



Name: _____

Abiturprüfung 2014

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Synthese von Oct-1-en-3-ol – einem Pilzaroma

1. Geben Sie die Strukturformeln der angegebenen C-8-Verbindungen des Pilzaromas an und ordnen Sie diese Verbindungen Stoffklassen der organischen Chemie zu. Beschreiben Sie ein Experiment, mit dem die Doppelbindung in Oct-1-en-3-ol nachgewiesen werden kann. *(18 Punkte)*
2. Zeichnen Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Durchführung der Grignard-Reaktion in Stufe 2. Stellen Sie die Reaktionsgleichungen für die ablaufenden Reaktionen der Stufen 1, 2 und 3 auf. Geben Sie für die Reaktionen der Stufen 1 und 3 die Reaktionstypen an. *(24 Punkte)*
3. Begründen Sie, warum die Grignard-Verbindung als Nukleophil die Carbonylgruppe des Aldehyds angreift. Erläutern Sie, warum Diethylether als Lösemittel für Grignard-Reaktionen geeignet ist. Überprüfen Sie den Vorschlag, Oct-1-en-3-ol aus Bromethen und Hexanal herzustellen. *(18 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

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



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Duftstoffe mit Pilzaroma sind im Wesentlichen sogenannte C-8-Verbindungen mit den Bezeichnungen Oct-1-en-3-ol, Oct-2-en-1-ol, Oct-1-en-3-on, Octan-3-on, Oct-3-en-2-on und Octan-3-ol.

Oct-1-en-3-ol ist unverdünnt eine blumig, verdünnt aber eine intensiv nach Pilzen riechende Flüssigkeit. Tatsächlich kommt Oct-1-en-3-ol in vielen Pilzarten vor und verleiht ihnen das typische Pilzaroma. In der Lebensmittelindustrie wird Oct-1-en-3-ol als Aromazusatz verwendet. Zur Gewinnung einiger Tropfen Oct-1-en-3-ol aus Pilzen müssen erhebliche Mengen an Pilzen aufgearbeitet werden. Oct-1-en-3-ol kann auch synthetisch, ausgehend von Glycerin und 1-Brompentan, hergestellt werden:

Mehrstufige Synthese von Oct-1-en-3-ol

Stufe 1: Herstellung von Propenal aus Glycerin

In einem Rundkolben wird Glycerin mit einem wasserentziehenden Mittel auf 200 °C erhitzt. Das entstehende Propenal wird abgeleitet, gekühlt und in einem Kolben aufgefangen.

Stufe 2: Herstellung der sogenannten Grignard-Verbindung aus 1-Brompentan

Ein Zweihalskolben wird über einem Magnetrührer angeordnet und mit einem Tropftrichter, einem Rückflusskühler, auf den ein Calciumchlorid-Rohr aufgesetzt ist, und einem Rührkern versehen. In diesem Kolben werden Magnesiumspäne mit Diethylether übergossen. Eine dem eingesetzten Magnesium entsprechende Stoffmenge 1-Brompentan wird in Diethylether gelöst und in den Tropftrichter gefüllt. Unter Rühren wird ein kleiner Teil der 1-Brompentan-Lösung in den Kolben gegeben, wobei sich die Lösung bis zum Sieden erwärmt. Anschließend wird die restliche Lösung des 1-Brompentans unter weiterem Rühren langsam so zugetropft, dass der Ether weiter leicht siedet.

Stufe 3: Umsetzung der Grignard-Verbindung aus Stufe 2 mit Propenal (vereinfachte Darstellung)

Die Grignard-Verbindung wird unter Rühren mit Propenal, das in Stufe 1 hergestellt wurde, zur Reaktion gebracht. Das Reaktionsprodukt wird anschließend durch Zugabe von zerstoßenem Eis hydrolysiert. Oct-1-en-3-ol wird nach Abtrennen der Etherphase und Destillation des Diethylethers als farbloses, öliges Produkt erhalten.

Als alternative Synthese wird vorgeschlagen, den Aromastoff Oct-1-en-3-ol aus Bromethen und Hexanal durch eine Grignard-Reaktion herzustellen.



Name: _____

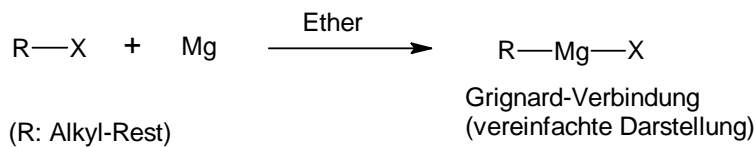
Zusatzinformationen:

Wasserfreies **Calciumchlorid** (CaCl_2) ist stark hygroskopisch (wasserziehend); das Calciumchlorid-Röhrchen verhindert das Eindringen von Luftfeuchtigkeit und ermöglicht einen Druckausgleich.

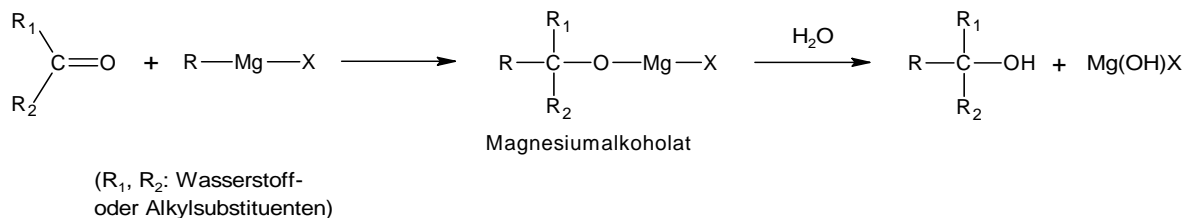
Ether

Strukturformel: $(\text{R}-\text{O}-\text{R}')$, Beispiel: Diethylether, $\text{H}_5\text{C}_2-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$ ($K_p = 34,5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Grignard-Verbindungen sind magnesiumorganische Verbindungen. Sie werden durch Umsetzung von Alkylhalogeniden mit metallischem Magnesium in Diethylether hergestellt:

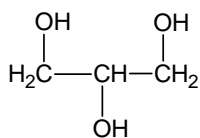


Grignard-Verbindungen reagieren mit Carbonyl-Verbindungen. Die gebildeten Magnesiumalkoholate werden durch Hydrolyse zu Alkoholen umgesetzt. Abhängig von der eingesetzten Carbonyl-Verbindung werden primäre, sekundäre oder tertiäre Alkohole gebildet:

