



Name: _____

Abiturprüfung 2010

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Das *Meidinger*-Element – eine historische Energiequelle

1. Erläutern Sie den Aufbau und die Funktionsweise des *Meidinger*-Elements. Ermitteln Sie die Veränderungen im Element bei Stromfluss. (20 Punkte)
2. Begründen Sie die Maßnahmen zur Wartung des *Meidinger*-Elements. Deuten Sie die Beobachtungen und Maßnahmen nach Erschütterung eines befüllten *Meidinger*-Elements. Berechnen Sie die Zellspannung des *Meidinger*-Elements unter der Annahme einer Standard-Zinkhalbzelle am Minuspol. (16 Punkte)
3. Beschreiben und deuten Sie den unterschiedlichen Spannungsverlauf bei der Entladung des *Daniell*-Elements und des *Meidinger*-Elements. (14 Punkte)
4. Beurteilen Sie die beiden Verbesserungsvorschläge im Hinblick auf die Leistungsverbesserung und Zuverlässigkeit des Elements. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Zur elektrischen Signalübermittlung in der Telegrafie wurden zum Ende des 19. Jahrhunderts bis Anfang des 20. Jahrhunderts häufig *Meidinger*-Elemente verwendet (Abbildung 1). Das *Meidinger*-Element ist eine Weiterentwicklung des *Daniell*-Elements, das aus einer Kupfer- und einer Zink-Halbzelle besteht. Bei gleichen räumlichen Abmessungen der Energiequelle kann das *Meidinger*-Element längere Zeit Strom liefern. Beide Elemente unterscheiden sich auch in der Zellspannung bei fortschreitender Entladung (Abbildung 2).

Zur Inbetriebnahme eines *Meidinger*-Elements wird zunächst das Kupferblech eingesetzt und gesättigte Kupfersulfat-Lösung ($\rho = 1,21 \text{ g/cm}^3$) eingefüllt. Anschließend wird das Zinkblech eingesetzt und Magnesiumsulfat-Lösung ($w = 10 \%$; $\rho = 1,10 \text{ g/cm}^3$) eingefüllt. Dabei wird darauf geachtet, dass sich die beiden Lösungen nicht vermischen. Zuletzt wird der Vorratsbehälter mit Kupfersulfat-Pentahydrat aufgesetzt.

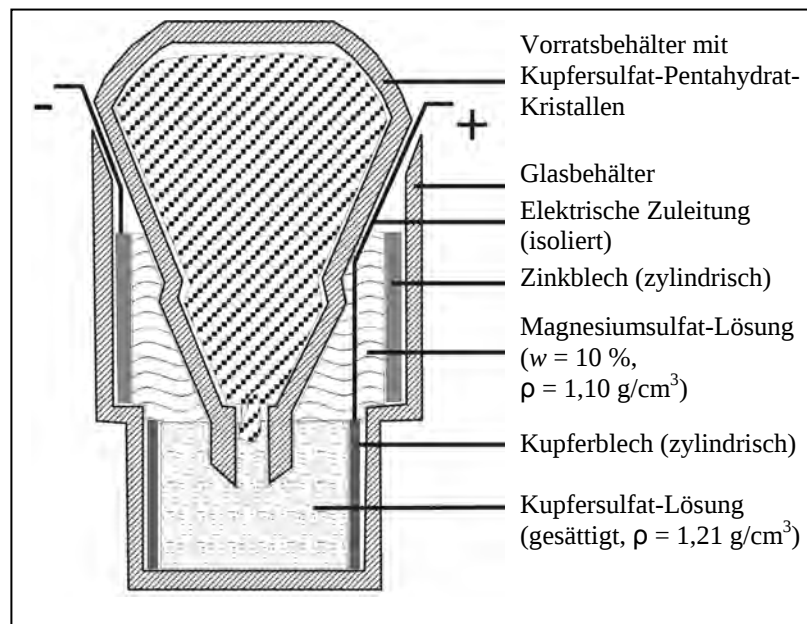


Abbildung 1: Längsschnitt durch ein *Meidinger*-Element (vereinfacht)

Um den einwandfreien Zustand des *Meidinger*-Elements zu erhalten, sah die Wartungsanweisung einige Maßnahmen vor:

- Bei normalem Betrieb muss im Rahmen der Wartung alle zwei Monate ein Teil der oberen Flüssigkeit abgesaugt und vorsichtig durch destilliertes Wasser ersetzt werden.
- Sollte das Zinkblech zu dünn geworden sein oder Lochfraß zeigen, ist es zu erneuern. Man ersetzt dann auch das Kupferblech und füllt neues Kupfersulfat auf.

Meidinger-Elemente dürfen in befülltem Zustand nicht bewegt werden, da sonst rötliche Verfärbungen am Zinkblech auftreten. Dann müssen sowohl das Zinkblech als auch die Flüssigkeit im oberen Behälterteil ersetzt werden.

Zur Verbesserung des *Meidinger*-Elements gab es verschiedene Vorschläge:

- a) Es wurde vorgeschlagen, die Kupfersulfat-Lösung durch Silbernitrat-Lösung, das Kupfersulfat-Pentahydrat durch Silbernitrat und das Kupferblech durch ein Silberblech zu ersetzen, um die Spannung zu erhöhen.
- b) Es wurde vorgeschlagen, die eingesetzte Magnesiumsulfat-Lösung von $w = 10 \%$ durch Magnesiumsulfat-Lösung, $w = 20 \%$, zu ersetzen, um die Leitfähigkeit des Elektrolyten zu erhöhen.



