte der Nachweisreaktion. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Annäherung eines Brom-Moleküls an die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung und die Polarisierung des Brom-Moleküls, auf den elektrophilen Angriff des Brom-Moleküls, die Triadukt-Bildung sowie die Interdukt-Bildung im ersten Schritt sowie den nukleophilen Angriff eines Wasser-Moleküls (bzw. eines Bromid-Ions) und die Produkt-Bildung im zweiten Schritt eingeht.)	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert anhand der Beobachtung des beschriebenen Versuchs die Unterschiede zwischen Winter- und Sommerbenzin.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling anhand der Beobachtung auf die unterschiedliche Flüchtigkeit von Winter- und Sommerbenzin eingeht, die durch einen höheren Anteil an niedrig siedenden Kohlenwasserstoffverbindungen in Winterbenzin bzw. einen höheren Anteil an höher siedenden Kohlenwasserstoffverbindungen im Sommerbenzin bewirkt wird.)</i></p>	6
2	<p>begründet die Notwendigkeit dieser Unterschiede, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei den niedrigeren Temperaturen im Winter muss durch den höheren Anteil an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen die Flüchtigkeit des Treibstoffs erhöht werden.</li> <li>• Dadurch sollen Zünd- bzw. Startschwierigkeiten (bei tiefen Temperaturen) vermieden werden.</li> <li>• Im Sommer hingegen darf der Anteil an leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen nicht zu groß sein, da ansonsten bei den höheren Außentemperaturen der Treibstoff zu leicht verdampfen und in die Umwelt gelangen könnte. Dies sollte sowohl aus Kosten- als auch aus Umweltschutzgründen vermieden werden.</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			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	gibt eine Reaktionsgleichung ...	8			
2	erläutert die charakteristischen ...	8			
3	berechnet die Massen ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>	<b>22</b>			

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	zeichnet einen Versuchsaufbau ...	8			
2a	gibt für die ...	4			
2b	gibt für die ...	6			
3	erläutert die charakteristischen ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>	<b>26</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 anhand der ...	6			
2	begründet die Notwendigkeit ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>12</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 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 2014

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Frischegrad und Inhaltsstoffe der Milch

1. Zeichnen Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration der Milch. Bestimmen Sie ausgehend von den Titrationsergebnissen die Soxhlet-Henkel-Zahl (SHZ) der beiden Milchproben und werten Sie die Ergebnisse aus. *(16 Punkte)*
2. Erläutern Sie anhand der Säure-Base-Theorie nach Brönsted die Reaktion der Milchsäure mit Wasser. Berechnen Sie unter Angabe einer Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion die Stoffmengenkonzentration der Milchsäure in der untersuchten Milchprobe 1 unter der vereinfachenden Annahme, dass Milchsäure als einzige Säure vorliegt. Beurteilen Sie die Genauigkeit der Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Milchsäure in der Milch mithilfe des Verfahrens nach Soxhlet-Henkel. *(20 Punkte)*
3. Berechnen Sie die Massenkonzentration  $\beta$  in g/L der Calcium-Ionen in der Milchprobe des Versuchs 2. Erläutern Sie, wie die Zugabe von Oxalsäure das Gleichgewicht zwischen gelösten und gebundenen Calcium-Ionen beeinflusst. Begründen Sie mithilfe des Gleichgewichts, warum auch die Calcium-Ionen aus dem schwer löslichen Calciumphosphat durch Zugabe von Oxalsäure als Calciumoxalat ausgefällt werden und warum der gesamte Calcium-Gehalt bestimmt wird. *(24 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

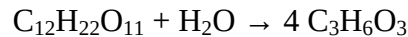
- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

### Fachspezifische Vorgaben:

Bei der Qualitätskontrolle von Milch wird u. a. untersucht, wie weit der Abbau des in der Milch enthaltenen Milchzuckers (Lactose) zu Milchsäure fortgeschritten ist. 1 Liter frische Milch enthält etwa 48 g Lactose. Der Milchzucker ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) wird durch Bakterien zu Milchsäure ( $C_3H_6O_3$ ,  $CH_3-CHOH-COOH$ ) umgewandelt:



Bereits im Jahr 1884 haben die Chemiker Soxhlet und Henkel die erste quantitative Methode zur Bestimmung der sauren Bestandteile der Milch entwickelt. Die Soxhlet-Henkel-Zahl (SHZ) lässt Rückschlüsse auf den sogenannten Frischegrad der Milch zu.

Unter der SHZ versteht man das Volumen Natronlauge ( $c(NaOH) = 0,25 \text{ mol/L}$ ) in Millilitern, das für die Titration von 100 mL Milch unter Zusatz von 4 mL Phenolphthalein-Lösung (2 % in Ethanol) bis zum Erreichen eines Standardfarbtone erforderlich ist.