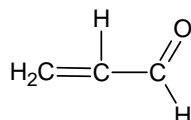


Elektronegativitätswerte:

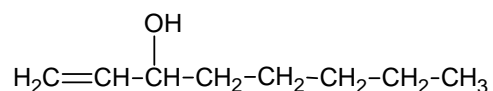
Wasserstoff	2,1	Magnesium	1,2	Sauerstoff	3,5
Kohlenstoff	2,5	Brom	2,8		



Glycerin



Propenal



Oct-1-en-3-ol

Unterlagen für die Lehrkraft**Abiturprüfung 2014****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Synthese von Oct-1-en-3-ol – einem Pilzaroma**

1. Geben Sie die Strukturformeln der angegebenen C-8-Verbindungen des Pilzaromas an und ordnen Sie diese Verbindungen Stoffklassen der organischen Chemie zu. Beschreiben Sie ein Experiment, mit dem die Doppelbindung in Oct-1-en-3-ol nachgewiesen werden kann. (18 Punkte)
2. Zeichnen Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Durchführung der Grignard-Reaktion in Stufe 2. Stellen Sie die Reaktionsgleichungen für die ablaufenden Reaktionen der Stufen 1, 2 und 3 auf. Geben Sie für die Reaktionen der Stufen 1 und 3 die Reaktionstypen an. (24 Punkte)
3. Begründen Sie, warum die Grignard-Verbindung als Nukleophil die Carbonylgruppe des Aldehyds angreift. Erläutern Sie, warum Diethylether als Lösemittel für Grignard-Reaktionen geeignet ist. Überprüfen Sie den Vorschlag, Oct-1-en-3-ol aus Bromethen und Hexanal herzustellen. (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Helbling, F.: Synthese eines Pilzaromas, in: PdN-Ch. 3/49. Jg. 2000, S. 19 ff.
- Autorenkollektiv: Organikum – Organisch-chemisches Grundpraktikum, 9. Auflage, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1970, S. 555 f.
- Lissautzki, D.; Ohlmer, K.; Stück, R.; Zenger, D.: Organische Chemie, Theorie – Experiment, Band 1, Diesterweg/Salle Verlag, Frankfurt a. M. 1978, S. 135

¹ 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

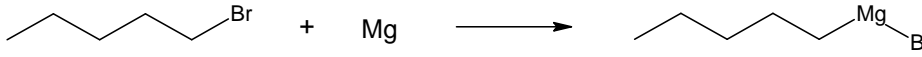
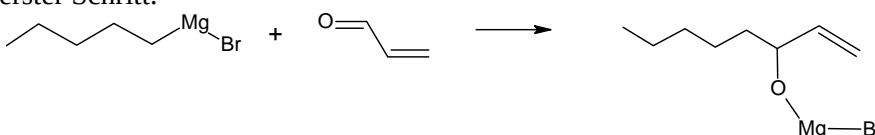
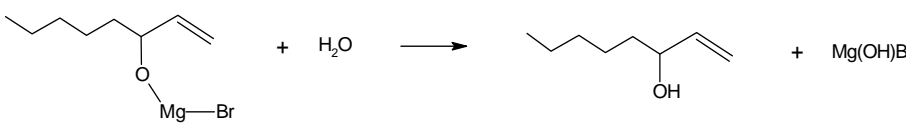
Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt die Strukturformeln der angegebenen C-8-Verbindungen des Pilzaromas an.	5
2	ordnet die Verbindungen Stoffklassen der organischen Chemie zu. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling unter Berücksichtigung der funktionellen Gruppen die entsprechenden Stoffklassen – Alkene, Alkanole und Alkanone – angibt.)	6
3	beschreibt ein Experiment, mit dem die Doppelbindung in Oct-1-en-3-ol nachgewiesen werden kann. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die Additionsreaktion von Brom an die Doppelbindung und die damit verbundene Entfärbung des Reaktionsgemisches beschreibt. Alternativ können auch andere Nachweisreaktionen, z. B. die Baeyersche Probe, beschrieben werden.)	7
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	zeichnet einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Durchführung der Grignard-Reaktion in Stufe 2. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling eine Zeichnung der beschriebenen Apparatur mit den angegebenen oder mit aus dem Unterricht bekannten Geräten anfertigt.)</i>	6
2a	stellt die Reaktionsgleichung für die ablaufende Reaktion der Stufe 1 auf, z. B.: • $ \begin{array}{c} \text{OH} & & \text{OH} \\ & & \\ \text{H}_2\text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 \\ & & \\ & & \text{OH} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} & & \text{O} \\ & & // \\ \text{H}_2\text{C} = & \text{C} & - & \text{C} \\ & & \\ & & \text{H} \end{array} + 2 \text{H}_2\text{O} $	4
2b	stellt die Reaktionsgleichung für die ablaufende Reaktion der Stufe 2 auf, z. B.: • 	3
2c	stellt die Reaktionsgleichungen für die ablaufenden Reaktionen der Stufe 3 auf, z. B.: • erster Schritt:  • zweiter Schritt: 	8
3	gibt für die Reaktionen der Stufen 1 und 3 die Reaktionstypen an: • Stufe 1: Eliminierung, • Stufe 3, 1. Schritt: Additionsreaktion, • Stufe 3, 2. Schritt: Substitution (MgBr-Rest wird gegen ein H-Atom ausgetauscht).	3
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>begründet, warum die Grignard-Verbindung als Nukleophil die Carbonylgruppe des Aldehyds angreift, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Kohlenstoff-Magnesium-Bindung ist aufgrund der großen Elektronegativitätsdifferenz stark polar, d. h., das Kohlenstoff-Atom ist in dieser Bindung partiell negativ, das Magnesium-Atom partiell positiv geladen. Der organische Rest mit dem partiell negativ geladenen Kohlenstoff-Atom kann demzufolge stark nukleophil reagieren. Das Kohlenstoff-Atom der Carbonylgruppe des Aldehyds ist partiell positiv geladen und kann daher durch Nukleophile angegriffen werden. 	6
2	<p>erläutert, warum Diethylether als Lösemittel für Grignard-Reaktionen geeignet ist, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diethylether ist aufgrund der beiden unpolaren Ethylgruppen in seinen Molekülen ein geeignetes Lösemittel für die relativ unpolaren Stoffe 1-Brompentan und Propenal. Aufgrund der polaren C-O-C-Gruppe in den Molekülen ist Diethylether ein ausreichend polares Lösemittel, in dem die stark polare Kohlenstoff-Magnesium-Bindung der Grignard-Verbindung gebildet werden kann. Diethylether geht keine Reaktionen mit den eingesetzten Reagenzien ein. 	6
3	<p>überprüft den Vorschlag, Oct-1-en-3-ol aus Bromethen und Hexanal herzustellen. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die Reaktionsschritte der Grignard-Reaktion auf die neuen Edukte überträgt (Bromethen und Magnesium reagieren zur entsprechenden Grignard-Verbindung, Reaktion der Grignard-Verbindung mit Hexanal zum Magnesiumalkoholat, anschließende Hydrolyse) und so zeigt, dass bei der Reaktion ebenfalls Oct-1-en-3-ol entsteht.)</p>	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"> strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich, verwendet eine differenzierte und präzise Sprache, veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc., gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	3