Name: _____

Zellspannung in Abhängigkeit von der Entladung

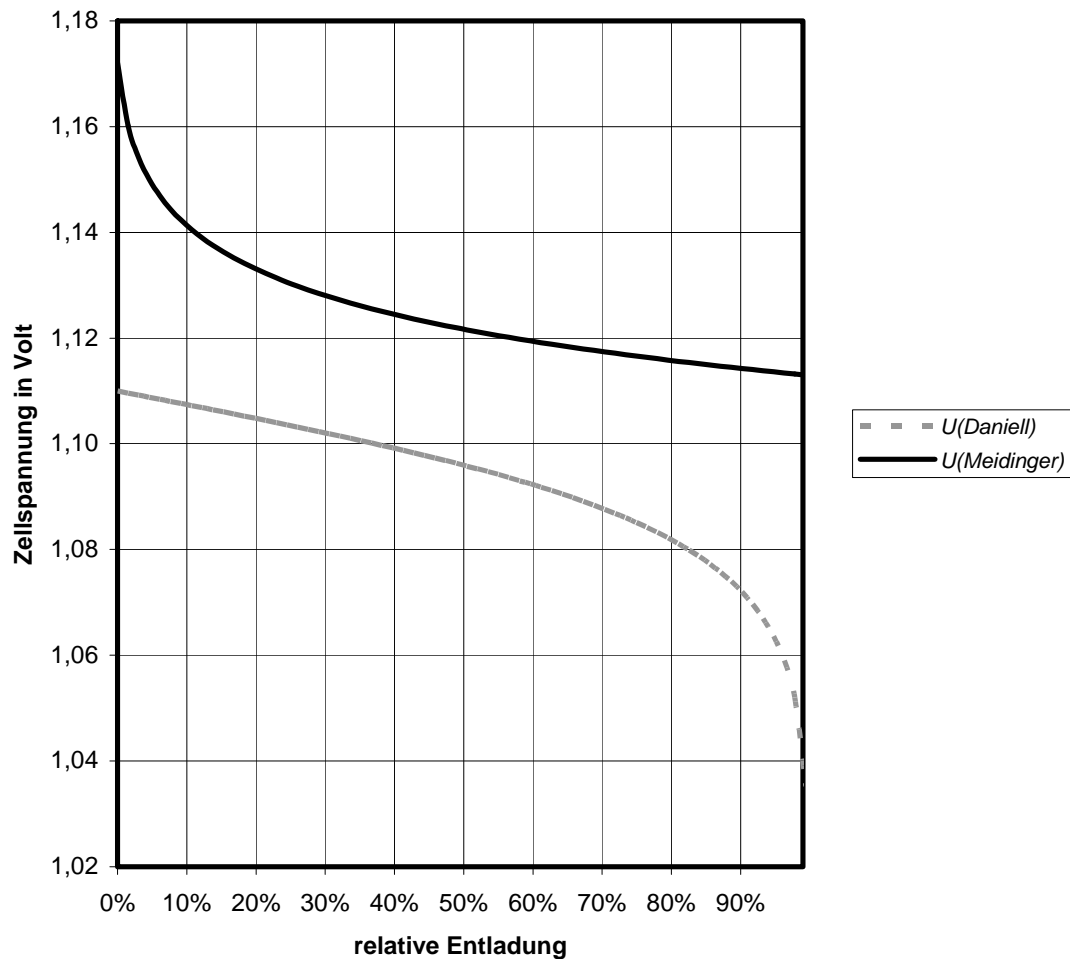


Abbildung 2: Vergleich der Zellspannungen beim Entladen eines *Meidinger*- und eines *Daniell*-Elements



Name: _____

Zusatzinformationen:

Silbernitrat ist lichtempfindlich.
Kupfersulfat und Silbernitrat sind umweltgefährdend.

Konzentrationen, Dichten und Leitfähigkeiten

Lösung	Konzentration c in mol/L	Dichte ρ in g/cm ³ bei 20 °C	Leitfähigkeit in mS/cm
Kupfersulfat-Lösung (gesättigt)	1,36	1,21	47,0
Magnesiumsulfat-Lösung ($w = 20\%$)		1,22	51,1
Magnesiumsulfat-Lösung ($w = 10\%$)	0,92	1,10	42,7
Silbernitrat-Lösung ($w = 40\%$)		1,47	162,0
Zinksulfat-Lösung ($w = 10\%$)		1,11	33,7
Zinksulfat-Lösung ($w = 2\%$)	0,13	1,02	10,0
dest. Wasser		1,00	<0,01

Elektrochemische Spannungsreihe

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

Mg/Mg ²⁺	-2,36
Zn/Zn ²⁺	-0,76
H₂/2 H₃O⁺	0,00
Cu/Cu ²⁺	0,35
Ag/Ag ⁺	0,80

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung**Das Meidinger-Element – eine historische Energiequelle**

1. Erläutern Sie den Aufbau und die Funktionsweise des *Meidinger*-Elements. Ermitteln Sie die Veränderungen im Element bei Stromfluss. (20 Punkte)
2. Begründen Sie die Maßnahmen zur Wartung des *Meidinger*-Elements. Deuten Sie die Beobachtungen und Maßnahmen nach Erschütterung eines befüllten *Meidinger*-Elements. Berechnen Sie die Zellspannung des *Meidinger*-Elements unter der Annahme einer Standard-Zinkhalbzelle am Minuspol. (16 Punkte)
3. Beschreiben und deuten Sie den unterschiedlichen Spannungsverlauf bei der Entladung des *Daniell*-Elements und des *Meidinger*-Elements. (14 Punkte)
4. Beurteilen Sie die beiden Verbesserungsvorschläge im Hinblick auf die Leistungsverbesserung und Zuverlässigkeit des Elements. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- <http://www.zeno.org/Roell-1912/A/Elemente,+galvanische> (22.02.2009)
- Handbook of Chemistry and Physics, 67th Edition, CRC-Press, Boca Raton, Fla. 1986, D-221 ff.
- <http://biade.itrust.de/biade/> (22.02.2009)
- <http://stern.medizinfuchs.de/preisvergleich/> (22.02.2009)

4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

1. Inhaltliche Schwerpunkte

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

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

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB) ¹
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Meidinger</i>-Elements, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kupfer-Halbzelle und Zink-Halbzelle, Magnesiumsulfat-Lösung als Elektrolyt • Die Halbzellen sind ohne Diaphragma übereinander angeordnet. • Die beiden Elektrolyten bleiben wegen ihrer unterschiedlichen Dichte getrennt. 	6 (II)
1b	<p>erläutert den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Meidinger</i>-Elements, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $U^\circ(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) > U^\circ(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+})$ • Pluspol: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$, Reduktion • Minuspol: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$, Oxidation 	4 (I)
1c	<p>erläutert den Aufbau und die Funktionsweise des <i>Meidinger</i>-Elements, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Kupfersulfat-Lösung bleibt trotz der Reduktion von Kupfer-Ionen gesättigt, da Kupfer-Ionen aus dem Vorrat (bis zur Sättigung) in Lösung gehen: $\text{CuSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$. • Die Magnesiumsulfat-Lösung dient als Elektrolyt, ist jedoch nicht an den Elektrodenreaktionen beteiligt. 	4 (II)

¹ AFB = Anforderungsbereich

2	ermittelt die Veränderungen im <i>Meidinger</i> -Element bei Stromfluss. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Massenzu- bzw. Massenabnahme an den Blechen, die Zunahme der Konzentration der Zink-Ionen, die Wanderung der Sulfat-Ionen und die Abnahme des Kupfersulfat-Vorrats eingeht.)	6 (I)
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	begründet die Maßnahmen zur Wartung des <i>Meidinger</i> -Elements, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Elektrolyt-Lösung im Bereich der Zink-Elektrode wird durch Wasser ersetzt, da durch Zunahme der Zink-Ionen-Konzentration die Spannung absinkt und der Dichteunterschied zwischen den beiden Elektrolyt-Lösungen abnimmt. Das Zinkblech muss ausgetauscht und Kupfersulfat muss nachgefüllt werden, da Zink und Kupfer-Ionen bei der Zellreaktion umgesetzt werden. 	6 (II)
2	deutet die Beobachtungen und Maßnahmen nach Erschütterung eines befüllten <i>Meidinger</i> -Elements, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Verfärbung weist auf Kupferablagerungen durch Reduktion von Kupfer-Ionen hin; diese sind aufgrund einer Vermischung der Elektrolyt-Lösungen an das Zinkblech gelangt. Das Zinkblech und die Elektrolyt-Lösung müssen ersetzt werden, denn die obere Elektrolyt-Lösung darf keine Kupfer-Ionen enthalten, da sich sonst Kupfer auf der Zink-Elektrode abscheiden würde. 	4 (III)
3	berechnet die Zellspannung des <i>Meidinger</i> -Elements unter Annahme einer Standard-Zinkhalbzelle am Minuspol, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> $c(\text{Cu}^{2+}) = 1,36 \text{ mol/L}$ $U(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = U^\circ(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) + (0,059 \text{ V} / 2) \cdot \lg(c(\text{Cu}^{2+})) \approx 0,354 \text{ V}$ $U(\text{Meidinger-Element}) = U(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) - U(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) \approx 1,114 \text{ V}$ 	6 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	beschreibt den unterschiedlichen Spannungsverlauf bei der Entladung des <i>Daniell</i> -Elements und des <i>Meidinger</i> -Elements. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Beschreibung auf die höhere Spannung im <i>Meidinger</i> -Element, auf die unterschiedliche Anfangs- und Endspannung und auf den Spannungsabfall in Abhängigkeit von der Entladung eingeht.)	6 (I)
2a	deutet den Spannungsverlauf des <i>Daniell</i> -Elements, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Beim Betrieb des <i>Daniell</i>-Elements nimmt die Konzentration der Zink-Ionen zu, die der Kupfer-Ionen ab. Der Konzentrationsterm für die Kupfer-Halbzelle ändert sich stark, wenn kaum noch Kupfer-Ionen vorhanden sind. 	4 (II)

