



Name: _____

Abiturprüfung 2012

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Aceton – eine vielseitige Chemikalie

1. Erklären Sie die Verwendung von Aceton als universelles Lösemittel anhand der Molekülstruktur. Geben Sie zu den Synthesen von Aceton aus Propen bzw. Propan-2-ol Reaktionsgleichungen an. Begründen Sie, warum die Synthese von Aceton mithilfe von Mikroorganismen in der Zukunft bedeutsam sein kann. (16 Punkte)
2. Erläutern Sie den Reaktionsablauf für die Synthese von Cyanhydrin aus Aceton und Cyanwasserstoff in Einzelschritten und unter Angabe des Reaktionstyps. Vergleichen Sie die Reaktionsgeschwindigkeiten der Cyanhydrinsynthese mit Aceton bzw. mit Ethanal. (16 Punkte)
3. Geben Sie die Strukturformeln von 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on und 4-Methyl-3-penten-2-on an. Geben Sie den Reaktionstyp für die Synthese von 4-Methyl-3-penten-2-on aus 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on an. Erläutern Sie den Reaktionsablauf in Einzelschritten für diese Synthese. (14 Punkte)
4. Erläutern Sie die Isomerie am Beispiel von Aceton und 2-Hydroxypropen. Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus für die Reaktion von Aceton zu 1-Bromaceton. Geben Sie für die Schritte 3 und 4 der Synthese von 1-Bromaceton den Reaktionstyp begründet an. (20 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



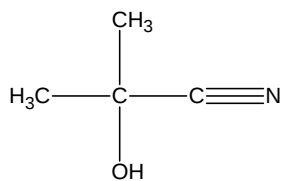
Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Aceton (Propanon) wird in den unterschiedlichsten Bereichen verwendet, z. B. in der Lack- und Klebstoffindustrie als universelles Löse- und Extraktionsmittel. Größtenteils wird Aceton jedoch als Ausgangsstoff bei zahlreichen Synthesen eingesetzt, vornehmlich in der Kunststoffchemie.

Zur Produktion von Aceton werden verschiedene Verfahren genutzt. Bei diesen werden als Ausgangsstoffe Propen und Propan-2-ol eingesetzt, die ausschließlich aus Erdöl gewonnen werden. Die Oxidation zu Aceton erfolgt katalytisch. Derzeit wird nach alternativen Synthesewegen für Aceton geforscht. Es wurden Mikroorganismen gefunden, die in der Lage sind, aus Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff Aceton zu produzieren. Dieser noch zu optimierende Syntheseweg könnte zukunftsweisend sein.

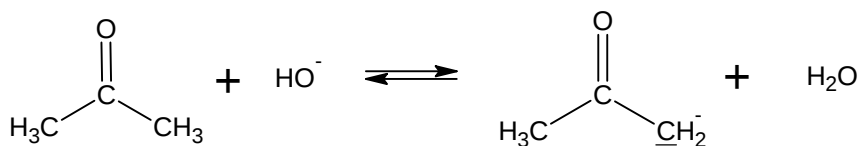
Für die Synthese von Cyanhydrin (2-Hydroxy-2-nitrilo-propan), dem Ausgangsstoff für die Herstellung von „Plexiglas“, wird Aceton mit Cyanwasserstoff (HCN) umgesetzt.



Cyanhydrin

Die Reaktion mit Cyanwasserstoff ist typisch für Aldehyde und Ketone. Diese sogenannte Cyanhydrinsynthese ist wegen der Bildung neuer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen bedeutsam.

Eine weitere Reaktion von Aceton, bei der die Kohlenstoffkette ebenfalls verlängert wird, tritt bei Zugabe von Hydroxid-Ionen ein. Aceton reagiert dabei als Säure zu einem Carbanion:



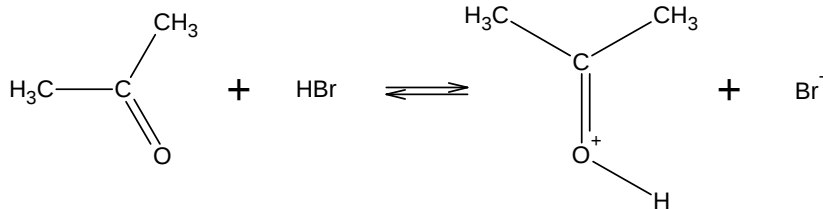
Dieses Carbanion addiert sich an ein weiteres Acetonmolekül. Nach Aufnahme eines Protons entsteht 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on. Wird dieses mit einer Säure versetzt, reagiert es weiter zu 4-Methyl-3-penten-2-on.

Auch zur Gewinnung von 1-Bromaceton (1-Brompropanon), das als Tränengas Einsatz findet, wird Aceton verwendet. Die Reaktion zur Synthese von 1-Bromaceton ist eine säurekatalysierte Bromierung. Die Reaktion verläuft in folgenden Teilschritten:

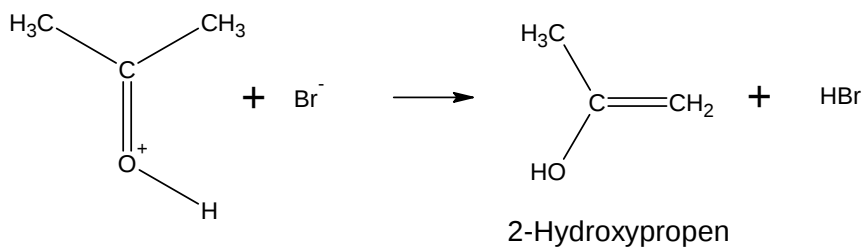


Name: _____

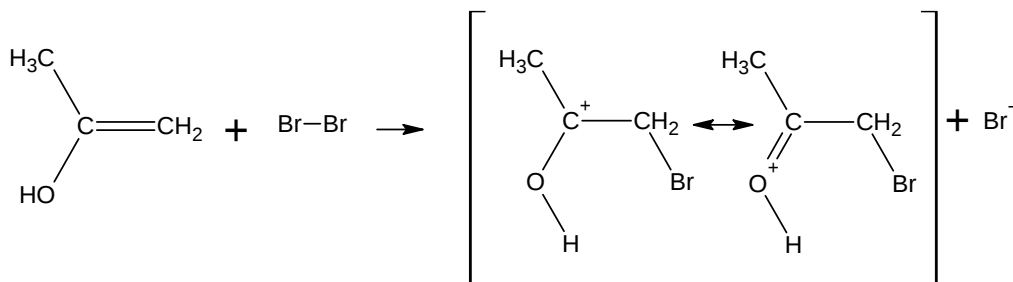
Schritt 1 (schnell):