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	gibt die Strukturformeln ...	5			
2	ordnet die Verbindungen ...	6			
3	beschreibt ein Experiment ...	7			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	18			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	zeichnet einen beschrifteten ...	6			
2a	stellt die Reaktionsgleichung ...	4			
2b	stellt die Reaktionsgleichung ...	3			
2c	stellt die Reaktionsgleichungen ...	8			
3	gibt für die ...	3			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	24			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	begründet, warum die ...	6			
2	erläutert, warum Diethylether ...	6			
3	überprüft den Vorschlag ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	18			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			
--	---	-----------	--	--	--

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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktsumme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	67			
Übertrag der Punktsumme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	67			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	134			
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



Name: _____

Abiturprüfung 2014

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Essigreiniger und Salzsäurereiniger

1. Ermitteln Sie die Konzentration der Essigsäure im Essigreiniger. Überprüfen Sie, ob eine Ermittlung der Essigsäurekonzentration anhand einer Berechnung ausgehend vom pH-Wert des Essigreinigers zu einem ebenfalls genauen Ergebnis führt. Vergleichen Sie die Säurekonzentrationen der beiden Haushaltsreiniger mit der Säurekonzentration von Haushaltsessig. *(20 Punkte)*
2. Erläutern Sie unter Angabe einer Reaktionsgleichung, worauf die Entfernung von Kalkablagerungen durch beide Reiniger beruht. Erläutern Sie anhand dieser Reaktion den Säure-Base-Begriff nach Brönsted. Erläutern Sie am Beispiel der Essigsäure mithilfe des Massenwirkungsgesetzes, was man unter Säurestärke und pK_S -Wert versteht. *(20 Punkte)*
3. Berechnen Sie die Konzentration der bei Versuch 2 eingesetzten Salzsäure-Lösung. Erklären Sie die Beobachtungen bei Versuch 2 zur Wirksamkeit von Essigsäure-Lösung und Salzsäure-Lösung. Prüfen Sie, ob bei Verwendung des handelsüblichen Salzsäurereinigers andere Versuchsbeobachtungen zu machen sind als bei Verwendung der dort eingesetzten Salzsäure-Lösung. *(20 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

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



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Im Handel werden sowohl Essigreiniger als auch Salzsäurereiniger zum Entfernen von Kalkablagerungen angeboten.

Ein handelsüblicher Essigreiniger weist einen pH-Wert von $\text{pH} = 2,4$ auf, ein Salzsäurereiniger einen pH-Wert von $\text{pH} = 0$.

Versuch 1:

Zur Bestimmung der Säurekonzentration des Essigreinigers wurden 25 mL dieser Lösung mit Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/L}$ titriert. Dabei wurden bis zum Umschlagspunkt des Indikators folgende Volumina an Natronlauge verbraucht:

Titration	1	2	3
$V(\text{NaOH})$ in mL	29,8	29,7	29,9

Versuch 2:

Um die Wirksamkeit von Essigsäure-Lösung und Salzsäure-Lösung als Kalkentferner vergleichend zu untersuchen, wurden weitere Versuche durchgeführt:

Es wurden eine Essigsäure-Lösung und eine Salzsäure-Lösung hergestellt, die jeweils den pH-Wert 3,0 besaßen. Beide Lösungen wurden mit dem Indikator Methylrot versetzt. Die Lösungen färbten sich rot. Mit beiden Lösungen wurden Kalkablagerungen auf Heizelementen von Wasserkochern entfernt.

Zunächst entstand bei der Behandlung der Heizelemente mit beiden Lösungen ein Gas, die Kalkablagerungen nahmen ab. Nach kurzer Zeit wurde die Gasentwicklung im Versuch mit der Salzsäure-Lösung deutlich geringer, während im Versuch mit der Essigsäure-Lösung die Gasentwicklung fast unverändert anhielt. Die Essigsäure-Lösung war nach wie vor rot gefärbt, die Salzsäure-Lösung hingegen gelborange. In beiden Fällen waren nach Beendigung der Gasentwicklung noch Kalkablagerungen sichtbar.



Name: _____

Zusatzinformationen:

Haushaltssessig enthält einen Massenanteil an Essigsäure von etwa $w = 5,0 \%$.

Dichte von Essig: $\rho \approx 1,0 \text{ g/mL}$

Molare Masse von Essigsäure: $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g/mol}$

pK_S-Wert der Essigsäure: $\text{pK}_S = 4,76$

$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,058 \text{ mol/L}$ bei einem pH-Wert von 3,0

Indikator	Umschlagsbereich	Farbumschlag
Methylrot	4,4 ... 6,2	rot – gelborange

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2014

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Essigreiniger und Salzsäurereiniger

1. Ermitteln Sie die Konzentration der Essigsäure im Essigreiniger. Überprüfen Sie, ob eine Ermittlung der Essigsäurekonzentration anhand einer Berechnung ausgehend vom pH-Wert des Essigreinigers zu einem ebenfalls genauen Ergebnis führt. Vergleichen Sie die Säurekonzentrationen der beiden Haushaltsreiniger mit der Säurekonzentration von Haushaltsessig. (20 Punkte)
2. Erläutern Sie unter Angabe einer Reaktionsgleichung, worauf die Entfernung von Kalkablagerungen durch beide Reiniger beruht. Erläutern Sie anhand dieser Reaktion den Säure-Base-Begriff nach Brönsted. Erläutern Sie am Beispiel der Essigsäure mithilfe des Massenwirkungsgesetzes, was man unter Säurestärke und pK_S -Wert versteht. (20 Punkte)
3. Berechnen Sie die Konzentration der bei Versuch 2 eingesetzten Salzsäure-Lösung. Erklären Sie die Beobachtungen bei Versuch 2 zur Wirksamkeit von Essigsäure-Lösung und Salzsäure-Lösung. Prüfen Sie, ob bei Verwendung des handelsüblichen Salzsäurereinigers andere Versuchsbeobachtungen zu machen sind als bei Verwendung der dort eingesetzten Salzsäure-Lösung. (20 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Sicherheitsdatenblatt „Frosch WC-Essigreiniger“ der Firma Werner & Mertz GmbH vom 22.08.2007
http://www.hygi.de/frosch_essig_wc_reiniger,pd,6090.html (Zugriff 02.07.2013)
- Sicherheitsdatenblatt „Bref POWER 6xEffekt WC-KraftGel Ocean“ der Firma Henkel vom 08.02.2012
http://www.hygi.de/bref_power_wc_kraft_gel,pd,37105.html (Zugriff 02.07.2013)