2b	deutet den Spannungsverlauf des <i>Meidinger</i> -Elements. (Hinweis: Es wird erwartet, dass ein Zusammenhang zwischen sehr niedriger Zink-Ionen-Konzentration bei frisch befülltem <i>Meidinger</i> -Element und dem Logarithmus-Term der Nernst-Gleichung für die Zink-Halbzelle hergestellt wird. Eine Quantifizierung wird nicht erwartet.)	4 (III)
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	ermittelt Daten für die Beurteilung des Ersatzes der Kupfer-Halbzelle des <i>Meidinger</i> -Elements durch eine Silber-Halbzelle, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • $U^\circ(\text{Ag}/\text{Ag}^+) > U^\circ(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+})$ • Die Leitfähigkeit einer 40 %igen Silbernitrat-Lösung ist höher als die einer gesättigten Kupfersulfat-Lösung. • Silbernitrat ist lichtempfindlich. 	6 (II)
1b	beurteilt den Ersatz der Kupfer-Halbzelle durch eine Silber-Halbzelle im Hinblick auf die Leistungsverbesserung und Zuverlässigkeit des <i>Meidinger</i> -Elements, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Aus dem Potential und der Leitfähigkeit ergibt sich eine höhere Leistungsfähigkeit der Silber-Halbzelle. • Die Silber-Halbzelle muss aufgrund der Lichtempfindlichkeit vor Licht geschützt werden, da sonst die Zuverlässigkeit des Elements sinkt. 	4 (III)
1c	ermittelt Daten für die Beurteilung der Erhöhung der Konzentration der Magnesiumsulfat-Lösung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Dichte der 20 %igen Magnesiumsulfat-Lösung ist mit $1,22 \text{ g/cm}^3$ ungefähr gleich der Dichte der Kupfersulfat-Lösung. • Die Leitfähigkeit der 20 %igen Lösung ist größer als die der 10 %igen Lösung. 	4 (II)
1d	beurteilt die Erhöhung der Konzentration der Magnesiumsulfat-Lösung im Hinblick auf die Leistungsverbesserung und Zuverlässigkeit des <i>Meidinger</i> -Elements, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Magnesiumsulfat- und Kupfersulfat-Lösungen würden sich vermischen, wodurch das Element nach kurzer Zeit unbrauchbar würde; es ist daher nicht sinnvoll, 20 %ige Magnesiumsulfat-Lösung wegen der höheren Leitfähigkeit zu verwenden. 	2 (III)
2	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
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. 	4

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	erläutert den Aufbau ...	6 (II)			
1b	erläutert den Aufbau ...	4 (I)			
1c	erläutert den Aufbau ...	4 (II)			
2	ermittelt die Veränderungen ...	6 (I)			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	20			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	begründet die Maßnahmen ...	6 (II)			
2	deutet die Beobachtungen ...	4 (III)			
3	berechnet die Zellspannung ...	6 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	16			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	beschreibt den unterschiedlichen ...	6 (I)			
2a	deutet den Spannungsverlauf ...	4 (II)			
2b	deutet den Spannungsverlauf ...	4 (III)			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	14			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	ermittelt Daten für ...	6 (II)			
1b	beurteilt den Ersatz ...	4 (III)			
1c	ermittelt Daten für ...	4 (II)			
1d	beurteilt die Erhöhung ...	2 (III)			
2	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	führt seine Gedanken ...	5			
2	strukturiert seine Darstellung ...	4			
	Summe Darstellungsleistung	9			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	75			
--	---	-----------	--	--	--

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	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
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 Punktzahlen 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	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2010

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Synthese, Vorkommen und Bedeutung von Alkoholen des täglichen Lebens

1. Geben Sie eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln und den Reaktionstyp für die großtechnische Synthese von Ethanol aus Ethen an. Erläutern Sie den Ablauf der Reaktion in Einzelschritten. Erklären Sie, warum nach dem genannten großtechnischen Verfahren weitere primäre Alkohole nicht synthetisiert werden. (16 Punkte)
2. Entwickeln Sie unter Angabe der Reaktionstypen die Reaktionsgleichungen in Strukturformeln für die Synthese von Propan-2-ol nach dem Schwefelsäureverfahren. Erläutern Sie den Ablauf der Reaktion des Isopropylhydrogensulfats mit Wasser in Einzelschritten. Erklären Sie die Bildung des Nebenproduktes Diisopropylether. (18 Punkte)
3. Geben Sie Reaktionsgleichungen und die zugrunde liegenden Reaktionstypen für die Synthese von Ethan-1,2-diol (Glykol) aus Ethen und hypochloriger Säure an. Erläutern Sie die genannten Eigenschaften des Glykols. Begründen Sie, warum bevorzugt Glykol als Frostschutzmittel in Kühlflüssigkeiten eingesetzt wird. (16 Punkte)
4. Geben Sie den Reaktionstyp für die Alkotest-Reaktion und den Reaktionstyp für die Reaktion bei der Borsäureprobe an. Entwickeln Sie eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln für die bei der Borsäureprobe mit Methanol ablaufende Reaktion. Beurteilen Sie die Eignung der Alkotest-Reaktion und der Borsäureprobe zum Nachweis von Methanol neben Ethanol in alkoholischen Getränken wie z. B. Wein. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Die meisten Menschen denken bei dem Begriff „Alkohol“ vorwiegend an alkoholische Getränke. Aus chemischer Sicht ist Alkohol ein Überbegriff für organische Verbindungen, die mindestens eine funktionelle Hydroxyl-Gruppe enthalten.

Zur großtechnischen Gewinnung von Alkoholen geht man vielfach von Alkenen aus, die als Produkte der Rohölaufarbeitung in genügenden Mengen und kostengünstig zur Verfügung stehen. Aus Alkenen erhält man Alkohole, indem man sie in Gegenwart starker Säuren mit Wasser umsetzt. Ethanol (C_2H_5OH) ist allerdings der einzige primäre Alkohol, der auf diese Weise synthetisiert wird. Neben Ethanol werden technisch nach diesem Verfahren vor allem Propan-2-ol (Isopropylalkohol), Butan-2-ol und 2-Methylpropan-2-ol (*sec*- und *tert*-Butylalkohol) hergestellt.

Propan-2-ol (C_3H_7OH) kann auch nach dem sogenannten Schwefelsäureverfahren gewonnen werden. Dabei wird Propan bei einer Temperatur von $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ in Schwefelsäure (H_2SO_4) eingeleitet. Das entstehende Isopropylhydrogensulfat reagiert anschließend in der Hitze mit Wasser zum Alkohol. Als Nebenprodukt bei dieser Reaktion entsteht Diisopropylether $(CH_3)_2CH-O-CH(CH_3)_2$. Propan-2-ol wird als Reinigungsmittel, z. B. in Glasreinigern, und als Desinfektionsmittel verwendet.

Ethan-1,2-diol (Glykol) lässt sich aus Ethen durch Reaktion mit hypochloriger Säure ($HOCl$) gewinnen. Das dabei zunächst entstehende Chlorhydrin reagiert in einem weiteren Schritt mit starken Laugen zum gewünschten Glykol.

Im Vergleich zu Ethanol besitzt Ethan-1,2-diol mit $197\text{ }^{\circ}\text{C}$ eine höhere Siedetemperatur und eine größere Viskosität, d. h., die Substanz ist dickflüssiger. Ethan-1,2-diol ist wie Ethanol sehr gut wasserlöslich, seine Löslichkeit in Benzin ist dagegen äußerst gering.

Methanol, Ethanol oder Glykol können als Frostschutzmittel eingesetzt werden. In der Kühlflüssigkeit wassergekühlter Motoren wird bevorzugt Glykol als Frostschutzmittel eingesetzt. Glykol hat eine Erstarrungstemperatur von $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ein Gemisch aus Glykol und Wasser im Verhältnis 1 : 1 gefriert erst bei $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bei Betrieb des Motors erhitzt sich die Kühlflüssigkeit. Ein durch verdampfende Flüssigkeit entstehender Überdruck wird durch ein Überdruckventil reguliert.