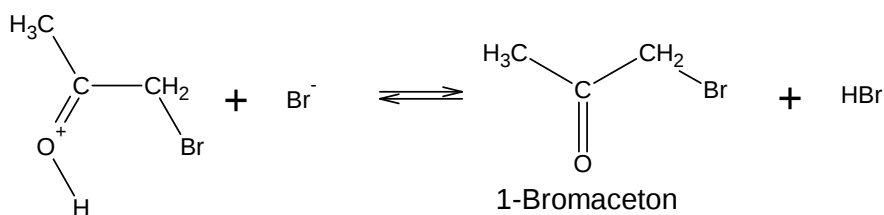
Schritt 2 (langsam):



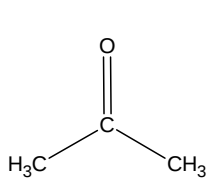
Schritt 3 (schnell):



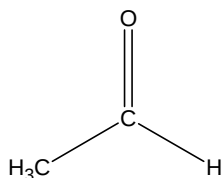
Schritt 4 (schnell):



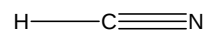
Zusatzinformationen:



Aceton (Propanon)



Ethanal



Cyanwasserstoff (schwache Säure)

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Aceton – eine vielseitige Chemikalie**

1. Erklären Sie die Verwendung von Aceton als universelles Lösemittel anhand der Molekülstruktur. Geben Sie zu den Synthesen von Aceton aus Propen bzw. Propan-2-ol Reaktionsgleichungen an. Begründen Sie, warum die Synthese von Aceton mithilfe von Mikroorganismen in der Zukunft bedeutsam sein kann. (16 Punkte)
2. Erläutern Sie den Reaktionsablauf für die Synthese von Cyanhydrin aus Aceton und Cyanwasserstoff in Einzelschritten und unter Angabe des Reaktionstyps. Vergleichen Sie die Reaktionsgeschwindigkeiten der Cyanhydrinsynthese mit Aceton bzw. mit Ethanal. (16 Punkte)
3. Geben Sie die Strukturformeln von 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on und 4-Methyl-3-penten-2-on an. Geben Sie den Reaktionstyp für die Synthese von 4-Methyl-3-penten-2-on aus 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on an. Erläutern Sie den Reaktionsablauf in Einzelschritten für diese Synthese. (14 Punkte)
4. Erläutern Sie die Isomerie am Beispiel von Aceton und 2-Hydroxypropen. Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus für die Reaktion von Aceton zu 1-Bromaceton. Geben Sie für die Schritte 3 und 4 der Synthese von 1-Bromaceton den Reaktionstyp begründet an. (20 Punkte)

3. Materialgrundlage

- <http://www.chemieunterricht.de/dc2/r-cho/c-rkt-co.htm> (Zugriff 26.04.2011)
- Walter, W.; Francke, W.: Lehrbuch der Organischen Chemie, 24. überarbeitete Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2004, S. 207
- http://vts.uni-ulm.de/docs/2010/7337/vts_7337_10400.pdf (Zugriff 28.04.2011)
- Morrison, R. T.; Boyd, R. N.: Lehrbuch der Organischen Chemie, VCH, Weinheim 1978

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

1. Inhaltliche Schwerpunkte

Themenfeld: Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

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

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

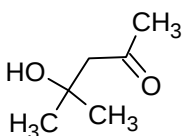
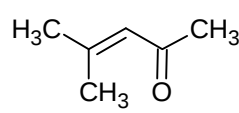
	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt die Verwendung von Aceton als universelles Lösemittel anhand der Molekülstruktur. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung darauf eingeht, dass Aceton aufgrund der polaren Carbonylgruppe mit zwei unpolaren Methylgruppen ein Lösemittel sowohl für polare Verbindungen als auch für unpolare Verbindungen ist.)</i>	4
2	gibt zu den Synthesen von Aceton aus Propen bzw. Propan-2-ol Reaktionsgleichungen an, z. B.: • $2 \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$ • $2 (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2 (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$	6

3	begründet, warum die Synthese von Aceton mithilfe von Mikroorganismen in der Zukunft bedeutsam sein kann. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seinen Begründungen auf die Schonung der begrenzten Ressource Erdöl durch Nutzung von nicht fossilem Kohlenstoff in unbegrenzt verfügbarem Kohlenstoffdioxid eingeht und auf eine möglichst umweltverträgliche Produktion von Wasserstoff hinweist.)	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erläutert den Reaktionsablauf für die Synthese von Cyanhydrin aus Aceton und Cyanwasserstoff in Einzelschritten und unter Angabe des Reaktionstyps. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung die Reaktion als nucleophile Addition einstuft und auf den nucleophilen Angriff des Cyanid-Ions und die Anlagerung eines Protons eingeht.)	8
2	vergleicht die Reaktionsgeschwindigkeiten der Cyanhydrinsynthese mit Aceton bzw. mit Ethanal. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seinem Vergleich z. B. auf den +I-Effekt der Methylgruppe(n), der dem Elektronenmangel am Carbonylkohlenstoffatom entgegenwirkt, und auf die sterische Hinderung beim nucleophilen Angriff eingeht. Da die positive Partialladung beim Ethanal weniger ausgeglichen wird und die sterische Hinderung kleiner ist, erfolgt der nucleophile Angriff leichter und die Reaktionsgeschwindigkeit ist damit höher.)	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt die Strukturformeln von 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on und 4-Methyl-3-penten-2-on an:  4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on  4-Methyl-3-penten-2-on	6
2	gibt den Reaktionstyp für die Synthese von 4-Methyl-3-penten-2-on aus 4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on an. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die Reaktion als Eliminierungsreaktion einstuft.)	2