**Tabelle 1:** SHZ und pH-Wert von Milch unterschiedlicher Beschaffenheit

Milch unterschiedlichen Frischegrads	SHZ	pH-Wert
Frische Milch	6,0 – 7,4	6,6 – 6,8
Sauer werdende Milch	8,0 – 9,0	6,3
Milch, die beim Erhitzen gerinnt	10,0 – 12,0	5,7
Geronnene Milch	25,0 – 30,0	5,3 – 5,5

In einem Versuch wurde der Frischegrad zweier Milchproben bestimmt.

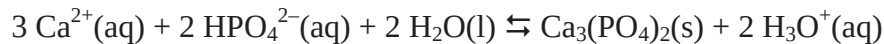
**Versuch 1:** 100 mL Milch wurden mit Natronlauge ( $c(NaOH) = 0,25 \text{ mol/L}$ ) und Phenolphthalein als Indikator titriert. Man erhielt folgende Versuchsergebnisse:

	Verbrauch: $V(NaOH)$ in mL	
	Milchprobe 1	Milchprobe 2
Titration 1	8,3	28,9
Titration 2	8,2	28,5
Titration 3	8,4	28,7



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

Ein weiteres Charakteristikum von Milch ist der Calcium-Gehalt. Die Calcium-Ionen liegen in der Milch teilweise gelöst, teilweise gebunden in schwer löslichen Salzen wie beispielsweise Calciumphosphat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) vor. Diese schwer löslichen Salze liegen kolloidal vor, d. h., sie sind in der Milch feinst zerteilt und gleichmäßig verteilt. Zwischen den gelösten und gebundenen Calcium-Ionen besteht folgendes Gleichgewicht:



In einem weiteren Versuch wurde der gesamte Calcium-Gehalt aus gelösten und gebundenen  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen einer anderen Milchprobe nach folgendem Verfahren bestimmt.

**Versuch 2:** Die Calcium-Ionen wurden aus einer aufbereiteten Milchprobe (100 mL) durch Zugabe von Oxalsäure ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ,  $\text{HOOC-COOH}$ ) als schwer lösliches Calciumoxalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) gefällt. Der entstandene Niederschlag wurde getrocknet und gewogen. Man erhielt 312,5 mg Calciumoxalat.

### Zusatzinformationen:

Molare Massen

Calcium:  $M(\text{Ca}) = 40,08 \text{ g/mol}$

Calciumoxalat:  $M(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 128,10 \text{ g/mol}$

Calciumoxalat ist sehr viel schlechter in Wasser löslich als Calciumphosphat.

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2014

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

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

#### Frischegrad und Inhaltsstoffe der Milch

1. Zeichnen Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration der Milch. Bestimmen Sie ausgehend von den Titrationsergebnissen die Soxhlet-Henkel-Zahl (SHZ) der beiden Milchproben und werten Sie die Ergebnisse aus. (16 Punkte)
2. Erläutern Sie anhand der Säure-Base-Theorie nach Brönsted die Reaktion der Milchsäure mit Wasser. Berechnen Sie unter Angabe einer Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion die Stoffmengenkonzentration der Milchsäure in der untersuchten Milchprobe 1 unter der vereinfachenden Annahme, dass Milchsäure als einzige Säure vorliegt. Beurteilen Sie die Genauigkeit der Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Milchsäure in der Milch mithilfe des Verfahrens nach Soxhlet-Henkel. (20 Punkte)
3. Berechnen Sie die Massenkonzentration  $\beta$  in g/L der Calcium-Ionen in der Milchprobe des Versuchs 2. Erläutern Sie, wie die Zugabe von Oxalsäure das Gleichgewicht zwischen gelösten und gebundenen Calcium-Ionen beeinflusst. Begründen Sie mithilfe des Gleichgewichts, warum auch die Calcium-Ionen aus dem schwer löslichen Calciumphosphat durch Zugabe von Oxalsäure als Calciumoxalat ausgefällt werden und warum der gesamte Calcium-Gehalt bestimmt wird. (24 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Töpel, A.: Chemie und Physik der Milch, Naturstoff, Rohstoff, Lebensmittel, 3. Auflage, Behr, Hamburg 2004
- Wiedemann, C.: Calciumbestimmung in Milch und Milchprodukten, LAZBW, Milchwirtschaft Wangen, dmz 1/2010
- Handbook of Chemistry and Physics, 58<sup>th</sup> Edition, CRC-Press, Boca Raton, Fla. 1978, D-150

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

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>          Themenfeld: Analytische Verfahren zur Konzentrationsbestimmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen: Säure-Base-Begriff nach Brönsted, Autoprotolyse des Wassers, pH-, pK<sub>s</sub>-Wert</li> <li>• Einfache Titrations mit Endpunktbestimmungen</li> </ul> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
---