Zum Nachweis von **Ethanol** bei der Alkoholkontrolle wurde bis etwa zum Jahr 1995 die Atemluft durch ein Röhrchen geblasen, das mit gelb-orange-farbenem Kaliumdichromat ($K_2Cr_2O_7$) und Schwefelsäure gefüllt war (Alkoteströhrchen). Enthielt die Atemluft Alkohol, so verfärbte sich der Inhalt des Röhrchens dunkelgrün; es hatte sich grünes Chrom(III)-sulfat, $Cr_2(SO_4)_3$, gebildet.

Der Konsum von **Methanol** (CH_3OH), z. B. als Bestandteil von selbst gebranntem Alkohol, kann zu Krämpfen, Erblindung und sogar zum Tod führen. In alkoholischen Getränken, die im öffentlichen Handel erhältlich sind, wird kaum Methanol gefunden, da die Prozessführung



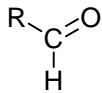
Name: _____

bei der Herstellung und die Lebensmittelkontrolle auch diesbezüglich für ein hohes Maß an Sicherheit sorgen. Chemische Untersuchungsämter bestimmen regelmäßig den Methanol-Gehalt alkoholischer Getränke.

In einem einfachen Laborversuch kann zur Unterscheidung von Ethanol und Methanol die Borsäureprobe durchgeführt werden. Dazu werden die Alkohole jeweils mit Borsäure (H_3BO_3) vermischt und angezündet. Mit Methanol bildet sich Borsäuretrimethylester, $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$, der mit einer intensiv grünen Flamme verbrennt. Mit Ethanol bildet sich ohne Zusatz eines Katalysators kein Ester; die Ethanoldämpfe brennen mit gelber Flamme.

Zusatzinformationen:

Alkanale besitzen die funktionelle Gruppe -CHO:

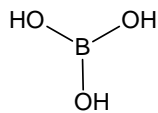


Ether haben den strukturellen Aufbau $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$.

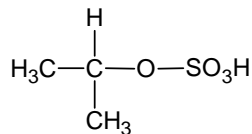
Chlorhydrin: An einem Kohlenstoff-Atom ist ein Chlor-Atom, am benachbarten Kohlenstoff-Atom eine Hydroxyl-Gruppe gebunden.

Kaliumdichromat: Salz aus Kalium-Ionen (K^+) und Dichromat-Ionen ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)

Formeln:



Borsäure



Isopropylhydrogensulfat

Siedetemperaturen:

Methanol: 64,5 °C

Ethanol: 78,2 °C

Ethan-1,2-diol: 197,0 °C

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung**Synthese, Vorkommen und Bedeutung von Alkoholen des täglichen Lebens**

1. Geben Sie eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln und den Reaktionstyp für die großtechnische Synthese von Ethanol aus Ethen an. Erläutern Sie den Ablauf der Reaktion in Einzelschritten. Erklären Sie, warum nach dem genannten großtechnischen Verfahren weitere primäre Alkohole nicht synthetisiert werden. (16 Punkte)
2. Entwickeln Sie unter Angabe der Reaktionstypen die Reaktionsgleichungen in Strukturformeln für die Synthese von Propan-2-ol nach dem Schwefelsäureverfahren. Erläutern Sie den Ablauf der Reaktion des Isopropylhydrogensulfats mit Wasser in Einzelschritten. Erklären Sie die Bildung des Nebenproduktes Diisopropylether. (18 Punkte)
3. Geben Sie Reaktionsgleichungen und die zugrunde liegenden Reaktionstypen für die Synthese von Ethan-1,2-diol (Glykol) aus Ethen und hypochloriger Säure an. Erläutern Sie die genannten Eigenschaften des Glykols. Begründen Sie, warum bevorzugt Glykol als Frostschutzmittel in Kühlflüssigkeiten eingesetzt wird. (16 Punkte)
4. Geben Sie den Reaktionstyp für die Alkotest-Reaktion und den Reaktionstyp für die Reaktion bei der Borsäureprobe an. Entwickeln Sie eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln für die bei der Borsäureprobe mit Methanol ablaufende Reaktion. Beurteilen Sie die Eignung der Alkotest-Reaktion und der Borsäureprobe zum Nachweis von Methanol neben Ethanol in alkoholischen Getränken wie z. B. Wein. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Beyer, H.; Walter, W.: Lehrbuch der organischen Chemie, 19. Aufl., S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1981, S. 115, S. 117
- Breitmaier, E.; Jung, G.: Organische Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2005, S. 64, S. 213 ff., S. 219
- Christen, H. R.: Grundlagen der organischen Chemie, 5. Aufl., Otto Salle Verlag, Frankfurt 1982, S. 191 ff.
- http://www-organik.chemie.uni-wuerzburg.de/misc/betr_ein/uw-c070.html (17.04.2009)
- http://www.veredlungskemikalien.basf.de/ev-wcms-in/internet/de_DE/portal/glysantin/content/EV/EV3/glysantin/blending (17.04.2009)

4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Themenfeld: Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

- Verknüpfung von Reaktionen zu Reaktionswegen
- Reaktionstypen: Einordnung von organischen Reaktionen nach Substitution, Addition, Eliminierung einschließlich Kenntnisse über die charakteristischen Reaktionsschritte
- Aufklärung eines Reaktionsmechanismus: nukleophile Substitution (S_N2)
- Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenalkane, Alkanole, Carbonsäuren, Ester
- Einfluss der Molekülstrukturen auf das Reaktionsverhalten

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB) ¹
	Der Prüfling	
1a	gibt eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln für die großtechnische Synthese von Ethanol aus Ethen an.	4 (I)
1b	gibt den Reaktionstyp der Addition an.	2 (I)
2	erläutert den Ablauf der Reaktion in Einzelschritten, indem er z. B. auf die hohe Elektronendichte der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung im Ethen-Molekül, die Addition eines Protons aus der Säure an die Doppelbindung unter Bildung eines Carbenium-Ions und die Anlagerung des polaren Wasser-Moleküls an das Carbenium-Ion mit anschließender Abspaltung eines Protons eingeht.	6 (II)
3	erklärt, warum nach dem genannten großtechnischen Verfahren weitere primäre Alkohole nicht synthetisiert werden, indem er z. B. darauf eingeht, dass bei allen Alkenen außer beim Ethen stabilere sekundäre bzw. tertiäre Carbenium-Ionen als Interdukte gebildet werden können, aus denen in der Folge sekundäre bzw. tertiäre Alkohole entstehen.	4 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