3	erläutert den Reaktionsablauf in Einzelschritten für diese Synthese. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf die Anlagerung eines Protons an die Hydroxygruppe, die Abspaltung eines Wasser-Moleküls unter Bildung eines Carbenium-Ions und die Abspaltung eines Protons unter Ausbildung einer Doppelbindung eingeht.)	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erläutert die Isomerie am Beispiel von Aceton und 2-Hydroxypropen, z. B.: - Isomere haben die gleiche Summenformel, aber unterschiedliche Strukturformeln. 2-Hydroxypropen und Aceton haben die Summenformel C_3H_6O. - Aceton ist ein Keton und 2-Hydroxypropen ein Alken mit einer Hydroxygruppe.	6
2	erläutert den Reaktionsmechanismus für die Reaktion von Aceton zu 1-Bromaceton. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf die Protonierung des Carbonylsauerstoff-Atoms, die Abspaltung eines Protons aus einer Methylgruppe unter Bildung von 2-Hydroxypropen, den elektrophilen Angriff von Brom an die Doppelbindung des 2-Hydroxypropens, die Stabilisierung des Carbenium-Ions durch Delokalisierung der positiven Ladung und die Abspaltung des Protons der Hydroxygruppe eingeht.)	8
3	gibt für die Schritte 3 und 4 der Synthese von 1-Bromaceton den Reaktionstyp begründet an, z. B.: Die Reaktion ist eine elektrophile Substitution, da 2-Hydroxypropen eine Doppelbindung besitzt, an die Brom elektrophil angreifen kann, dabei wird ein Wasserstoffatom durch ein Bromatom substituiert. (Hinweis: Andere sachlogische Begründungen sind zu akzeptieren.)	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.	5
2	- 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			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	erklärt die Verwendung ...	4			
2	gibt zu den ...	6			
3	begründet, warum die ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert den Reaktionsablauf ...	8			
2	vergleicht die Reaktionsgeschwindigkeiten ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	16			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	gibt die Strukturformeln ...	6			
2	gibt den Reaktionstyp ...	2			
3	erläutert den Reaktionsablauf ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	14			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert die Isomerie ...	6			
2	erläutert den Reaktionsmechanismus ...	8			
3	gibt für die ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	20			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	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 Punktsomme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktsomme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
aus der Punktsomme 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	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 2012

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Haut- und Haarpflege: Glycolsäure und Thioglycolsäure

1. Erläutern Sie für die Protolyse der Glycolsäure die Säure-Base-Vorgänge nach Brönsted. Erklären Sie, auch unter Angabe einer Reaktionsgleichung, wie die Einwirkdauer der Glycolsäure-Lösung auf die Haut durch Aufbringen einer Natriumhydrogencarbonat-Lösung beendet werden kann. (12 Punkte)
2. Erläutern Sie den Verlauf der Titrationskurve der pH-metrischen Titration einer glycol-säurehaltigen Kosmetikprobe mit Natronlauge. Begründen Sie, warum der Äquivalenzpunkt im alkalischen Bereich liegt. Prüfen Sie anhand einer Berechnung der Stoffmen-genkonzentration an Glycolsäure in der untersuchten Probe, ob die Probe mit einem Gefahrensymbol gekennzeichnet werden muss. (22 Punkte)
3. Begründen Sie die unterschiedliche Säurestärke von Glycolsäure und Essigsäure (Ethansäure) unter Berücksichtigung der Bindungsverhältnisse. Erklären Sie mithilfe von Oxidationszahlen, warum es sich bei der Reaktion von Thioglycolsäure mit Iod um eine Redoxreaktion handelt. Überprüfen Sie anhand der Ergebnisse von Versuch 2, ob das Wellmittel für die Heimanwendung geeignet ist. (16 Punkte)
4. Erläutern Sie das Verhalten der Thioglycolsäure bei Zugabe von Ammoniak und die Wasserempfindlichkeit eines sauren Wellmittels. Diskutieren Sie die Verwendung alkalischer und saurer Dauerwellpräparate unter den Gesichtspunkten Wirksamkeit, Gesundheitsgefährdung und Schutzmaßnahmen. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Die beiden schwachen organischen Säuren **Glycolsäure** (Hydroxyethansäure, $\text{HO-CH}_2\text{-COOH}$) und **Thioglycolsäure** (Mercaptoethansäure, $\text{HS-CH}_2\text{-COOH}$) werden in der Haut- und Haarpflege eingesetzt.

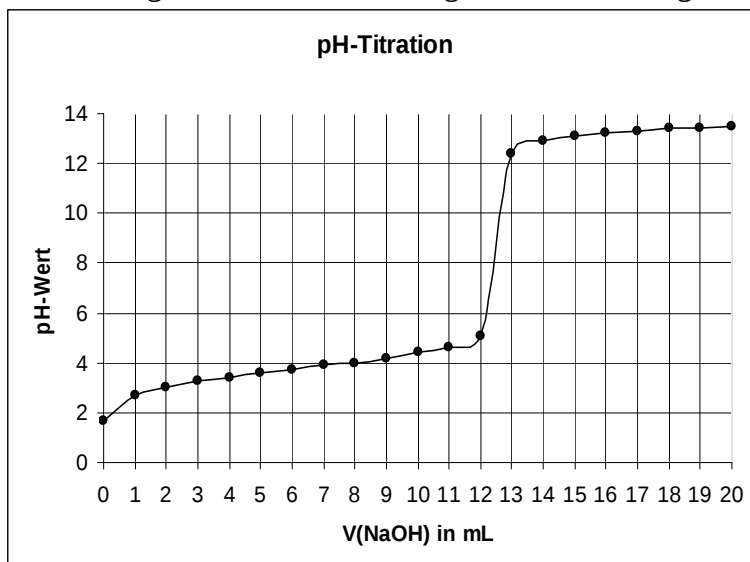
Bereits seit Jahrhunderten machen sich Frauen die hautglättende Wirkung von organischen Säuren wie Milchsäure oder Weinsäure, die in verschiedenen natürlichen Produkten vorkommen, zu Nutze. Glycolsäurehaltige Kosmetika müssen mit dem Gefahrensymbol **C** (Ätzend) gekennzeichnet werden, wenn die Stoffmengenkonzentration der Glycolsäure größer als 1,3 mol/L ist. Die Einwirkdauer der Säure auf die Haut kann durch Aufbringen einer Natriumhydrogencarbonat-Lösung beendet werden.