¹ 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"> • Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen: Säure-Base-Begriff nach Brönsted, Autoprotolyse des Wassers, pH-, pK_s-Wert • Einfache Titrations mit Endpunktbestimmungen <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	ermittelt die Konzentration der Essigsäure im Essigreiniger, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Der Mittelwert der verbrauchten Natronlauge beträgt $V(\text{NaOH}) = 29,8 \text{ mL}$. • $c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{Essigreiniger}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$ • $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) : V(\text{Essigreiniger})$ • $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1 \text{ mol/L} \cdot 29,8 \text{ mL} : 25 \text{ mL} = 1,19 \text{ mol/L}$ 	6
2	überprüft, ob eine Ermittlung der Essigsäurekonzentration anhand einer Berechnung ausgehend vom pH-Wert des Essigreinigers zu einem ebenfalls genauen Ergebnis führt, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • $\text{pH} = -\lg\{c(\text{H}_3\text{O}^+)\}$; $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}}$; $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-2,4} \text{ mol/L}$ • Es gilt für schwache Säuren: $c(\text{H}_3\text{O}^+) = [K_s \cdot c_0(\text{Essigsäure})]^{1/2}$; $c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = [c(\text{H}_3\text{O}^+)]^2 : K_s$. • $c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = (10^{-2,4} \text{ mol/L})^2 : 10^{-4,76} \text{ mol/L} = 0,91 \text{ mol/L}$ • Die anhand des pH-Wertes errechnete Essigsäurekonzentration stimmt nur unzureichend mit der durch Titration ermittelten Stoffmengenkonzentration der Essigsäure überein. 	6

3	<p>vergleicht die Säurekonzentrationen der beiden Haushaltsreiniger mit der Säurekonzentration von Haushaltsessig, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Salzsäurereiniger hat einen pH-Wert von $\text{pH} = 0$. • Die Salzsäurekonzentration beträgt $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$. • Der Haushaltsessig hat eine Massenkonzentration an Essigsäure von $\beta(\text{CH}_3\text{COOH}) = 50 \text{ g/L}$. • Die Stoffmengenkonzentration beträgt $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \beta(\text{CH}_3\text{COOH}) : M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 50 \text{ g/L} : 60 \text{ g/mol}$, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,833 \text{ mol/L}$. • Die Säurekonzentrationen des Essigreiners und des Salzsäurereiners sind höher als die Säurekonzentration des Haushaltsessigs. 	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert unter Angabe einer Reaktionsgleichung, worauf die Entfernung von Kalkablagerungen durch beide Reiniger beruht, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beide Reiniger enthalten Oxonium-Ionen in wässriger Lösung, die mit dem Kalk reagieren. • Bei dieser Reaktion entstehen gasförmiges Kohlenstoffdioxid, Wasser und Calcium-Ionen. • $2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ 	6
2	<p>erläutert anhand dieser Reaktion den Säure-Base-Begriff nach Brönsted, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxonium-Ionen wirken als Säure und Wasser-Moleküle als korrespondierende Base. • Als Base kann nur das Carbonat-Ion fungieren. • Durch Aufnahme von ein oder zwei Protonen entstehen Hydrogencarbonat-Ionen bzw. Kohlensäure-Moleküle. 	6
3	<p>erläutert am Beispiel der Essigsäure mithilfe des Massenwirkungsgesetzes, was man unter Säurestärke und $\text{p}K_S$-Wert versteht, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Massenwirkungsgesetz (MWG) für den K_S-Wert von Essigsäure: $K_S = c(\text{H}_3\text{CCOO}^-) \cdot c(\text{H}_3\text{O}^+) : c(\text{H}_3\text{CCOOH})$ • $\text{p}K_S$-Wert: $\text{p}K_S = -\log\{K_S\}$ • Je stärker eine Säure ist, desto größer ist der Anteil an protolysierten Säure-Molekülen. • Eine stärkere Säure als Essigsäure ist stärker protolysiert und hat einen größeren K_S-Wert bzw. einen kleineren $\text{p}K_S$-Wert. (Hinweis: Es können auch ähnliche Argumentationsmuster akzeptiert werden.) 	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	berechnet die Konzentration der bei Versuch 2 eingesetzten Salzsäure-Lösung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Für die vollständig protolysiert vorliegende Salzsäure gilt: $\text{pH} = -\log\{c(\text{H}_3\text{O}^+)\}$, $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol/L} = 0,001 \text{ mol/L}$. Somit gilt $c(\text{HCl}) = 10^{-3} \text{ mol/L} = 0,001 \text{ mol/L}$. 	2
2a	erklärt die Beobachtungen bei Versuch 2 zur Wirksamkeit von Essigsäure-Lösung und Salzsäure-Lösung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Das entstehende Gas ist Kohlenstoffdioxid; die Entwicklung dieses Gases ist ein Maß für die Reaktion der sauren Lösungen mit den Kalkablagerungen. Salzsäure-Lösung und Essigsäure-Lösung haben zu Beginn den gleichen pH-Wert, deshalb sind sie zunächst gleich wirksam. Die Essigsäure liegt weitgehend unprotolysiert vor, bei der Reaktion der Oxonium-Ionen mit Calciumcarbonat werden durch Protolyse der Essigsäure weitere Oxonium-Ionen nachgebildet. 	6
2b	erklärt die Beobachtungen bei Versuch 2 zur Wirksamkeit von Essigsäure-Lösung und Salzsäure-Lösung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Da die Konzentration der Salzsäure-Lösung sehr viel geringer ist als die Konzentration der Essigsäure-Lösung, wird die Salzsäure bei der Reaktion mit dem Kalk schneller verbraucht. Der Farbumschlag des Indikators Methylrot zeigt an, dass die Essigsäure-Lösung nach wie vor sauer ist ($\text{pH} < 4,4$), während die Salzsäure-Lösung kaum bzw. nicht mehr sauer ist ($\text{pH} \geq 6,2$). Der Farbumschlag des Indikators bestätigt den Verbrauch der Salzsäure. 	4
3	prüft, ob bei Verwendung des handelsüblichen Salzsäurereinigers andere Beobachtungen zu machen sind als bei Verwendung der dort eingesetzten Salzsäure-Lösung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Der Salzsäurereiniger hat eine Konzentration von $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$ mit einem pH-Wert von $\text{pH} = 0$, die im Versuch 2 verwendete Salzsäure-Lösung hat eine Konzentration von $c(\text{HCl}) = 0,001 \text{ mol/L}$ mit einem pH-Wert von 3,0. Der Salzsäurereiniger löst die Kalkablagerungen aufgrund der 1000-fach größeren Konzentration schneller auf als die Salzsäure-Lösung und es wird mehr Kalk gelöst. Die Gasentwicklung ist heftiger und hält ggf. länger an als bei der Salzsäure-Lösung, ein Farbumschlag von Methylrot erfolgt – wenn überhaupt – erst nach längerer Zeit. Auch das Metall der Heizstäbe könnte durch den Salzsäurereiniger angegriffen werden. 	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"> strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich, verwendet eine differenzierte und präzise Sprache, veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc., gestaltet seine Arbeit formal ansprechend. 	3