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- 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	zeichnet einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration der Milch. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Vorlage und Bürette mit eingefüllten Flüssigkeiten darstellt und beschriftet.)	6
2	bestimmt ausgehend von den Titrationsergebnissen die SHZ der beiden Milchproben, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Mittelwerte der zur Titration der Milchproben 1 und 2 verbrauchten Volumina Natronlauge betragen 8,3 mL bzw. 28,7 mL.</li> <li>• Gemäß der Definition der Soxhlet-Henkel-Zahl entspricht der Verbrauch von 8,3 mL Natronlauge einer SHZ von 8,3 bzw. der Verbrauch von 28,7 mL einer SHZ von 28,7.</li> </ul>	4
3	wertet die Ergebnisse aus, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Milchprobe 2 ist deutlich saurer als die Milchprobe 1, der pH-Wert ist geringer, sie enthält mehr Milchsäure.</li> <li>• Milchprobe 2 ist geronnene Milch mit dem pH-Wert von etwa 5,3 – 5,5.</li> <li>• Milchprobe 1 ist sauer werdende Milch mit dem pH-Wert von 6,3.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert anhand der Säure-Base-Theorie nach Brönsted die Reaktion der Milchsäure mit Wasser, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{H}_3\text{C-CHOH-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{C-CHOH-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+</math></li> <li>• Milchsäure-Moleküle: Säure (Protonendonator), Lactat-Ionen: korrespondierende Base,</li> <li>• Wasser-Moleküle: Base (Protonenakzeptor), Oxonium-Ionen: korrespondierende Säure.</li> </ul> <p>(Hinweis: Die Bezeichnung Lactat-Ionen wird nicht erwartet.)</p>	6
2	<p>berechnet unter Angabe einer Reaktionsgleichung für die bei der Titration ablaufende Reaktion die Stoffmengenkonzentration der Milchsäure in der untersuchten Milchprobe 1, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHOHCOONa} + \text{H}_2\text{O}</math></li> <li>• <math>n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) : n(\text{NaOH}) = 1:1</math>; Mittelwert <math>V(\text{NaOH}) = 8,3 \text{ ml}</math></li> <li>• <math>n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mol/L} \cdot 0,0083 \text{ L} = 0,002075 \text{ mol}</math></li> <li>• <math>n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 0,002075 \text{ mol}</math></li> <li>• Die Stoffmengenkonzentration der Milchsäure in der Milchprobe 1 beträgt <math>c(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 0,02075 \text{ mol/L}</math>.</li> </ul>	8
3	<p>beurteilt die Genauigkeit der Bestimmung der Stoffmengenkonzentration von Milchsäure in der Milch mithilfe des Verfahrens nach Soxhlet-Henkel, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der pH-Wert der Milch wird außer von Milchsäure von anderen Inhaltsstoffen (weiteren Säuren, gelösten Salzen, Säuregruppen der Proteine u. a.) bestimmt.</li> <li>• Bei einer Titration mit Natronlauge werden auch diese Bestandteile mit erfasst.</li> <li>• Man bestimmt also die gesamten titrierbaren Säuren in der Milch und nicht ausschließlich die Stoffmengenkonzentration von Milchsäure.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	



## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>berechnet die Massenkonzentration <math>\beta</math> in g/L der Calcium-Ionen in der Milchprobe des Versuchs 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>m(\text{Ca}^{2+}) : m(\text{CaC}_2\text{O}_4) = M(\text{Ca}^{2+}) : M(\text{CaC}_2\text{O}_4)</math></li> <li><math>m(\text{Ca}^{2+}) = M(\text{Ca}^{2+}) \cdot m(\text{CaC}_2\text{O}_4) : M(\text{CaC}_2\text{O}_4)</math>  <math>= 40,08 \text{ g/mol} \cdot 0,3125 \text{ g} : 128,10 \text{ g/mol} = 0,0978 \text{ g (in 100 mL Milch)}</math></li> <li>Die Massenkonzentration der Calcium-Ionen beträgt <math>\beta = 0,978 \text{ g/L}</math>.</li> </ul>	8
2	<p>erläutert, wie die Zugabe von Oxalsäure das Gleichgewicht zwischen gelösten und gebundenen Calcium-Ionen beeinflusst, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oxalsäure bildet in wässriger Lösung Oxonium-Ionen.</li> <li>In der angegebenen Gleichgewichtsreaktion zwischen gelösten und gebundenen Calcium-Ionen wird durch Zugabe von Oxonium-Ionen die Rückreaktion bevorzugt.</li> <li>Das relativ schwer lösliche <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math> löst sich und hydratisierte Calcium-Ionen werden gebildet.</li> </ul> <p><i>(Hinweis: Eine Argumentation, dass durch Bildung von Calciumoxalat die Calcium-Ionen-Konzentration erniedrigt wird, wodurch die Rückreaktion vermehrt abläuft, ist ebenfalls möglich.)</i></p>	8
3	<p>begründet mithilfe des Gleichgewichts, warum auch die Calcium-Ionen aus dem schwer löslichen Calciumphosphat durch Zugabe von Oxalsäure als Calciumoxalat ausgefällt werden und der gesamte Calcium-Gehalt bestimmt wird, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die gelösten Calcium-Ionen werden durch Oxalsäure als Calciumoxalat ausgefällt.</li> <li>Durch die Ausfällung der Calcium-Ionen wird die Rückreaktion bevorzugt, weiteres <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math> wird gelöst und die frei werdenden Calcium-Ionen werden als Calciumoxalat gefällt.</li> <li>Auf diese Weise werden alle Calcium-Ionen, sowohl die frei in Lösung vorliegenden als auch die gebundenen, erfasst.</li> </ul>	8
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	zeichnet einen beschrifteten ...	6			
2	bestimmt ausgehend von ...	4			
3	wertet die Ergebnisse ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>16</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert anhand der ...	6			
2	berechnet unter Angabe ...	8			
3	beurteilt die Genauigkeit ...	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	berechnet die Massenkonzentration ...	8			
2	erläutert, wie die ...	8			
3	begründet mithilfe des ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>24</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 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 2014