In einem Labor wurde die Glycolsäure-Konzentration einer Kosmetikprobe bestimmt.

Versuch 1: Bestimmung der Glycolsäure-Konzentration einer Kosmetikprobe durch pH-metrische Titration

5,0 mL einer Probe ($\rho = 1,0 \text{ g/mL}$) werden mit 10 mL destilliertem Wasser verdünnt und portionsweise mit Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/L}$) versetzt. Nach jeder Zugabe wird der pH-Wert gemessen.

Die Messergebnisse sind in der folgenden Grafik dargestellt:



Thioglycolsäure wird aufgrund ihrer reduzierenden Eigenschaft als Wellmittel in sogenannten alkalischen Dauerwellpräparaten verwendet. Durch Zugabe von Ammoniak wird ein pH-Bereich von 8,5 bis 9 eingestellt. Je höher der pH-Wert, desto besser ist die Wellwirkung des Haares. Saure Dauerwellmittel (pH 5 bis 6) enthalten vorwiegend Thioglycolsäuremonoglycerinester. Sie wirken bei dickeren Haaren nicht stark genug und sind nur im wasserfreien Zustand länger haltbar.



Name: _____

Der Anteil an Reduktionsmittel und der pH-Wert der Präparate unterliegen gesetzlichen Höchstgrenzen, um die Gefahr einer Haut- bzw. Haarschädigung weitgehend zu vermeiden. Lösungen auf Basis von Thioglycolsäure dürfen im gewerblichen Bereich höchstens einen Massenanteil von $w = 11\%$ dieser Säure enthalten, für die Heimanwendung liegt die Höchstgrenze bei einem Massenanteil von $w = 8\%$. Der pH-Wert darf maximal 9,5 betragen.

In einem Versuch wurde ein Dauerwellpräparat zur Heimanwendung durch Bestimmung der Konzentration an Thioglycolsäure überprüft.

Versuch 2: Bestimmung der Thioglycolsäure-Konzentration in einem Dauerwellpräparat durch Iodometrie

0,6 g des Dauerwellpräparats werden mit 50 mL destilliertem Wasser und 5 mL Salzsäure versetzt. Nach Zugabe von Stärkelösung als Indikator wird die Probe mit Iodlösung ($c = 0,05 \text{ mol/L}$) titriert.

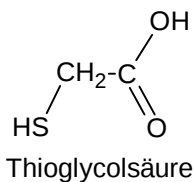
Bis zum Umschlagspunkt des Indikators werden 4,6 mL Iodlösung verbraucht.



Zusatzinformationen:

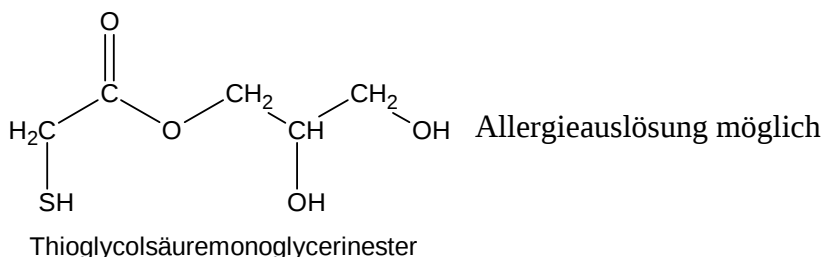
Natriumhydrogencarbonat: NaHCO_3

$\text{pK}_s(\text{Essigsäure}) = 4,75$



$M(\text{Thioglycolsäure}) = 92,1 \text{ g/mol}$

Gefahrenhinweise: R23/24/25: Giftig beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut



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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Haut- und Haarpflege: Glycolsäure und Thioglycolsäure**

1. Erläutern Sie für die Protolyse der Glycolsäure die Säure-Base-Vorgänge nach Brönsted. Erklären Sie, auch unter Angabe einer Reaktionsgleichung, wie die Einwirkdauer der Glycolsäure-Lösung auf die Haut durch Aufbringen einer Natriumhydrogencarbonat-Lösung beendet werden kann. (12 Punkte)
2. Erläutern Sie den Verlauf der Titrationskurve der pH-metrischen Titration einer glycol-säurehaltigen Kosmetikprobe mit Natronlauge. Begründen Sie, warum der Äquivalenzpunkt im alkalischen Bereich liegt. Prüfen Sie anhand einer Berechnung der Stoffmen-genkonzentration an Glycolsäure in der untersuchten Probe, ob die Probe mit einem Gefahrensymbol gekennzeichnet werden muss. (22 Punkte)
3. Begründen Sie die unterschiedliche Säurestärke von Glycolsäure und Essigsäure (Ethansäure) unter Berücksichtigung der Bindungsverhältnisse. Erklären Sie mithilfe von Oxidationszahlen, warum es sich bei der Reaktion von Thioglycolsäure mit Iod um eine Redoxreaktion handelt. Überprüfen Sie anhand der Ergebnisse von Versuch 2, ob das Wellmittel für die Heimanwendung geeignet ist. (16 Punkte)
4. Erläutern Sie das Verhalten der Thioglycolsäure bei Zugabe von Ammoniak und die Wasserempfindlichkeit eines sauren Wellmittels. Diskutieren Sie die Verwendung alkalischer und saurer Dauerwellpräparate unter den Gesichtspunkten Wirksamkeit, Gesundheitsgefährdung und Schutzmaßnahmen. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- http://www.xlafa.com/pdf/Hautnah_Anti-aging.pdf (Zugriff 28.10.2010)
- <http://www.wissen-gesundheit.de/content.asp?wdid=235&sid=0> (Zugriff 28.10.2010)
- Vollmer, G.; Franz, M.: Chemische Produkte im Alltag, G. Thieme Verlag, Stuttgart 1985, S. 193 – 195