¹ AFB = Anforderungsbereich

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	entwickelt die Reaktionsgleichungen für die Synthese von Propan-2-ol nach dem Schwefelsäureverfahren in Strukturformeln.	4 (II)
1b	gibt den Reaktionstyp der Reaktion von Propen mit Schwefelsäure als Addition, die Reaktion des Isopropylhydrogensulfats mit Wasser als Substitution an.	4 (I)
2	erläutert den Ablauf der Reaktion des Isopropylhydrogensulfats mit Wasser in Einzelschritten, indem er z. B. auf die polare Kohlenstoff-Sauerstoff-Bindung, das positiv polarisierte Kohlenstoff-Atom im Isopropylhydrogensulfat und das polare Wassermolekül als Nucleophil, den Übergangszustand und die abschließende Übertragung eines Protons eingeht (andere plausible Lösungen sind zu akzeptieren).	6 (II)
3	erklärt die Bildung des Nebenproduktes Diisopropylether, indem er z. B. auf eine Substitution zwischen Propan-2-ol und Isopropylhydrogensulfat eingeht (das Produkt Propan-2-ol der oben beschriebenen Reaktion greift noch nicht umgesetztes Isopropylhydrogensulfat an und substituiert ein Hydrogensulfat-Ion, das nach Übertragung eines Protons wieder als Schwefelsäure vorliegt).	4 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	gibt Reaktionsgleichungen für die Synthese von Ethan-1,2-diol aus Ethen und hypochloriger Säure an.	4 (II)
1b	gibt die zugrunde liegenden Reaktionstypen an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Reaktion von Ethen mit hypochloriger Säure: Addition, • Reaktion von 2-Chlorethan-1-ol mit Hydroxid-Ionen: Substitution. 	4 (I)
2	erläutert die genannten Eigenschaften des Glykols, indem er z. B. auf die beiden Hydroxyl-Gruppen eingeht, die zu stärkeren Wechselwirkungen der Glykole-Moleküle untereinander und damit zu der höheren Viskosität und höheren Siedetemperatur im Vergleich zum Ethanol führen, aber auch die gute Wasser- bzw. schlechte Benzinlöslichkeit bewirken.	6 (II)
3	begründet, warum bevorzugt Glykol als Frostschutzmittel eingesetzt wird, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Bei Temperaturen des Kühlwassers von etwa 90 °C liegen Methanol und Ethanol im Gegensatz zu Glykol gasförmig vor und können über das Überdruckventil entweichen, sodass der Frostschutz mit der Zeit verloren gehen würde. 	2 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	gibt den Reaktionstyp für die Alkotest-Reaktion und den Reaktionstyp für die Reaktion bei der Borsäureprobe an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Alkotest: Redoxreaktion, Borsäureprobe: Veresterung (alternativ: nucleophile Substitution). 	4 (I)
2	entwickelt eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln für die bei der Borsäureprobe mit Methanol ablaufende Reaktion.	4 (II)
3a	beurteilt die Eignung der Alkotest-Reaktion zum Nachweis von Methanol neben Ethanol, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die ablaufende Redoxreaktion ist unspezifisch, da sowohl Ethanol als auch Methanol oxidiert werden können. Es kommt sowohl mit Ethanol als auch mit Methanol zu einer Grünfärbung aufgrund des entstehenden Chromsulfats; daher ist der Test ungeeignet. 	4 (II)
3b	beurteilt die Eignung der Borsäureprobe, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die Probe ist grundsätzlich geeignet, da sich mit Ethanol und Methanol unterschiedliche Flammenfärbungen ergeben. Der Test dürfte sich aber mit Wein schwer durchführen lassen, da dieser nicht wie reiner Alkohol brennbar ist; der Wein müsste zunächst destilliert werden. Ob die darin evtl. vorhandenen Mengen an Methanol für einen Nachweis neben Ethanol ausreichen, ist fraglich. 	4 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
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. 	4

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	gibt eine Reaktionsgleichung ...	4 (I)			
1b	gibt den Reaktionstyp ...	2 (I)			
2	erläutert den Ablauf ...	6 (II)			
3	erklärt, warum nach ...	4 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	entwickelt die Reaktionsgleichungen ...	4 (II)			
1b	gibt den Reaktionstyp ...	4 (I)			
2	erläutert den Ablauf ...	6 (II)			
3	erklärt die Bildung ...	4 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	18			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	gibt Reaktionsgleichungen für ...	4 (II)			
1b	gibt die zugrunde ...	4 (I)			
2	erläutert die genannten ...	6 (II)			
3	begründet, warum bevorzugt ...	2 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	gibt den Reaktionstyp ...	4 (I)			
2	entwickelt eine Reaktionsgleichung ...	4 (II)			
3a	beurteilt die Eignung ...	4 (II)			
3b	beurteilt die Eignung ...	4 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	führt seine Gedanken ...	5			
2	strukturiert seine Darstellung ...	4			
	Summe Darstellungsleistung	9			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	75			
--	---	-----------	--	--	--

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	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
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 Punktzahlen 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	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2010

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Orange I und Orange II: Synthese, Farbigkeit und Verwendung

1. Erläutern Sie die Synthese der beiden Farbstoffe. Entwickeln Sie den Ablauf (Mechanismus) der Farbstoffbildung (2. Schritt) von Orange I anhand von Strukturformeln. Begründen Sie den Ort der Anlagerung des Zweitsubstituenten an 1-Naphthol bzw. 2-Naphthol bei der Bildung von Orange I und Orange II. *(20 Punkte)*
2. Erklären Sie, warum sich bei einer zu niedrigen Säurekonzentration schon im 1. Syntheseschritt ein Farbstoff bilden kann. Erläutern Sie den Iodid-Stärke-Test. Begründen Sie die Verwendung einer alkalischen Lösung beim 2. Syntheseschritt. *(12 Punkte)*
3. Erläutern Sie am Beispiel von Orange I, auch unter Angabe von zwei Grenzstrukturen, die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption, Farbigkeit und Molekülstruktur. Erklären Sie die unterschiedlichen phenolischen pK_S -Werte der beiden Farbstoffe. *(20 Punkte)*
4. Begründen Sie, warum Orange I im Gegensatz zu Orange II zum Färben von Textilien nicht geeignet ist. Erläutern Sie anhand einer Skizze, welche Bindungen zwischen den Farbstoffmolekülen und den Molekülen von Wolle und Baumwolle ausgebildet werden können, und beurteilen Sie die unterschiedliche Waschechtheit von Orange II auf Baumwoll- und Wollfasern. *(14 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Die Laborsynthese der beiden Farbstoffe Orange I und Orange II erfolgt in zwei Schritten:

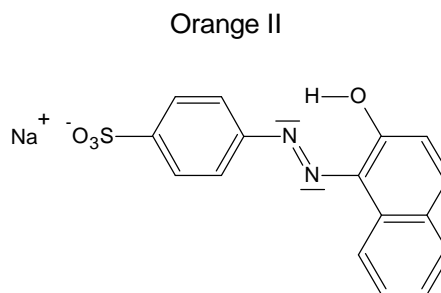
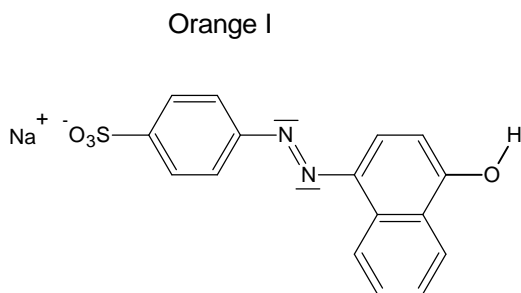
1. Schritt:

Man löst 1 g Sulfanilsäure in 5 mL Natronlauge ($c = 2 \text{ mol/L}$), gibt unter Rühren und Kühlen im Eisbad 3 mL Natriumnitritlösung hinzu und versetzt das Gemisch langsam mit 5 mL gekühlter Salzsäure ($c = 4 \text{ mol/L}$). Eine zu geringe Säurekonzentration ist zu vermeiden, da eine unerwünschte Nebenreaktion zwischen dem entstehenden Produkt und noch vorhandener Sulfanilsäure unter Bildung eines Farbstoffes eintreten kann. Die Reaktionslösung wird mit Iodid-Stärke-Papier auf überschüssige Nitrit-Ionen geprüft, denn ein Überschuss an Nitrit-Ionen kann im 2. Schritt durch Nebenreaktionen störend wirken. In Gegenwart von Nitrit-Ionen wird das Papier blau gefärbt. Die Blaufärbung des Papiers ist ein Nachweis für Iod (I_2), die Nitrit-Ionen reagieren zu Stickstoffmonoxid (NO).

2. Schritt:

Zu dem hergestellten Reaktionsgemisch gibt man eine Lösung von 0,8 g 1-Naphthol in 10 mL Natronlauge ($c = 2 \text{ mol/L}$). Der dabei gebildete, schwerlösliche Farbstoff Orange I kann ausgefällt und abfiltriert werden.