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Litholrot – das erste synthetische Farbpigment

1. Geben Sie die Strukturformel der organischen Substanz an, die zur Herstellung von Litholrot neben 2-Naphthol benötigt wird. Erläutern Sie die einzelnen Schritte der Synthese von Litholrot, auch anhand von Reaktionsschemata. Begründen Sie den bevorzugten Ort der Anlagerung des Diazonium-Ions an 2-Naphthol. *(22 Punkte)*
2. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Litholrot. Zeichnen Sie dazu eine weitere relevante mesomere Grenzstruktur. Geben Sie einen Bereich für das erwartete Absorptionsmaximum von Litholrot begründet an. *(18 Punkte)*
3. Erläutern Sie, auch mithilfe einer Skizze und unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel von Litholrot, welche zwischenmolekularen Kräfte zwischen dem Farbstoff und der Cellulosefaser des Papiers ausgebildet werden können. Geben Sie eine mögliche Strukturformel für ein Diarylpigment an, das unter Einsatz von 3,3'-Dichlorbenzidin synthetisiert wurde, und begründen Sie die im Vergleich zu Litholrot reduzierte Wasserlöslichkeit von Diarylpigmenten. *(20 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



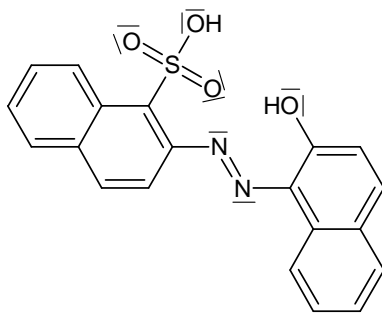
Name: \_\_\_\_\_

### Fachspezifische Vorgaben:

Für das Bedrucken von Papier werden an die verwendeten Farbstoffe besondere Anforderungen gestellt. Sie sollen gut auf Papier haften, bei Einstrahlung von Licht nicht ausbleichen und in Wasser unlöslich sein. Diese Anforderungen erfüllen die sogenannten Pigmente.

Als rote Pigmente sind Farbstoffe von Bedeutung, bei deren Synthese als Kupplungskomponente 2-Naphthol bzw. ein Naphthol-Derivat eingesetzt wird.

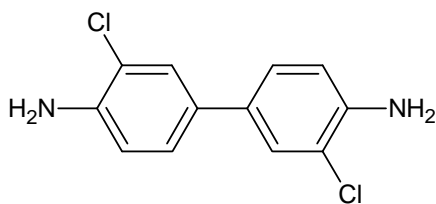
Dies gilt auch für Litholrot, dem einfachsten Rot-Pigment.



Litholrot

Litholrot ist als Pigment zum Bedrucken von Papier jedoch nur bedingt geeignet. So ist es teilweise in Wasser löslich und nicht sehr lichtbeständig.

Daher hat man die sogenannten Diarylpigmente entwickelt, bei denen das Diamin 3,3'-Dichlorbenzidin als Ausgangsverbindung zur Herstellung der Diazoniumkomponente eingesetzt wird. Diese Pigmente sind schlechter wasserlöslich als Litholrot.



3,3'-Dichlorbenzidin



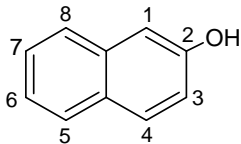
Name: \_\_\_\_\_

### Zusatzinformationen:

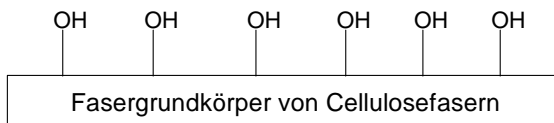
**Pigment:** Ein Pigment ist ein in seinem Anwendungsmedium unlösliches Farbmittel.

**Derivat:** Als Derivat wird eine von einer entsprechenden Grundsubstanz (Stammverbindung) abgeleitete Verbindung mit ähnlicher Struktur bezeichnet. Ihre Moleküle besitzen anstelle eines H-Atoms oder einer funktionellen Gruppe ein anderes Atom oder eine andere Atomgruppe.