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>
Themenfeld: Analytische Verfahren zur Konzentrationsbestimmung
• Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen: Säure-Base-Begriff nach Brönsted, Autoprotolyse des Wassers, pH-, pKs-Wert • Einfache Titrations mit Endpunktbestimmungen • pH-metrische Titrations • Redoxtitration
2. <i>Medien/Materialien</i>
• entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erläutert für die Protolyse der Glycolsäure die Säure-Base-Vorgänge nach Brönsted, z. B.: • $\text{HO-CH}_2\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HO-CH}_2\text{-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ • Das Glycolsäure-Molekül ist der Protonendonator (Säure) und gibt ein Proton ab, das Wasser-Molekül ist der Protonenakzeptor (Base) und nimmt das Proton auf.	6
2	erklärt, auch unter Angabe einer Reaktionsgleichung, wie die Einwirkdauer der Glycolsäure-Lösung auf die Haut durch Aufbringen einer Natriumhydrogencarbonat-Lösung beendet werden kann, z. B.: • Die Hydrogencarbonat-Ionen als schwache Basen reagieren mit den Oxonium-Ionen aus der Glycolsäure. • Die Glycolsäure wird durch die Natriumhydrogencarbonat-Lösung neutralisiert und kann nicht mehr auf der Haut wirken. (Hinweis: Es wird eine Reaktionsgleichung erwartet.)	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erläutert den Verlauf der Titrationskurve der pH-metrischen Titration einer glycol-säurehaltigen Kosmetikprobe mit Natronlauge, z. B.: • Der pH-Wert ändert sich bis zur Zugabe von 12 mL Natronlauge von $\text{pH} \approx 1,9$ bis $\text{pH} \approx 5$ (um ca. 3 pH-Einheiten). • Bei $V \approx 6,25$ mL und $\text{pH} \approx 3,8$ liegt der Halbäquivalenzpunkt. Hier gilt: $\text{pH} = \text{pK}_s$. • Bis zum Äquivalenzpunkt nimmt die Konzentration der Glycolsäure ab und die Konzentration der Glycolsäure-Anionen zu.	6
1b	erläutert den Verlauf der Titrationskurve der pH-metrischen Titration einer glycol-säurehaltigen Kosmetikprobe mit Natronlauge, z. B.: • Zwischen 12 mL und 13 mL Zugabe von Natronlauge ändert sich der pH-Wert von $\text{pH} \approx 5$ bis $\text{pH} \approx 12,2$. • Im pH-Sprung liegt bei $V \approx 12,5$ mL der Äquivalenzpunkt ($\text{pH} \approx 8,9$). • Nach dem Äquivalenzpunkt ergibt sich der pH-Wert aus der Konzentration der überschüssigen Natronlauge.	6
2	begründet, warum der Äquivalenzpunkt im alkalischen Bereich liegt, z. B.: • Am Äquivalenzpunkt haben gleiche Stoffmengen Natronlauge und Glycolsäure reagiert, die wässrige Lösung enthält Natrium-Ionen und Glycolsäure-Anionen. • Die Glycolsäure-Anionen reagieren mit den Wasser-Molekülen unter Bildung von Hydroxid-Ionen. Das Glycolsäure-Anion reagiert als Protonenakzeptor (Base).	4
3	prüft anhand einer Berechnung der Stoffmengenkonzentration an Glycolsäure in der Probe, ob die Probe mit einem Gefahrensymbol gekennzeichnet werden muss, z. B.: • $n(\text{Glycolsäure}) = n(\text{Natronlauge}) = 0,0125 \text{ L} \cdot 1 \text{ mol/L} = 0,0125 \text{ mol}$. • $c(\text{Glycolsäure}) = 0,0125 \text{ mol} / 0,005 \text{ L} = 2,5 \text{ mol/L}$. • Da die Konzentration der Glycolsäure größer als $1,3 \text{ mol/L}$ ist, muss die Probe mit dem Gefahrensymbol C (Ätzend) gekennzeichnet werden.	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	begründet die unterschiedliche Säurestärke von Glycolsäure und Essigsäure (Ethan-säure) unter Berücksichtigung der Bindungsverhältnisse, z. B.: • Die Hydroxygruppe besitzt einen elektronenziehenden Effekt (–I-Effekt) und erleichtert die Abspaltung des Protons aus der Carboxygruppe.	4
2	erklärt mithilfe von Oxidationszahlen, warum es sich bei der Reaktion von Thio-glycolsäure mit Iod um eine Redoxreaktion handelt, z. B.: $ \begin{array}{ccccccc} \text{–I} & 0 & & 0 & 0 & & \text{–I} \\ 2 \text{ HOOC-CH}_2\text{-SH} & + \text{ I}_2 & \rightarrow & \text{HOOC-CH}_2\text{-S-S-CH}_2\text{-COOH} & + & 2 \text{ HI} \end{array} $ (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling mithilfe der Oxidationszahlen be-gründet, dass Thioglycolsäure oxidiert und Iod reduziert wird.)	6