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	ermittelt die Konzentration ...	6			
2	überprüft, ob eine ...	6			
3	vergleicht die Säurekonzentrationen ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		20			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert unter Angabe ...	6			
2	erläutert anhand dieser ...	6			
3	erläutert am Beispiel ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		20			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	berechnet die Konzentration ...	2			
2a	erklärt die Beobachtungen ...	6			
2b	erklärt die Beobachtungen ...	4			
3	prüft, ob bei ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	20			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			
--	---	-----------	--	--	--

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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	67			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	67			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	134			
aus der Punktzahl 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



Name: _____

Abiturprüfung 2014

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Phenolrot und Bromphenolblau

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit von Phenolrot in alkalischer Lösung. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur zu der in der Abbildung 2 angegebenen Grenzstruktur. Erklären Sie die unterschiedliche Farbigkeit und Löslichkeit von Phenolrot in saurer und alkalischer Lösung. (22 Punkte)
2. Erläutern Sie den schrittweisen Ablauf der Bromierung von Phenolrot zu Bromphenolblau an einem geeigneten Strukturausschnitt. Begründen Sie, warum die Bromierung von Phenolrot an den angegebenen Positionen erfolgt. (22 Punkte)
3. Erklären Sie die blauviolette Färbung der Haut durch den Indikator Bromphenolblau beim Berühren von Gegenständen, die mit dem gelblichen Indikatorpulver bestreut worden sind. Stellen Sie eine Hypothese auf, mit der sich die Intensivierung der Färbung beim Waschen erklären lässt. Prüfen Sie, ob Phenolrot eine ähnlich intensive Färbung der Haut zeigt. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

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



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Phenolrot und Bromphenolblau sind gebräuchliche Säure-Base-Indikatoren. Sie sind relativ schlecht löslich in Wasser, aber gut löslich in verdünnter Natronlauge. In saurer Lösung zeigen beide Indikatoren eine gelbe Färbung; eine alkalische Phenolrot-Lösung ist rot, eine Bromphenolblau-Lösung blauviolett gefärbt.

Bromphenolblau färbt die Haut, deren pH-Wert zwischen 4,8 und 5,5 liegt, blauviolett an. Der Farbstoff wurde daher auch in der Kriminalistik verwendet:

Man bestreute beispielsweise Geldscheine oder Geldkassetten mit dem hellgelben, kaum sichtbaren Bromphenolblau-Pulver. Wenn beispielsweise Unbefugte diese Gegenstände berührten, färbten sich ihre Finger intensiv blauviolett und konnten dadurch identifiziert werden. Beim Versuch, die Farbe abzuwaschen, wurde die blauviolette Färbung zunächst sogar noch intensiver.

Bromphenolblau kann durch Bromierung von Phenolrot nach folgendem Schema hergestellt werden:

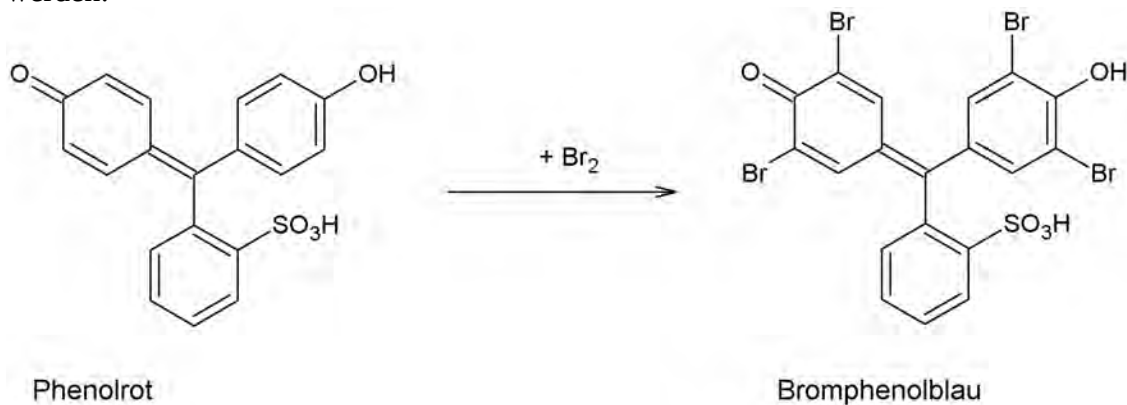
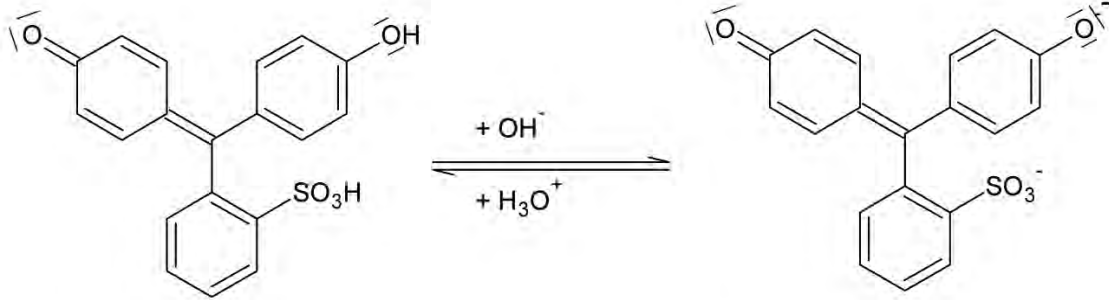