### Strukturformel von 2-Naphthol



### Stark vereinfachte schematische Darstellung eines Strukturausschnittes einer Cellulosefaser, dem Hauptbestandteil von Papier



### Zusammenhang von absorbierter Strahlung, zugehöriger Spektralfarbe und beobachteter Komplementärfarbe

Wellenlänge $\lambda$ in nm	Spektralfarbe	Komplementärfarbe
< 400 nm	ultraviolett	farblos
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 2014

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

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

#### Litholrot – das erste synthetische Farbpigment

1. Geben Sie die Strukturformel der organischen Substanz an, die zur Herstellung von Litholrot neben 2-Naphthol benötigt wird. Erläutern Sie die einzelnen Schritte der Synthese von Litholrot, auch anhand von Reaktionsschemata. Begründen Sie den bevorzugten Ort der Anlagerung des Diazonium-Ions an 2-Naphthol. (22 Punkte)
2. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Litholrot. Zeichnen Sie dazu eine weitere relevante mesomere Grenzstruktur. Geben Sie einen Bereich für das erwartete Absorptionsmaximum von Litholrot begründet an. (18 Punkte)
3. Erläutern Sie, auch mithilfe einer Skizze und unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel von Litholrot, welche zwischenmolekularen Kräfte zwischen dem Farbstoff und der Cellulosefaser des Papiers ausgebildet werden können. Geben Sie eine mögliche Strukturformel für ein Diarylpigment an, das unter Einsatz von 3,3'-Dichlorbenzidin synthetisiert wurde, und begründen Sie die im Vergleich zu Litholrot reduzierte Wasserlöslichkeit von Diarylpigmenten. (20 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Kratzert, W.; Peichert, R.: Farbstoffe, Quelle und Meyer, Heidelberg 1981, S. 85 ff.
- Goldschmidt, A.; Streitberger, H.: BASF-Handbuch Lackiertechnik, Vincentz Network 2002, S. 154 ff.

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



#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

<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 (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

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

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

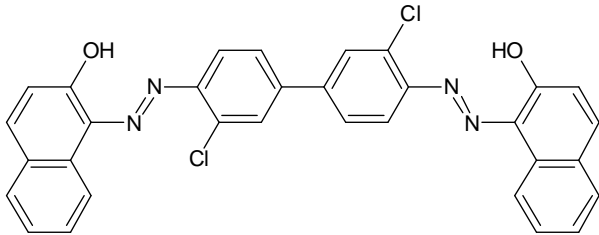
##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt die Strukturformel der organischen Substanz an, die zur Herstellung von Litholrot neben 2-Naphthol benötigt wird. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die Strukturformel von 2-Aminonaphthalin-1-sulfonsäure (A-Säure) angibt. Eine Benennung nach IUPAC ist nicht erforderlich. Auch die Angabe des entsprechenden Diazonium-Ions ist zu akzeptieren.)</i>	4
2a	erläutert die einzelnen Schritte der Synthese von Litholrot, auch anhand von Reaktionsschemata. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Entstehung von salpetriger Säure bzw. Nitrosyl-Kationen aus Natriumnitrit und Salzsäure und die Bildung des Diazonium-Ions aus 2-Amino-Naphthalin-1-sulfonsäure sowie auf die Azokupplung mit 2-Naphthol eingeht.)</i>	6
2b	erläutert die einzelnen Schritte der Synthese von Litholrot, auch anhand von Reaktionsschemata: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschema für die Diazotierung unter Verwendung von Strukturformeln,</li> <li>• Reaktionsschema für die Azokupplung unter Verwendung von Strukturformeln.</li> </ul>	6
3	begründet den bevorzugten Ort der Anlagerung des Diazonium-Ions an 2-Naphthol. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling angibt, dass die Hydroxygruppe einen +M-Effekt (<math>\pi</math>-Elektronendonator) auf das aromatische System ausübt und die elektrophile Substitution durch das Diazonium-Ion in o- und p-Stellung begünstigt. Die para-Stellung ist bereits besetzt, sodass das Wasserstoff-Atom in o-Stellung substituiert wird.)</i>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel von Litholrot. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling den Zusammenhang zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit darstellt und Aussagen macht zur Anregung von delokalisierten $\pi$ -Elektronen und zu dem Vorliegen eines ausgedehnten $\pi$ -Elektronensystems sowie zum Einfluss der Hydroxygruppe mit ihrem +M-Effekt und der Azogruppe mit ihrem schwachen -M-Effekt.)	8
2	zeichnet dazu eine weitere relevante mesomere Grenzstruktur. (Hinweis: Es muss eine Grenzstruktur angegeben werden, die für die Erklärung der Farbigkeit von Bedeutung ist.)	4
3	gibt einen Bereich für das erwartete Absorptionsmaximum von Litholrot begründet an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die sichtbare Farbe von Litholrot ist Rot.</li> <li>• Sie ist die Komplementärfarbe zur Spektralfarbe der absorbierten Wellenlänge: Die absorbierte Spektralfarbe ist somit Blaugrün.</li> <li>• Daher liegt das Absorptionsmaximum in einem Bereich von <math>\lambda = 490 - 500</math> nm.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert, welche zwischenmolekularen Kräfte zwischen Litholrot und den Cellulosefasern ausgebildet werden können.</p> <p>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen macht zur Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen und von Van-der-Waals-Kräften incl. Dipol-Dipol-Wechselwirkungen zwischen den Molekülen der Cellulosefaser und Litholrot-Molekülen.)</p>	4
1b	<p>erläutert mithilfe einer Skizze unter Verwendung einer vereinfachten Strukturformel von Litholrot, welche zwischenmolekularen Kräfte zwischen dem Farbstoff und der Cellulosefaser ausgebildet werden können.</p> <p>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Wechselwirkungen (Wasserstoffbrückenbindungen) zwischen den Hydroxygruppen der Cellulose-Moleküle und der Hydroxygruppe sowie der Sulfonsäuregruppe von Litholrot-Molekülen schematisch darstellt.)</p>	6
2	<p>gibt eine mögliche Strukturformel für ein Diarylpigment an, das unter Einsatz von 3,3'-Dichlorbenzidin synthetisiert wurde, z. B.:</p> 	4
3	<p>begründet die im Vergleich zu Litholrot reduzierte Wasserlöslichkeit von Diarylpigmenten, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das 3,3'-Dichlorbenzidin kann an beiden Aminogruppen diazotiert werden und somit kann auch eine beidseitige Azokupplung zu einem symmetrischen Diarylpigment erfolgen, was zur Molekülvergrößerung führt.</li> <li>• Aufgrund der Molekülvergrößerung steigt der unpolare Anteil des Moleküls und die Wasserlöslichkeit sinkt.</li> <li>• Auch das Fehlen einer Sulfonsäuregruppe führt zu einer geringeren Wasserlöslichkeit.</li> </ul>	6
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 die Strukturformel ...	4			
2a	erläutert die einzelnen ...	6			
2b	erläutert die einzelnen ...	6			
3	begründet den bevorzugten ...	6			
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	erklärt den Zusammenhang ...	8			
2	zeichnet dazu eine ...	4			
3	gibt einen Bereich ...	6			
4	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>				
1a	erläutert, welche zwischenmolekularen ...	4			
1b	erläutert mithilfe einer ...	6			
2	gibt eine mögliche ...	4			
3	begründet die im ...	6			
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 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 2014