Gibt man zu dem Reaktionsgemisch aus dem 1. Schritt eine Lösung von 0,8 g 2-Naphthol in 10 mL Natronlauge ($c = 2 \text{ mol/L}$), so erhält man den Farbstoff Orange II.



Die beiden Farbstoffe ähneln sich stark in ihrer Struktur, dennoch gibt es auffällige Unterschiede in den Eigenschaften und damit in der Verwendbarkeit.

Orange II wurde lange Zeit als Lebensmittelfarbstoff verwendet, bevor sein Einsatz im Lebensmittelbereich im Jahr 1995 in der EU verboten wurde. Als Farbstoff für Textilien und in der Mikroskopie wird Orange II weiterhin eingesetzt.

Orange I eignet sich nicht zum Färben von Textilien. W. Kratzert und R. Peichert schreiben in dem Buch „Farbstoffe“ dazu: „Orange II färbt Wolle direkt. Orange I ist dagegen für Färbzwecke untauglich, weil sein phenolischer pK_S -Wert von 8,2 beim Waschen in alkalischen Seifenlösungen bereits die Ausbildung des Dianions mit geänderter Farbe und guter Löslichkeit ermöglicht. Bei Orange II ist das nicht der Fall.“

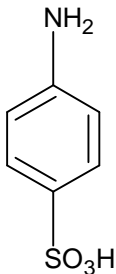


Name: _____

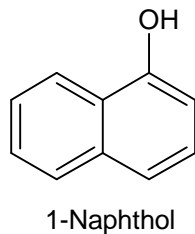
An Textilfarbstoffe werden bestimmte Verarbeitungs- und Gebrauchsanforderungen gestellt. Sie müssen gegenüber chemischen und mechanischen Beanspruchungen eine genügende Widerstandsfähigkeit aufweisen. Eine Textilfärbung ist waschecht, wenn der Farbstoff durch das Waschen nicht verändert wird oder seine Haltbarkeit auf der Faser nicht nachlässt. So sind Färbungen von Baumwollfasern mit Orange II weniger waschecht als Färbungen von Wollfasern.

Zusatzinformationen:

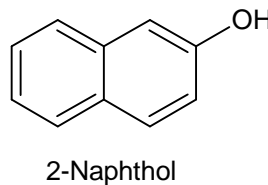
Natriumnitrit: NaNO_2



Sulfanilsäure



1-Naphthol

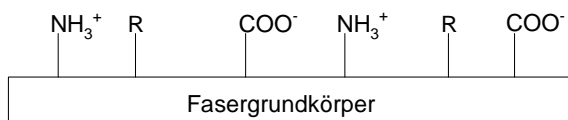


2-Naphthol

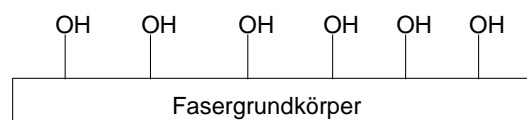
Angabe zu den phenolischen pK_S -Werten

Farbstoff	pK_S
Orange I	8,2
Orange II	11,4

Modellhafte Darstellung einer Wollfaser



Modellhafte Darstellung einer Baumwollfaser



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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung**Orange I und Orange II: Synthese, Farbigkeit und Verwendung**

1. Erläutern Sie die Synthese der beiden Farbstoffe. Entwickeln Sie den Ablauf (Mechanismus) der Farbstoffbildung (2. Schritt) von Orange I anhand von Strukturformeln. Begründen Sie den Ort der Anlagerung des Zweitsubstituenten an 1-Naphthol bzw. 2-Naphthol bei der Bildung von Orange I und Orange II. (20 Punkte)
2. Erklären Sie, warum sich bei einer zu niedrigen Säurekonzentration schon im 1. Syntheseschritt ein Farbstoff bilden kann. Erläutern Sie den Iodid-Stärke-Test. Begründen Sie die Verwendung einer alkalischen Lösung beim 2. Syntheseschritt. (12 Punkte)
3. Erläutern Sie am Beispiel von Orange I, auch unter Angabe von zwei Grenzstrukturen, die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption, Farbigkeit und Molekülstruktur. Erklären Sie die unterschiedlichen phenolischen pK_S -Werte der beiden Farbstoffe. (20 Punkte)
4. Begründen Sie, warum Orange I im Gegensatz zu Orange II zum Färben von Textilien nicht geeignet ist. Erläutern Sie anhand einer Skizze, welche Bindungen zwischen den Farbstoffmolekülen und den Molekülen von Wolle und Baumwolle ausgebildet werden können, und beurteilen Sie die unterschiedliche Waschechtheit von Orange II auf Baumwoll- und Wollfasern. (14 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Jenette, A.: Farbe, Farbstoff, Färben, Aulis Verlag Deubner, Köln 1965, S. 30, S. 39 (verändert)
- Kratzert, W.; Peichert, R.: Farbstoffe, Verlag Quelle und Meyer, Heidelberg 1981, S. 87, S. 190
- Rys, P.; Zollinger, H.: Leitfaden der Farbstoffchemie, Verlag Chemie, Weinheim 1970, S. 60
- Rink, G.: Farbstoffe und Färbetechniken, Schroedel Verlag, Hannover 1988, S. 55

4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

<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"> • entfällt
--

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB) ¹
	Der Prüfling	
1	erläutert die Synthese der beiden Farbstoffe, indem er z. B. auf die Reaktionsbedingungen (Kühlung, saure Lösung beim 1. Schritt), die Bildung von salpetriger Säure bzw. Nitrosyl-Kationen, die Diazotierung der Sulfanilsäure und die elektrophile Substitution des Diazonium-Ions an 1-Naphthol und 2-Naphthol eingeht.	8 (I)
2	entwickelt den Ablauf (Mechanismus) der Reaktion zur Bildung des Farbstoffes Orange I anhand von Strukturformeln, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • das Diazonium-Ion als elektrophiles Teilchen tritt mit den π-Elektronen des Naphthol-Moleküls in Wechselwirkung (π-Komplex), • Bildung des mesomeriestabilisierten σ-Komplexes, • Rearomatisierung durch Protonenabspaltung. 	6 (II)
3a	begründet den Ort der Anlagerung des Zweitsubstituenten an 1-Naphthol bei der Bildung von Orange I, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die OH-Gruppe besitzt einen +M-Effekt und dirigiert in <i>o</i>- und <i>p</i>-Stellung. • Die <i>p</i>-Position ist aus sterischen Gründen begünstigt. 	4 (II)
3b	begründet den Ort der Anlagerung des Zweitsubstituenten an 2-Naphthol bei der Bildung von Orange II, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die <i>p</i>-Position ist blockiert, sodass in <i>o</i>-Stellung substituiert wird. 	2 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