3	überprüft anhand der Ergebnisse von Versuch 2, ob das Wellmittel für die Heimanwendung geeignet ist, z. B.: - Für die Reaktion gilt: $n(\text{Säure}) = 2n(\text{Iod}); n(\text{Säure}) = 2 \cdot 0,05 \text{ mol/L} \cdot 0,0046 \text{ L} = 0,00046 \text{ mol}.$ $m(\text{Säure}) = 0,00046 \text{ mol} \cdot 92,1 \text{ g/mol} \approx 0,042 \text{ g}.$ $w = 0,042 \text{ g} / 0,6 \text{ g} \approx 0,071 = 7,1 \text{ \%}.$ Das Wellmittel ist für die Heimanwendung geeignet.	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erläutert das Verhalten der Thioglycolsäure bei Zugabe von Ammoniak. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Bildung eines alkalischen Milieus bei Zugabe von Ammoniak und auf die Protolysereaktion zwischen Ammoniak und Thioglycolsäure, bei der Thioglycolsäure-Anionen und Ammonium-Ionen gebildet werden, eingeht.)</i>	4
1b	erläutert die Wasserempfindlichkeit eines sauren Wellmittels, z. B.: - Saure Esterspaltung, $\text{Ester} + \text{Wasser} \rightleftharpoons \text{Thioglycolsäure} + \text{Glycerin}.$	6
2	diskutiert die Verwendung alkalischer und saurer Dauerwellpräparate unter den Gesichtspunkten Wirksamkeit, Gesundheitsgefährdung und Schutzmaßnahmen. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die Vor- und Nachteile der beiden Präparate hinsichtlich Wirksamkeit und Gesundheitsgefährdung gegenüberstellt und mögliche Schutzmaßnahmen vorschlägt.)</i>	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
2	- 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			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	erläutert für die ...	6			
2	erklärt, auch unter ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	12			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erläutert den Verlauf ...	6			
1b	erläutert den Verlauf ...	6			
2	begründet, warum der ...	4			
3	prüft anhand einer ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	22			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	begründet die unterschiedliche ...	4			
2	erklärt mithilfe von ...	6			
3	überprüft anhand der ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erläutert das Verhalten ...	4			
1b	erläutert die Wasserempfindlichkeit ...	6			
2	diskutiert die Verwendung ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	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 Punktsomme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktsomme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
aus der Punktsomme 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	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 2012

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Alizarin gelb-Synthese auf einem Ionenaustauscher

1. Geben Sie für die Synthese von *p*-Nitroanilin, ausgehend von Benzol, stufenweise die Reaktionsschemata und Reaktionstypen an. Entwickeln Sie den Reaktionsverlauf (Mechanismus) der Reaktion zur Bildung von Nitrobenzol aus Benzol. (16 Punkte)
2. Begründen Sie den Ort der Zweitsubstitution bei der Bildung von *p*-Nitroacetanilid. Geben Sie dazu zwei Grenzstrukturen an. Erklären Sie, warum bei der Nitrierung von Anilin überwiegend *m*-Nitroanilin, aber kaum *p*-Nitroanilin gebildet werden würde. (14 Punkte)
3. Erläutern Sie die Reaktionen, die bei der Festphasensynthese (Schritt 3) ablaufen, auch anhand von Reaktionsgleichungen. Geben Sie eine Strukturformel des am Ionenaustauscher gebundenen Farbstoffes an. Erklären Sie die Beobachtungen nach Zugabe von Natronlauge zum gelb gefärbten Ionenaustauscher. (14 Punkte)
4. Beschreiben Sie am Beispiel von Alizarin gelb die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit. Deuten Sie die Farbänderung von Alizarin gelb nach Orange in stark alkalischer Lösung, auch mithilfe von zwei Grenzstrukturen. (22 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

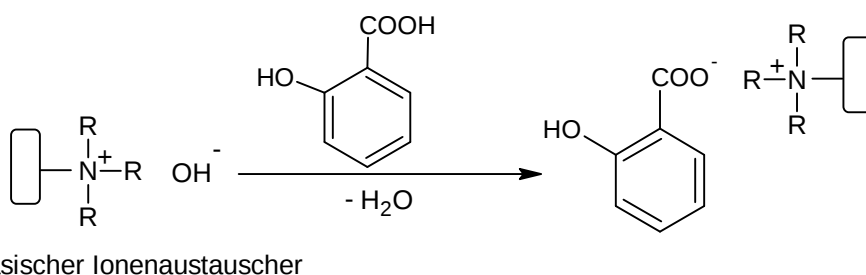
Fachspezifische Vorgaben:

In der chemischen Forschung ist man daran interessiert, möglichst schnell und effektiv eine große Auswahl verschiedener Verbindungen zu synthetisieren, um anschließend deren Verwendung zu bestimmen.

Ein mögliches Syntheseverfahren ist das Arbeiten an stationären Phasen. Hierzu bringt man zunächst ein Edukt auf eine stationäre Phase auf, z. B. auf einen basischen Ionenaustauscher, der in Perlform vorliegt. Durch die Reaktion des mit dem Edukt beladenen Ionenaustauschers mit weiteren Komponenten lassen sich in verschiedenen Reaktionen unterschiedliche Farbstoffe herstellen.

Am Beispiel der Synthese des Farbstoffes **Alizaringelb** soll diese Methode dargestellt werden.

1. Aufbringen des Eduktes Salicylsäure (2-Hydroxybenzoesäure) auf einen basischen Ionenaustauscher (Bildung der Kupplungskomponente)



2. Herstellung der Komponente *p*-Nitroanilin

Ausgehend von Benzol wird durch Umsetzung mit Nitriersäure Nitrobenzol hergestellt, das mit Zink und Salzsäure zu Anilin reagiert. Bei der Nitrierung von Anilin mit Nitriersäure würde das gewünschte *p*-Nitroanilin nur in geringer Ausbeute entstehen, da unerwünschte Reaktionen auftreten. So wird z. B. *m*-Nitroanilin gebildet, da in saurer Lösung Anilin protoniert vorliegt.

Um eine hohe Ausbeute von *p*-Nitroanilin zu erreichen, wird ein anderer Syntheseweg gewählt. Dazu setzt man Anilin mit konzentrierter Essigsäure zum Acetanilid um. Mit Nitriersäure entsteht vorwiegend *p*-Nitroacetanilid, welches anschließend in alkalischer Lösung zu *p*-Nitroanilin hydrolysiert wird.