Abbildung 1



Name: _____

Zusatzinformationen:



Phenolrot, saure Lösung, gelb

Phenolrot, alkalische Lösung, rot

Abbildung 2

Zusammenhang von absorbiertes Strahlung, zugehöriger Spektralfarbe und beobachteter Komplementärfarbe

Wellenlänge λ 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

Umschlagsbereiche und Farbumschläge der Indikatoren Phenolrot und Bromphenolblau

Indikator	pH-Wert des Umschlagsbereiches	beobachteter Farbumschlag
Phenolrot	6,8 bis 8,2	gelb – rot
Bromphenolblau	3,0 bis 4,6	gelb – blauviolett

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2014

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Phenolrot und Bromphenolblau

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit von Phenolrot in alkalischer Lösung. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur zu der in der Abbildung 2 angegebenen Grenzstruktur. Erklären Sie die unterschiedliche Farbigkeit und Löslichkeit von Phenolrot in saurer und alkalischer Lösung. (22 Punkte)
2. Erläutern Sie den schrittweisen Ablauf der Bromierung von Phenolrot zu Bromphenolblau an einem geeigneten Strukturausschnitt. Begründen Sie, warum die Bromierung von Phenolrot an den angegebenen Positionen erfolgt. (22 Punkte)
3. Erklären Sie die blauviolette Färbung der Haut durch den Indikator Bromphenolblau beim Berühren von Gegenständen, die mit dem gelblichen Indikatorpulver bestreut worden sind. Stellen Sie eine Hypothese auf, mit der sich die Intensivierung der Färbung beim Waschen erklären lässt. Prüfen Sie, ob Phenolrot eine ähnlich intensive Färbung der Haut zeigt. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Römpps Chemie-Lexikon, 8. Auflage 1985, Stichwort Bromphenolblau

4. Bezüge zu den Vorgaben 2014

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Theoriekonzept: Das aromatische System

Themenfeld: Farbstoffe und Farbigkeit (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Indigofarbstoffe)

2. Medien/Materialien

- entfällt

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

5. Zugelassene Hilfsmittel

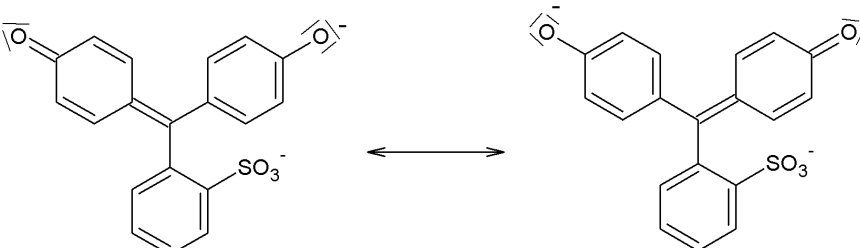
- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit von Phenolrot in alkalischer Lösung. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erklärung Aussagen macht zum Zusammenhang zwischen der roten Farbe der alkalischen Form von Phenolrot und der Absorption von blaugrünem Licht, zur Anregung von delokalisierten Elektronen sowie zum Vorliegen eines ausgedehnten π-Elektronensystems, das sich über durch ein zentrales Kohlenstoff-Atom verbundene Phenylringe erstreckt.)</i></p>	6
2	<p>zeichnet eine weitere mesomere Grenzstruktur, z. B.:</p>  <p><i>(Hinweis: Es muss eine Grenzstruktur angegeben werden, die für die Erklärung der Farbigkeit von Bedeutung ist.)</i></p>	4
3a	<p>erklärt die unterschiedliche Farbigkeit von Phenolrot in saurer und alkalischer Lösung, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In alkalischer Lösung erfolgt eine Deprotonierung der Sulfonsäuregruppe und der Hydroxygruppe. • Durch die Deprotonierung der Hydroxygruppe wird der +M-Effekt verstärkt, so dass sich die Absorption in den langwelligeren Bereich von blau nach blaugrün verschiebt, die beobachtete Farbe ändert sich von gelb zu rot. 	6
3b	<p>erklärt die unterschiedliche Löslichkeit von Phenolrot in saurer und alkalischer Lösung. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen dazu macht, dass Phenolrot in saurer Lösung als Molekül, in alkalischer Lösung hingegen als Ion vorliegt und dadurch in alkalischer Form gut wasserlöslich ist.)</i></p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erläutert den schrittweisen Ablauf der Bromierung von Phenolrot zu Bromphenolblau an einem geeigneten Strukturausschnitt. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung Aussagen macht zur elektrophilen Substitution von Wasserstoff durch Brom unter Abspaltung von Bromwasserstoff, zur Bildung des π - und σ -Komplexes und zur Rearomatisierung unter Bildung von Bromphenolblau.)	8
1b	erläutert den schrittweisen Ablauf der Bromierung von Phenolrot zu Bromphenolblau an einem geeigneten Strukturausschnitt, z. B.: (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Reaktionsschemata für die Bromierung in o-Stellung zur Hydroxygruppe unter Bildung des σ -Komplexes und eines Bromid-Ions und für die Rearomatisierung durch Abspaltung eines Protons angibt.)	8
2	begründet, warum die Bromierung von Phenolrot an den angegebenen Positionen erfolgt. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Begründung Aussagen macht zur Aktivierung der beiden aromatischen Ringe durch die Hydroxygruppe bzw. das Sauerstoff-Atom in ortho-Stellung und zur Deaktivierung des dritten Ringes durch die Sulfonsäuregruppe.)	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt die blauviolette Färbung der Haut durch den Indikator Bromphenolblau, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Haut bzw. Hautschweiß haben einen pH-Wert von 4,9 bis 5,5. Da Bromphenolblau in einer Lösung mit einem pH-Wert über 4,6 blauviolett ist, werden die Finger blau gefärbt. 	6
2	stellt eine Hypothese auf, mit der sich die Intensivierung der Färbung beim Waschen erklären lässt, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Beim Waschen mit Wasser, pH-Wert 7 (oder mit Seifenlösung, $\text{pH} > 7$) wird vermehrt aus noch ungelöster saurer (gelber) Form die basische (blauviolette) lösliche Form von Bromphenolblau gebildet: Die Färbung wird stärker. 	6
3	prüft, ob Phenolrot eine ähnlich intensive Färbung der Haut zeigt, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Nur Bromphenolblau hat einen Umschlagsbereich, der kleiner ist als der pH-Wert der Haut und auf der Haut in der basischen, intensiv gefärbten Form vorliegt. Phenolrot verursacht lediglich eine Gelbfärbung. 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	erklärt den Zusammenhang ...	6			
2	zeichnet eine weitere ...	4			
3a	erklärt die unterschiedliche ...	6			
3b	erklärt die unterschiedliche ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		22			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erläutert den schrittweisen ...	8			
1b	erläutert den schrittweisen ...	8			
2	begründet, warum die ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		22			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erklärt die blauviolette ...	6			
2	stellt eine Hypothese ...	6			
3	prüft, ob Phenolrot ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			
--	---	-----------	--	--	--