¹ AFB = Anforderungsbereich

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt, warum sich bei einer zu niedrigen Säurekonzentration schon im 1. Schritt ein Farbstoff bilden kann, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eine zu geringe H^+-Konzentration führt zu einer unvollständigen Bildung von Diazonium-Ionen, die mit noch vorhandener Sulfanilsäure zu einem Farbstoff kuppeln können. 	4 (III)
2	<p>erläutert den Iodid-Stärke-Test, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Iod ist aus Iodid-Ionen durch Oxidation entstanden; das überschüssige Nitrit wird zu NO reduziert. $2 I^- + 2 NO_2^- + 4 H^+ \rightarrow I_2 + 2 NO + 2 H_2O$ 	4 (II)
3	<p>begründet die Verwendung einer alkalischen Lösung in Schritt 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> In alkalischer Lösung liegt das Naphtholat-Anion vor. Die Substitution wird durch das Anion erleichtert. 	4 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert am Beispiel von Orange I die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aus dem sichtbaren Bereich des Spektrums wird Strahlung bestimmter Wellenlängenbereiche absorbiert. Die nicht absorbierten, reflektierten Strahlungsanteile werden als Komplementärfarbe wahrgenommen. 	4 (I)
1b	<p>erläutert am Beispiel von Orange I den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Das Molekül besitzt ein über die Azogruppe und die Benzolringe delokalisiertes π-Elektronensystem. Die Hydroxyl-Gruppe als Auxochrom erweitert das delokalisierte π-Elektronensystem. Angabe von zwei mesomeren Grenzstrukturen. 	8 (II)
2a	<p>erklärt die unterschiedlichen phenolischen pK_S-Werte der beiden Farbstoffe, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Beide Farbstoffe verhalten sich wie schwache Säuren, wobei Orange II aufgrund des größeren pK_S-Wertes die schwächere der beiden Säuren ist. 	4 (III)
2b	<p>erklärt die unterschiedlichen phenolischen pK_S-Werte der beiden Farbstoffe, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Abspaltung des Protons bei Orange II wird erschwert durch die Ausbildung einer intramolekularen Wasserstoffbrückenbindung zwischen dem H-Atom der Hydroxyl-Gruppe und einem N-Atom der Azo-Gruppe. 	4 (III)
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	begründet, warum Orange I im Gegensatz zu Orange II zum Färben von Textilien nicht geeignet ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Beim Waschen mit alkalischen Seifenlösungen ($\text{pH} > 8,2$) bildet sich das Dianion von Orange I unter Farbänderung, bei Orange II tritt die Bildung des Dianions mit Farbänderung erst im stark alkalischen Bereich ($\text{pH} > 11,4$) auf. 	4 (II)
2	erläutert, welche Bindungen zwischen den Farbstoffmolekülen und den Molekülen von Wolle und Baumwolle ausgebildet werden können, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Skizze. • Die Bindung des Farbstoffes auf der Wollfaser erfolgt vornehmlich über die stärkeren Ionenbindungen. • Die Bindung des Farbstoffes auf der Baumwollfaser erfolgt über die schwächeren Wasserstoffbrückenbindungen (bzw. Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Van-der-Waals-Kräfte). 	6 (I)
3	beurteilt die unterschiedliche Waschechtheit von Orange II auf Baumwoll- und Wollfasern, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der stärkeren Wechselwirkung zwischen Farbstoff und Faser ist die Färbung auf Wolle waschechter als die Färbung auf Baumwolle. 	4 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
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. 	4

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erläutert die Synthese ...	8 (I)			
2	entwickelt den Ablauf ...	6 (II)			
3a	begründet den Ort ...	4 (II)			
3b	begründet den Ort ...	2 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	20			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erklärt, warum sich ...	4 (III)			
2	erläutert den Iodid-Stärke-Test ...	4 (II)			
3	begründet die Verwendung ...	4 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	12			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	erläutert am Beispiel ...	4 (I)			
1b	erläutert am Beispiel ...	8 (II)			
2a	erklärt die unterschiedlichen ...	4 (III)			
2b	erklärt die unterschiedlichen ...	4 (III)			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	20			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	begründet, warum Orange I ...	4 (II)			
2	erläutert, welche Bindungen ...	6 (I)			
3	beurteilt die unterschiedliche ...	4 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	14			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	führt seine Gedanken ...	5			
2	strukturiert seine Darstellung ...	4			
	Summe Darstellungsleistung	9			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	75			
--	---	-----------	--	--	--

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	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
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 Punktzahlen 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	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2010

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Kaugummi

1. Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt von Polyvinylacetat. Nennen Sie die Art der Polymerisation und erläutern Sie den Mechanismus der Reaktion von Vinylacetat zu Polyvinylacetat. (16 Punkte)
2. Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt von Polyisobuten. Erläutern Sie den Mechanismus der Reaktion zur Bildung von Polyisobuten und nennen Sie Unterschiede zur Bildung von Polyvinylacetat. (18 Punkte)
3. Geben Sie den Kunststofftyp und die entsprechenden Eigenschaften von Polyisobuten und Polyvinylacetat an. Nennen Sie Eigenschaften von Polymeren, die als Kaumasse verwendet werden sollen. Stellen Sie eine Hypothese auf, wie die Polymere modifiziert werden müssen, damit sie als Kaumasse zur Herstellung so genannter *bubble-gums* genutzt werden können. (12 Punkte)
4. Nennen Sie mögliche Ursachen für die schwere Entfernbarkeit von festklebenden Kaugummis, deren Kaumasse aus Polyisobuten bzw. Polyvinylacetat besteht. Beurteilen Sie den angegebenen Tipp zur Entfernung von Kaugummis. Erläutern Sie, durch welche funktionellen Gruppen die Polymere modifiziert werden könnten, damit sie als Kaumasse für „Clean Gum“ verwendet werden können, und welche Nachteile sich durch die modifizierte Kaumasse ergeben könnten. (20 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Kaugummi gibt es in Form von Streifen, Dragees oder Kugeln und in allen erdenklichen Farben. Man kann Zahnreinigungskaugummi, *bubble-gums* (Kaugummi, mit denen man große Blasen erzeugen kann) und viele andere Kaugummisorten kaufen.

Kaugummi besteht mindestens zu 18 % aus der Kaumasse, einem Polymer, und einer Vielzahl von Zusatzstoffen (Zucker, Glycerin, Aromastoffe). Die erste Kaumasse, die der Amerikaner William Wrigley Jr. 1861 in den Handel brachte, war Chicle, der eingedickte Saft des Chiclebaumes *Manilkara zapota* (Mexiko). Chicle wird heute nur noch sehr eingeschränkt neben synthetischen Polymeren, wie z. B. Polyvinylacetat oder Polyisobuten, als Kaumasse verwendet.

Polyvinylacetat wird aus Vinylacetat mit Natriumperoxodisulfat als Starter polymerisiert. Polyisobuten kann aus Isobuten (Methylpropen) mit einer starken Säure als Starter polymerisiert werden.

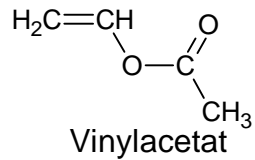
Kleben Kaugummi z. B. auf Straßen, an Schuhen oder Kleidungsstücken, sind sie nur sehr schwer zu entfernen. Zur Entfernung von Kaugummi wird häufig empfohlen, die verklebten Stellen mit Waschbenzin einzureiben.

Mit einem neu entwickelten Kaugummi, dem so genannten „Clean Gum“, könnten klebende Kaugummi auf Straßen, an Schuhen und Kleidungsstücken bald der Vergangenheit angehören. „Clean Gum“ lässt sich zum einen leicht von Oberflächen entfernen, zum anderen zersetzt es sich zusätzlich langsam in Wasser, während herkömmliches Kaugummi in Wasser lange Zeit unverändert bleibt. Dieses Verhalten von „Clean Gum“ wird durch Polymere erreicht, die sowohl hydrophile als auch hydrophobe Eigenschaften aufweisen. Durch die hydrophoben Eigenschaften lässt sich das Polymer leicht mit den üblichen Zutaten eines Kaugummi vermengen. Die hydrophilen Eigenschaften sollen für eine Verringerung der Adhäsion (Haftung an Oberflächen) sorgen. Sie führen dazu, dass sich um die Kaumasse ein dünner Wasserfilm bildet.

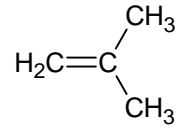


Name: _____

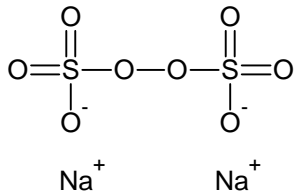
Zusatzinformationen:



Vinylacetat
(Acetoxyethen)



Isobuten
(Methylpropen)



Natriumperoxodisulfat

Washbenzin ist ein Gemisch aus Kohlenwasserstoffen, das als Lösemittel verwendet wird.