## Chemie, Grundkurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Styropor®

1. Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt aus einem Polystyrol-Molekül und erläutern Sie die Synthese von Polystyrol aus Styrol in Einzelschritten, auch mithilfe von Reaktionsschemata. Erklären Sie anhand der Molekülstruktur, warum Polystyrol thermoplastisch und hydrophob ist. (16 Punkte)
2. Erläutern Sie die Beobachtungen bei den beschriebenen Versuchen 1 und 2. Deuten Sie die Beobachtungen bei Versuch 3. Entwickeln Sie zu Versuch 3 je ein Reaktionsschema für die Reaktionen, die beim Erhitzen von Styropor® und bei der Entfärbung von Bromwasser ablaufen. (28 Punkte)
3. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des neu entwickelten Verfahrens zur Wiedergewinnung von aufschäumbarem Polystyrol aus Styropor®-Abfällen. Erläutern Sie, ob Versuch 3 ein Modellversuch für ein weiteres Recyclingverfahren von Styropor® sein kann. (16 Punkte)

### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



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

### Fachspezifische Vorgaben:

Styropor® ist ein Kunststoff, der unter anderem für Schutzverpackungen von empfindlichen Geräten und für Wärmedämmplatten verwendet wird. Styropor® ist meist weiß, lässt sich leicht brechen und besteht aus einzelnen Perlen, die nach dem Brechen gut sichtbar werden. Es zeichnet sich durch ein sehr gutes Wärmedämmvermögen, hohe Druckfestigkeit, geringes Gewicht und Feuchteunempfindlichkeit aus.

Styropor® ist geschäumtes Polystyrol. Polystyrol kann aus Styrol durch radikalische Polymerisation mit einem organischen Peroxid als Starter synthetisiert werden. Soll aus Styrol ein geschäumtes Polymer wie Styropor® hergestellt werden, muss bei der Polymerisation von Styrol ein Treibmittel, häufig Pentan, hinzugegeben werden. Dabei entstehen kleine Perlen aus Polystyrol (Polystyrol-Gries), in denen Pentan eingeschlossen ist. Polystyrol-Gries kann in zwei Schritten zu Styropor® verarbeitet werden: Im ersten Schritt wird Polystyrol-Gries bei einer Temperatur von über 90 °C vorgeschäumt. Durch die Temperatur verdampft das Treibmittel und bläht das thermoplastische Material auf das 20- bis 50-Fache auf. Anschließend werden die vorgeschäumten Schaumpartikel einige Zeit in belüfteten Silos zwischengelagert. Beim Abkühlen der Partikel kondensiert das Pentan und eindiffundierende Luft verschafft den Schaumpartikeln die für die Weiterverarbeitung notwendige Stabilität. Danach werden die vorgeschäumten Perlen durch eine Behandlung mit heißem Wasserdampf bei 110 bis 120 °C zu Blöcken, Platten und Formteilen weiterverarbeitet. Im Laufe der Zeit diffundiert aus den Styropor®-Perlen Pentan heraus und Luft hinein.