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

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

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 2014

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Polymethacrylsäuremethylester als Reaktionsklebstoff

1. Erläutern Sie mithilfe von geeigneten Strukturformelausschnitten und Reaktionsschemata die radikalische Polymerisation von Methacrylsäuremethylester. Begründen Sie die eingeschränkte Wärmebeständigkeit einer Verklebung mit PMMA. Erläutern Sie, warum bei Zugabe einer größeren Menge an Härter die Kettenlänge der Polymere kürzer ist. *(20 Punkte)*
2. Skizzieren Sie einen beschrifteten Querschnitt einer Verklebung. Erläutern Sie mögliche zwischenmolekulare Wechselwirkungen innerhalb der Kohäsionszone und innerhalb der Adhäsionszone bei Verklebung von Fügeteilen aus Holz und Polyethylen mit PMMA mithilfe von Strukturformeln. Beurteilen Sie, inwieweit PMMA zum Kleben von Holz bzw. Polyethylen geeignet ist. *(24 Punkte)*
3. Erläutern Sie, warum als Klebstoffe nur makromolekulare Verbindungen geeignet sind. Erklären Sie die geringere Festigkeit einer Verklebung bei Zugabe einer größeren Menge an Härter. Begründen Sie, warum Kleber auf Basis von Methacrylsäuremethylester ohne Lösemittel auskommen. *(16 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

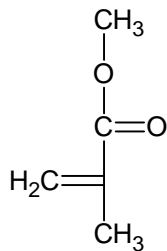
- Wissenschaftlicher Taschenrechner (ohne oder mit Grafikfähigkeit)
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Zum Kleben von vielen Kunststoffen untereinander und zum Kleben von Metallen mit Kunststoffen wird in der Industrie häufig ein Klebstoff auf Basis von Methacrylsäuremethylester verwendet.



Methacrylsäuremethylester

Bei diesem Klebstoff handelt es sich um einen sogenannten Reaktionsklebstoff, d. h., erst während des Klebevorgangs bildet sich aus Methacrylsäuremethylester (MMA) das Polymer Polymethacrylsäuremethylester (PMMA), das für die Verklebung verantwortlich ist. Methacrylsäuremethylester ist bei Raumtemperatur flüssig.

Vor dem Auftragen des Klebstoffes wird Methacrylsäuremethylester mit einem Härter vermischt. Als Härter dient häufig Dibenzoylperoxid. Die Aushärtung der Mischung aus MMA-Monomeren und Härter (3 bis 5 %) läuft nach dem Mechanismus der radikalischen Polymerisation ab. Bei einem größeren Anteil an Härter verringert sich die Festigkeit des Klebstoffes.

PMMA-Klebstoffe halten einer Temperaturbelastung zwischen ca. $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis ca. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, kurzzeitig sogar bis $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ stand.

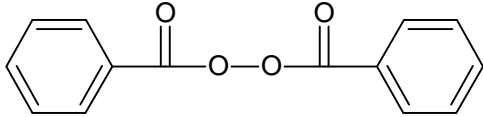
Kleben ist das Verbinden zweier sogenannter Fügeteile mittels eines Klebstoffes. Der Klebstoff wird flüssig aufgetragen und härtet im Falle von PMMA während des Klebevorgangs aus. Der ausgehärtete Klebstoff besteht aus Makromolekülen. Bei der Verklebung unterscheidet man (vereinfacht) zwischen Adhäsionszone und Kohäsionszone. Als Adhäsionszone wird die Grenzschicht zwischen Fügeteil und Klebstoff bezeichnet, als Kohäsionszone die Zone innerhalb des Klebstoffes. Zwischen Fügeteil und Klebstoff wirken zwischenmolekulare Kräfte. Chemische Reaktionen zwischen der Oberfläche des Fügeteils und dem Klebstoff finden in der Regel nicht statt. Maßgeblich für die Belastbarkeit einer Klebestelle ist die schwächste Stelle innerhalb der Klebung.



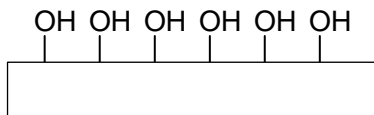
Name: _____

Zusatzinformationen:

Dibenzoylperoxid



Stark vereinfachte modellhafte Darstellung der Oberfläche von Holz:



Unterlagen für die Lehrkraft**Abiturprüfung 2014****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Polymethacrylsäuremethylester als Reaktionsklebstoff**

1. Erläutern Sie mithilfe von geeigneten Strukturformelausschnitten und Reaktionsschemata die radikalische Polymerisation von Methacrylsäuremethylester. Begründen Sie die eingeschränkte Wärmebeständigkeit einer Verklebung mit PMMA. Erläutern Sie, warum bei Zugabe einer größeren Menge an Härter die Kettenlänge der Polymere kürzer ist. (20 Punkte)
2. Skizzieren Sie einen beschrifteten Querschnitt einer Verklebung. Erläutern Sie mögliche zwischenmolekulare Wechselwirkungen innerhalb der Kohäsionszone und innerhalb der Adhäsionszone bei Verklebung von Füge­teilen aus Holz und Polyethylen mit PMMA mithilfe von Strukturformeln. Beurteilen Sie, inwieweit PMMA zum Kleben von Holz bzw. Polyethylen geeignet ist. (24 Punkte)
3. Erläutern Sie, warum als Klebstoffe nur makromolekulare Verbindungen geeignet sind. Erklären Sie die geringere Festigkeit einer Verklebung bei Zugabe einer größeren Menge an Härter. Begründen Sie, warum Kleber auf Basis von Methacrylsäuremethylester ohne Lösemittel auskommen. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Tiede, B. : Makromolekulare Chemie, 2. Aufl., WILEY-VCH Verlag, Weinheim 2005
- Informationsserie des Fonds der Chemischen Industrie, 27: Kleben/Klebstoffe, 2001
- http://www.uhu.com/produkte/2-komponenten-klebstoffe/detail/uhu-plus-acrylit2-k-acrylatkleber.html?step=49&cHash=bf2172d6f379478eacca9285_aa3a1562
(Zugriff 30.05.2013)