3. Festphasensynthese des Farbstoffes

Ein Gemisch aus Natriumnitrit, verdünnter Salzsäure und *p*-Nitroanilin wird auf die feste Phase, an die bereits Salicylsäure gebunden ist (Reaktionsprodukt aus 1), aufgebracht. Der Ionenaustauscher färbt sich gelb.

4. Gewinnung des Farbstoffes

Nach Zugabe von verdünnter Natronlauge zu den gelben Ionenaustauscher-Perlen färbt sich die wässrige Lösung gelb und die Ionenaustauscher-Perlen werden entfärbt.

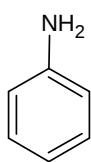
Nach weiterer Zugabe von Natronlauge zu der gelben Alizaringelb-Lösung tritt bei einem pH-Wert von 10 bis 12 eine Farbänderung der Lösung nach Orange ein.



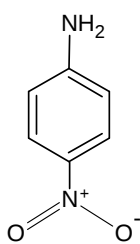
Name: _____

Zusatzinformationen:

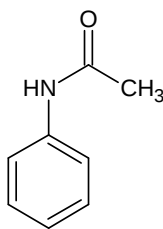
- Nitriersäure ist ein Gemisch aus Schwefelsäure und Salpetersäure (HNO_3).
- Natriumnitrit: NaNO_2



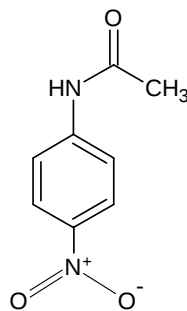
Anilin



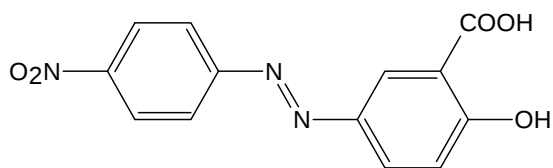
p-Nitroanilin



Acetanilid



p-Nitroacetanilid



Alizarin

Zusammenhang von absorbierter 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

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2012

Chemie, Leistungskurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Alizarinengelb-Synthese auf einem Ionenaustauscher

1. Geben Sie für die Synthese von *p*-Nitroanilin, ausgehend von Benzol, stufenweise die Reaktionsschemata und Reaktionstypen an. Entwickeln Sie den Reaktionsverlauf (Mechanismus) der Reaktion zur Bildung von Nitrobenzol aus Benzol. (16 Punkte)
2. Begründen Sie den Ort der Zweitsubstitution bei der Bildung von *p*-Nitroacetanilid. Geben Sie dazu zwei Grenzstrukturen an. Erklären Sie, warum bei der Nitrierung von Anilin überwiegend *m*-Nitroanilin, aber kaum *p*-Nitroanilin gebildet werden würde. (14 Punkte)
3. Erläutern Sie die Reaktionen, die bei der Festphasensynthese (Schritt 3) ablaufen, auch anhand von Reaktionsgleichungen. Geben Sie eine Strukturformel des am Ionenaustauscher gebundenen Farbstoffes an. Erklären Sie die Beobachtungen nach Zugabe von Natronlauge zum gelb gefärbten Ionenaustauscher. (14 Punkte)
4. Beschreiben Sie am Beispiel von Alizarinengelb die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit. Deuten Sie die Farbänderung von Alizarinengelb nach Orange in stark alkalischer Lösung, auch mithilfe von zwei Grenzstrukturen. (22 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Pustowka, P.; Bader, H. J.: Synthese von Substanzbibliotheken, MNU 2008, Heft 2, S. 90 – 100
- http://www.ioc-praktikum.de/iocp/buch/k_7.pdf (Kap. 7.2) (Zugriff 29.03.2012)
- Beyer, H.; Walter, W.: Lehrbuch der Organischen Chemie, 26. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2004, S. 614