Um typische Eigenschaften von Polystyrol und Styropor® zu untersuchen, wurden folgende Versuche durchgeführt:

1. Vorgeschäumte Schaumpartikel aus Polystyrol wurden in einer Stahlkugel eingeschlossen (nur wenig gefüllt) und eine halbe Stunde lang über kochendes Wasser gehängt. Nach dem Öffnen der Stahlkugel war sie ganz mit Styropor® ausgefüllt. Die Perlen waren größer und klebten aneinander.
2. Zu Styropor® wurde etwas Aceton gegeben. Das Styropor® löste sich, dabei entwichen Gasbläschen. Nach dem Verdampfen des Acetons konnte man den Rückstand als farblose Folie aus dem Gefäß herausziehen.
3. Styropor® wurde in einem Gefäß mit dem Bunsenbrenner stark erhitzt. Dabei entstand ein Gas, das durch Kühlung kondensiert werden konnte. Die hierbei erhaltene zähe Flüssigkeit entfärbte Bromwasser.

Probleme bereitet Styropor® beim Recycling. Styropor® verursacht aufgrund seines großen Volumens hohe Transportkosten. Wird der Kunststoff umgeschmolzen, kann er aufgrund von Verunreinigungen nicht für Lebensmittelverpackungen verwendet werden und ist von minderer Qualität. Alternativ wird Styropor®-Abfall zerkleinert und Beton bzw. Mauerziegeln zugesetzt. Zusätzlich findet zerkleinertes Styropor® als Bodenhilfsstoff zur Bodenlockerung Verwendung oder kann zur Wärmeerzeugung verbrannt werden.





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

Bei einem neuen Recyclingverfahren für Styropor® erhält man reines Polystyrol, das wieder aufgeschäumt werden kann: Die Styropor®-Abfälle werden zunächst in einem geeigneten Lösemittel gelöst, die Lösung wird danach gereinigt. Anschließend wird Polystyrol ausgefällt. Das eingesetzte Lösemittel wird aufbereitet und dem Prozess wieder zugeführt.

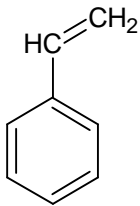
**Zusatzinformationen:**

Pentan (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>): Schmelztemperatur -130 °C, Siedetemperatur 36 °C

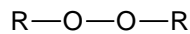
Styrol: Schmelztemperatur -31 °C, Siedetemperatur 145 °C

Polystyrol wird bei ca. 100 °C weich und klebrig.

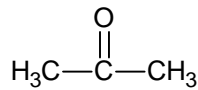
Formeln:



Styrol



organisches Peroxid



Aceton

## Unterlagen für die Lehrkraft

# Abiturprüfung 2014

## Chemie, Grundkurs

### 1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

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

#### Styropor®

1. Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt aus einem Polystyrol-Molekül und erläutern Sie die Synthese von Polystyrol aus Styrol in Einzelschritten, auch mithilfe von Reaktionsschemata. Erklären Sie anhand der Molekülstruktur, warum Polystyrol thermoplastisch und hydrophob ist. (16 Punkte)
2. Erläutern Sie die Beobachtungen bei den beschriebenen Versuchen 1 und 2. Deuten Sie die Beobachtungen bei Versuch 3. Entwickeln Sie zu Versuch 3 je ein Reaktionsschema für die Reaktionen, die beim Erhitzen von Styropor® und bei der Entfärbung von Bromwasser ablaufen. (28 Punkte)
3. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des neu entwickelten Verfahrens zur Wiedergewinnung von aufschäumbarem Polystyrol aus Styropor®-Abfällen. Erläutern Sie, ob Versuch 3 ein Modellversuch für ein weiteres Recyclingverfahren von Styropor® sein kann. (16 Punkte)

### 3. Materialgrundlage

- Tiede, B.: Makromolekulare Chemie, Wiley-VCH, Weinheim 2005
- Brückmann, J. u. a.: Kunststoffe im Unterricht, Aulis Verlag Deubner, Köln 2008
- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v125.htm> (Zugriff 25.04.2013)
- <http://www.creacycle.de/InnoNetProjekt3578EPSTLoopQQid-15-17QQlang-german.html> (Zugriff 20.09.2013)