¹ 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"> • entfällt
--

5. Zugelassene Hilfsmittel

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

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

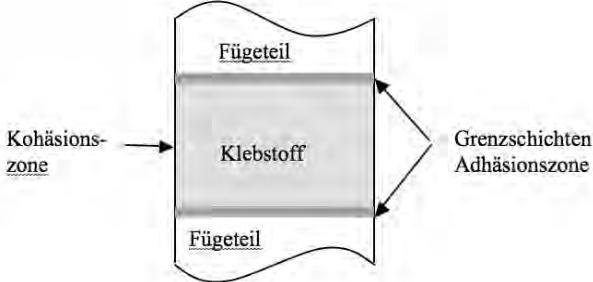
Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erläutert mithilfe von geeigneten Strukturformelausschnitten die radikalische Polymerisation von Methacrylsäuremethylester. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Bildung des Startradikals aus Dibenzoylperoxid, den Kettenstart, die Kettenfortpflanzung und den Kettenabbruch eingeht.)	5
1b	erläutert mithilfe von geeigneten Strukturformelausschnitten und Reaktionsschemata die radikalische Polymerisation von Methacrylsäuremethylester. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling für die Bildung des Startradikals aus Dibenzoylperoxid, den Kettenstart, die Kettenfortpflanzung und den Kettenabbruch entsprechende Reaktionsschemata mit Strukturformeln angibt.)	5
2	begründet die eingeschränkte Wärmebeständigkeit einer Verklebung mit PMMA, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Bei der Polymerisation von MMA entstehen lange unvernetzte Polymerketten. • Die zwischenmolekularen Kräfte zwischen den einzelnen Ketten können durch Energiezufuhr überwunden werden, PMMA ist ein Thermoplast und schmilzt. • Wenn PMMA schmilzt, wird die Verklebung weich und verliert die Festigkeit. 	6
3	erläutert, warum bei Zugabe einer größeren Menge an Härter die Kettenlänge der polymeren Moleküle kürzer ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Bei Zugabe einer größeren Menge an Härter werden mehr Startreaktionen initiiert. • Es stehen für die einzelnen Ketten nicht mehr so viele Monomere zur Verfügung. Die Ketten werden daher kürzer. 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	skizziert einen beschrifteten Querschnitt einer Verklebung, z. B.: 	6
2a	erläutert mögliche zwischenmolekulare Wechselwirkungen innerhalb der Kohäsionszone bei einer Verklebung mit PMMA, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Zwischen den einzelnen PMMA-Molekülen sind Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Van-der-Waals-Kräfte möglich. • Die Dipol-Dipol-Wechselwirkungen sind stärker als die Van-der-Waals-Kräfte. 	4
2b	erläutert mögliche zwischenmolekulare Wechselwirkungen innerhalb der Adhäsionszone bei Verklebung von Fügeteilen aus Holz und Polyethylen mit PMMA, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Zwischen den Hydroxygruppen auf der Holzoberfläche und den Carbonylgruppen der PMMA-Moleküle sind Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen möglich. • Polyethylen besitzt keine polaren Gruppen, deshalb sind zwischen Polyethylen-Molekülen und PMMA-Molekülen lediglich Van-der-Waals-Kräfte möglich. 	4
2c	erläutert mögliche zwischenmolekulare Wechselwirkungen mithilfe von Strukturformeln bei einer Verklebung von Fügeteilen aus Holz und Polyethylen mit PMMA: <ul style="list-style-type: none"> • Angabe entsprechender Strukturformelausschnitte mit den zwischenmolekularen Wechselwirkungen. 	6
3	beurteilt, inwieweit PMMA zum Kleben von Holz bzw. Polyethylen geeignet ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Zwischen PMMA und Holz bestehen relativ starke Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen. PMMA ist zum Kleben von Holz geeignet. • Zwischen PMMA und Polyethylen können sich nur schwache Van-der-Waals-Kräfte ausbilden. PMMA eignet sich zum Kleben von Polyethylen nicht. 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert, warum als Klebstoffe nur makromolekulare Verbindungen geeignet sind, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Haftung der beiden Füge­teile erfolgt lediglich durch zwischenmolekulare Wechselwirkungen und nicht durch kovalente Bindungen. • Damit die Klebung haltbar ist, müssen starke zwischenmolekulare Wechselwirkungen vorhanden sein. • Dies ist nur bei Makromolekülen möglich. 	6
2	<p>erklärt die geringere Festigkeit einer Verklebung bei Zugabe einer größeren Menge an Härter. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die kürzeren Molekülketten, die daraus resultierende geringere Stärke der zwischenmolekularen Wechselwirkungen, die zu einer geringeren Festigkeit der Verklebung führt, eingeht.)</p>	6
3	<p>begründet, warum Kleber auf Basis von Methacrylsäuremethylester ohne Lösemittel auskommen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein Kleber muss flüssig auf die Klebestelle aufgebracht werden und dann fest werden. • Methacrylsäuremethylester ist bei Raumtemperatur flüssig und das Polymerisat ist fest. Ein Lösemittel ist deshalb nicht notwendig. 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	erläutert mithilfe von ...	5			
1b	erläutert mithilfe von ...	5			
2	begründet die eingeschränkte ...	6			
3	erläutert, warum bei ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	20			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	skizziert einen beschrifteten ...	6			
2a	erläutert mögliche zwischenmolekulare ...	4			
2b	erläutert mögliche zwischenmolekulare ...	4			
2c	erläutert mögliche zwischenmolekulare ...	6			
3	beurteilt, inwieweit PMMA ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	24			

² EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erläutert, warum als ...	6			
2	erklärt die geringere ...	6			
3	begründet, warum Kleber ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	67			
--	---	-----------	--	--	--

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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	67			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	67			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	134			
aus der Punktzahl 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