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2010

Chemie, Leistungskurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung

Kaugummi

1. Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt von Polyvinylacetat. Nennen Sie die Art der Polymerisation und erläutern Sie den Mechanismus der Reaktion von Vinylacetat zu Polyvinylacetat. (16 Punkte)
2. Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt von Polyisobuten. Erläutern Sie den Mechanismus der Reaktion zur Bildung von Polyisobuten und nennen Sie Unterschiede zur Bildung von Polyvinylacetat. (18 Punkte)
3. Geben Sie den Kunststofftyp und die entsprechenden Eigenschaften von Polyisobuten und Polyvinylacetat an. Nennen Sie Eigenschaften von Polymeren, die als Kaumasse verwendet werden sollen. Stellen Sie eine Hypothese auf, wie die Polymere modifiziert werden müssen, damit sie als Kaumasse zur Herstellung so genannter *bubble-gums* genutzt werden können. (12 Punkte)
4. Nennen Sie mögliche Ursachen für die schwere Entfernbarkeit von festklebenden Kaugummis, deren Kaumasse aus Polyisobuten bzw. Polyvinylacetat besteht. Beurteilen Sie den angegebenen Tipp zur Entfernung von Kaugummis. Erläutern Sie, durch welche funktionellen Gruppen die Polymere modifiziert werden könnten, damit sie als Kaumasse für „Clean Gum“ verwendet werden können, und welche Nachteile sich durch die modifizierte Kaumasse ergeben könnten. (20 Punkte)

3. Materialgrundlage:

- Zahnärztliche Mitteilungen 95, Nr. 19, 01.10.2005, S. 64
- Braun, T.: Kaugummi, PdN-Ch 4/49, 2000, S. 10
- <http://www.wrigley.de/web/klassiker> (11.03.2009)
- http://www.focus.de/wissen/wissenschaft/chemie_aid_132798.html (11.03.2009)
- http://www.innovations-report.de/html/berichte/innovative_produkte/bericht-90904.html (11.03.09)

4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

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

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB) ¹
	Der Prüfling	
1	zeichnet einen Strukturformelausschnitt von Polyvinylacetat.	2 (I)
2	nennt die Art der Polymerisation: radikalische Polymerisation.	2 (I)
3a	erläutert den Mechanismus der Reaktion von Vinylacetat zu Polyvinylacetat, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Kettenstart: Natriumperoxodisulfat zerfällt als Peroxid in zwei Radikale; Reaktion der gebildeten Radikale mit je einem Monomer-Molekül zu Monomer-Radikalen. 	4 (II)
3b	erläutert den Mechanismus der Reaktion von Vinylacetat zu Polyvinylacetat, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Kettenfortpflanzung: Weiterreaktion der gebildeten Monomer-Radikale mit weiteren Monomer-Molekülen, • Kettenabbruch: Reaktion zweier Radikale miteinander. 	8 (II)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

¹ AFB = Anforderungsbereich

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	zeichnet einen Strukturformelausschnitt von Polyisobuten.	2 (I)
2a	erläutert den Mechanismus der Reaktion zur Bildung von Polyisobuten, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Kettenstart: Die starke Säure reagiert mit einem Isobuten-Molekül zu einem tertiären Carbenium-Ion. 	4 (II)
2b	erläutert den Mechanismus der Reaktion zur Bildung von Polyisobuten, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Kettenfortpflanzung: Das Carbenium-Ion reagiert mit einem weiteren Isobuten-Molekül zu einem neuen Carbenium-Ion. • Kettenabbruch: Abspaltung eines Protons unter Bildung einer C-C-Doppelbindung. 	8 (II)
3	nennt Unterschiede zur Bildung von Polyvinylacetat, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • kationischer Mechanismus bzw. radikalischer Mechanismus, • Kettenabbruch durch Abspaltung eines Protons und nicht durch Reaktion zweier Radikale. 	4 (I)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1a	gibt den Kunststofftyp, zu dem Polyisobuten und Polyvinylacetat gehören, an: <ul style="list-style-type: none"> • Thermoplaste. 	2 (I)
1b	gibt Eigenschaften von Polyisobuten und Polyvinylacetat an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • durch Wärme verformbar bzw. schmelzbar. 	2 (I)
2	nennt Eigenschaften von Polymeren, die als Kaumasse verwendet werden sollen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • nicht gesundheitsschädlich, • durch Druck verformbar, • ausreichend mechanisch belastbar (sollen beim Kauen nicht zerstört werden), • wasserunlöslich. 	4 (I)
3	stellt eine Hypothese auf, wie die Polymere modifiziert werden müssen, damit sie als Kaumasse zur Herstellung so genannter <i>bubble-gums</i> genutzt werden können, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Damit Blasen gebildet werden können, muss die Kaumasse sehr elastisch und dehnbar sein. • Dies wird durch längere Polymere oder durch den Einsatz von Elastomeren möglich. 	4 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl (AFB)
	Der Prüfling	
1	nennt mögliche Ursachen für die schwere Entfernbarekeit von festklebenden Kaugummi, deren Kaumasse aus Polyisobuten bzw. Polyvinylacetat besteht, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Verzahnen zwischen Kaumasse und Bodenbelag, • hohe Adhäsion durch intermolekulare Kräfte zwischen den Polymerketten und der Oberfläche des Gegenstandes (Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkung, Wasserstoffbrückenbindungen). 	6 (III)
2	beurteilt den Tipp zur Entfernung von Kaugummi, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Waschbenzin enthält unpolare Moleküle; Polymere im Kaugummi sind ebenfalls unpolar (Polyisobuten) bzw. haben große unpolare Anteile im Molekülgerüst. • Waschbenzin kann Kaugummi zumindest zum Teil lösen. 	6 (II)
3a	erläutert, durch welche funktionellen Gruppen die Polymere modifiziert werden könnten, damit sie als Kaumasse für „Clean Gum“ werden können, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Einführung hydrophiler Gruppen wie Hydroxyl- oder Carboxylgruppen. 	4 (II)
3b	erläutert, welche Nachteile sich durch die modifizierte Kaumasse ergeben könnten. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf mögliche Wechselwirkungen zwischen den hydrophilen Gruppen der Makromoleküle und Wasser beim Kauen im Mund, auf das Lösen von Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Molekülketten und einer daraus folgenden Konsistenzänderung des Kaugummi eingeht.)</i>	4 (III)
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
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. 	4

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	zeichnet einen Strukturformelausschnitt ...	2 (I)			
2	nennt die Art ...	2 (I)			
3a	erläutert den Mechanismus ...	4 (II)			
3b	erläutert den Mechanismus ...	8 (II)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	zeichnet einen Strukturformelausschnitt ...	2 (I)			
2a	erläutert den Mechanismus ...	4 (II)			
2b	erläutert den Mechanismus ...	8 (II)			
3	nennt Unterschiede zur ...	4 (I)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	18			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
1a	gibt den Kunststofftyp ...	2 (I)			
1b	gibt Eigenschaften von ...	2 (I)			
2	nennt Eigenschaften von ...	4 (I)			
3	stellt eine Hypothese ...	4 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	12			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl (AFB)	EK	ZK	DK
1	nennt mögliche Ursachen ...	6 (III)			
2	beurteilt den Tipp ...	6 (II)			
3a	erläutert, durch welche ...	4 (II)			
3b	erläutert, welche Nachteile ...	4 (III)			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	20			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	führt seine Gedanken ...	5			
2	strukturiert seine Darstellung ...	4			
	Summe Darstellungsleistung	9			

	Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)	75			
--	---	-----------	--	--	--

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	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
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 Punktzahlen 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	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0