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

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>          Theoriekonzept: Makromoleküle          Themenfeld: Natürliche und synthetische Werkstoffe (Polymerisate durch radikalische Polymerisation; 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 (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- 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	zeichnet einen Strukturformelausschnitt aus einem Polystyrol-Molekül.	2
2	erläutert die Synthese von Polystyrol aus Styrol in Einzelschritten, auch mithilfe von Reaktionsschemata. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Bildung des Startradikals, den Kettenstart, die Kettenfortpflanzung und den Kettenabbruch eingeht und entsprechende Reaktionsschemata angibt.)</i>	8
3	erklärt anhand der Molekülstruktur, warum Polystyrol thermoplastisch und hydrophob ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polystyrol besteht aus einzelnen, nicht miteinander vernetzten Molekülketten, die nur Van-der-Waals-Kräfte untereinander ausbilden können. Diese zwischenmolekularen Kräfte können mit steigender Temperatur überwunden werden, die Molekülketten gleiten aneinander vorbei: Der Kunststoff schmilzt.</li> <li>• Polystyrol-Moleküle sind unpolar und können keine Wechselwirkungen mit polaren Wasser-Molekülen eingehen, Polystyrol ist daher hydrophob.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert die Beobachtungen bei Versuch 1, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Erwärmen wird der Kunststoff weich und verformbar (Thermoplast).</li> <li>• Da sich die eingeschlossene Luft ausdehnt und eventuell noch vorhandenes Pentan in den vorgeschäumten Schaumpartikeln verdampft, blähen sich die Partikel weiter auf und der Kunststoff nimmt die vorgegebene Form ein.</li> <li>• Da Polystyrol beim Erwärmen weich und klebrig wird, verkleben die Kugeln miteinander.</li> <li>• Beim Abkühlen wird der Kunststoff wieder fest und die gebildete Form bleibt erhalten.</li> </ul>	8
1b	<p>erläutert die Beobachtungen bei Versuch 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Styropor® löst sich in Aceton. Die Schaumstruktur fällt zusammen.</li> <li>• Die in den geschlossenen Zellen eingeschlossene Luft entweicht, was an den Gasbläschen sichtbar wird.</li> <li>• Die farblose Folie, die nach dem Verdampfen von Aceton zurückbleibt, besteht aus ungeschäumtem Polystyrol.</li> </ul>	6
2	<p>deutet die Beobachtungen bei Versuch 3, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polystyrol wird durch die hohe Temperatur depolymerisiert, es entstehen das Monomer Styrol und verschiedene Oligomere.</li> <li>• Das gasförmige Styrol kondensiert beim Kühlen, bei Raumtemperatur ist Styrol flüssig.</li> <li>• Styrol reagiert aufgrund der Doppelbindungen in den Molekülen mit Brom. Dadurch entfärbt sich das Bromwasser.</li> </ul>	8
3	<p>entwickelt zu Versuch 3 je ein Reaktionsschema für die Reaktionen, die beim Erhitzen von Styropor® und bei der Entfärbung von Bromwasser ablaufen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschema für die Depolymerisation von Polystyrol beim Erhitzen,</li> <li>• Reaktionsschema für die Addition von Brom an Styrol.</li> </ul> <p><i>(Hinweis: Es werden nur Gesamtreaktionen und keine Teilschritte erwartet.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	diskutiert Vor- und Nachteile des neu entwickelten Verfahrens zur Wiedergewinnung von aufschäumbarem Polystyrol aus Styropor®-Abfällen. <i>(Hinweis: Es handelt sich um eine offene Aufgabenstellung. Es wird erwartet, dass der Prüfling auf verschiedene Aspekte eingeht und schlüssig argumentiert. Mögliche Aspekte sind die Gewinnung von reinem Polystyrol, wobei große Mengen an Löse- mitteln eingesetzt werden müssen, sowie die Vor- und Nachteile gegenüber der Verbrennung zur Wärmeherzeugung oder Verwendung von Styropor® als Boden- hilfsstoff.)</i>	8
2	erläutert, ob Versuch 3 ein Modellversuch für ein weiteres Recyclingverfahren von Styropor® sein kann, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Versuch 3 kann Styrol zurückgewonnen werden.</li> <li>• Aus diesem Styrol kann wieder Polystyrol synthetisiert und Styropor® hergestellt werden.</li> <li>• Unter diesem Aspekt kann der Versuch als Modellversuch für ein weiteres Recyclingverfahren von Styropor® dienen.</li> </ul> <i>(Hinweis: Die Erläuterung kann auch andere schlüssige Argumentationen enthalten.)</i>	8
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			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	zeichnet einen Strukturformelausschnitt ...	2			
2	erläutert die Synthese ...	8			
3	erklärt anhand der ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	erläutert die Beobachtungen ...	8			
1b	erläutert die Beobachtungen ...	6			
2	deutet die Beobachtungen ...	8			
3	entwickelt zu Versuch ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>	<b>28</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	diskutiert Vor- und ...	8			
2	erläutert, ob Versuch ...	8			
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 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>			
aus der Punktsumme resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

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