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>
Theoriekonzept: Das aromatische System
Themenfeld: Farbstoffe und Farbigkeit (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Indigofarbstoffe)
2. <i>Medien/Materialien</i>
• entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	gibt für die Synthese von <i>p</i> -Nitroanilin, ausgehend von Benzol, stufenweise die Reaktionsschemata und Reaktionstypen an, z. B.: • Nitrierung von Benzol zu Nitrobenzol (elektrophile Substitution), • Reaktion von Nitrobenzol zu Anilin (Redox-Reaktion).	4
1b	gibt für die Synthese von <i>p</i> -Nitroanilin, ausgehend von Benzol, stufenweise die Reaktionsschemata und Reaktionstypen an, z. B.: • Bildung von Acetanilid aus Anilin und Essigsäure (Kondensations- oder S_N-Reaktion), • Nitrierung von Acetanilid mit Nitriersäure (elektrophile Substitution), • Spaltung von <i>p</i>-Nitroacetanilid in alkalischer Lösung (Hydrolyse).	6
2	entwickelt den Reaktionsverlauf (Mechanismus) der Reaktion zur Bildung von Nitrobenzol aus Benzol, z. B.: • Das Nitryl-Kation tritt mit den π-Elektronen des Benzol-Moleküls in Wechselwirkung (π-Komplex), • Bildung des mesomeriestabilisierten σ-Komplexes, • Rearomatisierung durch Protonenabspaltung.	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	begründet den Ort der Zweitsubstitution bei der Bildung von <i>p</i> -Nitroacetanilid, z. B.: - Der Ersts substituent besitzt aufgrund des freien Elektronenpaares am Stickstoff-Atom einen +M-Effekt und dirigiert in <i>o</i>- bzw. <i>p</i>-Stellung zum Ersts substituenten. - Die <i>p</i>-Position ist aus sterischen Gründen begünstigt.	4
2	gibt dazu zwei Grenzstrukturen an.	4
3	erklärt, warum bei der Nitrierung von Anilin überwiegend <i>m</i> -Nitroanilin, aber kaum <i>p</i> -Nitroanilin gebildet werden würde, z. B.: - Die Amino-Gruppe wird in saurer Lösung (Nitriersäure) zu einer NH_3^+-Gruppe protoniert. - Diese übt im Gegensatz zur NH_2-Gruppe wegen des fehlenden freien Elektronenpaares keinen +M-Effekt aus. - Die NH_3^+-Gruppe mit ihrem –I-Effekt verhält sich wie ein Substituent 2. Ordnung und dirigiert den Zweitsubstituenten in <i>meta</i>-Stellung.	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erläutert die Reaktionen, die bei der Festphasensynthese (Schritt 3) ablaufen, auch anhand von Reaktionsgleichungen. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf die Bildung von salpetriger Säure bzw. Nitrosyl-Kationen, die Diazotierung von <i>p</i>-Nitroanilin, die Azokupplung (elektrophile Substitution) des Diazonium-Ions an das Reaktionsprodukt aus 1 eingeht und die entsprechenden Reaktionsgleichungen formuliert.)</i>	8
2	gibt eine Strukturformel des am Ionenaustauscher gebundenen Farbstoffes an.	2
3	erklärt die Beobachtungen nach Zugabe von Natronlauge zum gelb gefärbten Ionenaustauscher, z. B.: - Natronlauge löst den Farbstoff vom Ionenaustauscher, daher wird die Lösung gelb und der Ionenaustauscher entfärbt. - Die ionische Bindung zwischen den Hydroxid-Ionen und dem basischen Ionenaustauscher ist stärker als die Bindung zwischen dem Austauscher und dem Salicylsäure-Anion.	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	beschreibt am Beispiel von Alizarin gelb die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit, z. B.: • Aus dem sichtbaren Bereich des Spektrums wird ein bestimmter Wellenlängenbereich absorbiert. • Die nicht absorbierten Wellenlängen werden als Komplementärfarbe wahrgenommen. • Alizarin gelb erscheint gelb und absorbiert im blauen Spektralbereich.	4
1b	beschreibt am Beispiel von Alizarin gelb die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit, z. B.: • Der Farbstoff besitzt ein delokalisiertes π-Elektronensystem, bestehend aus einer Azogruppe und daran gebundenen Benzolringen, das durch sichtbares Licht angeregt werden kann (Chromophor). • Die Hydroxygruppe als auxochrome Gruppe, die Carboxy- und Nitrogruppe als antiauxochrome Gruppen erweitern das delokalisierte π-Elektronensystem.	6
2a	deutet die Farbänderung von Alizarin gelb nach Orange in stark alkalischer Lösung, auch mithilfe von zwei Grenzstrukturen, z. B.: • In stark alkalischer Lösung ($\text{pH} > 12$) wird die Hydroxygruppe deprotoniert. Der Farbstoff liegt als Dianion vor. • Die orange Form des Alizarin gelbs absorbiert energieärmeres Licht. • Das gebundene Sauerstoff-Anion besitzt einen stärkeren +M-Effekt als die Hydroxygruppe. • Die Ladungsverschiebung des freien Elektronenpaares des Sauerstoff-Anions führt zu einer Erweiterung des delokalisierten π-Elektronensystems.	8
2b	gibt zwei Grenzstrukturen an.	4
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
2	• 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			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1a	gibt für die ...	4			
1b	gibt für die ...	6			
2	entwickelt den Reaktionsverlauf ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	16			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	begründet den Ort ...	4			
2	gibt dazu zwei ...	4			
3	erklärt, warum bei ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	14			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert die Reaktionen ...	8			
2	gibt eine Strukturformel ...	2			
3	erklärt die Beobachtungen ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	14			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	beschreibt am Beispiel ...	4			
1b	beschreibt am Beispiel ...	6			
2a	deutet die Farbänderung ...	8			
2b	gibt zwei Grenzstrukturen ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	22			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	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 Punktsomme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktsomme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
aus der Punktsomme 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	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 2012

Chemie, Leistungskurs

Aufgabenstellung:

Schutzhandschuhe aus Kunststoff

1. Skizzieren Sie den molekularen Aufbau eines Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren. Erläutern Sie die unterschiedlichen thermischen und mechanischen Eigenschaften dieser Kunststofftypen. Geben Sie begründet an, zu welchem Kunststofftyp Polyvinylalkohol (PVA) gehört. *(18 Punkte)*
2. Geben Sie ein Reaktionsschema für die kationische Polymerisation von 2-Methylpropen an. Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation von Acrylnitril, auch anhand von Reaktionsgleichungen. Erläutern Sie unter Berücksichtigung induktiver Effekte, warum 2-Methylpropen kationisch, Acrylnitril jedoch radikalisch polymerisiert wird. *(22 Punkte)*
3. Zeichnen Sie einen Strukturausschnitt von Polyvinylacetat. Erläutern Sie die Hydrolyse zu Polyvinylalkohol in Einzelschritten, auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen. *(12 Punkte)*
4. Geben Sie zwei Eigenschaften des Polymermaterials an, die die Permeationszeit beeinflussen. Erklären Sie, warum Butylkautschuk eine größere Permeationszeit für Methanol aufweist als Polyvinylalkohol. Beurteilen Sie, welches Handschuhmaterial für den Umgang mit Propan-1-ol geeignet ist. *(14 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

In vielen Berufen ist die Haut besonderen Belastungen ausgesetzt. So kommen beispielsweise Friseure mit waschaktiven Substanzen in Kontakt, Fliesenleger hantieren mit alkalischem Zement und Beschäftigte der Textilindustrie gehen häufig mit Säuren und Basen, Farbstoffen und organischen Lösemitteln um. Zum Schutz der Haut bieten die Hersteller eine Reihe von Schutzhandschuhen aus verschiedenen Polymermaterialien wie Nitrilkautschuk, Butylkautschuk, Polyvinylalkohol oder Polyvinylchlorid an. Das eingesetzte Polymer entscheidet wesentlich über die Schutzwirkung eines Handschuhs. Neben der reinen Schutzwirkung sollen die Handschuhe sich durch ihre elastischen Eigenschaften gut an die Hand anpassen, damit sie sich nicht störend beim Arbeiten auswirken.

Nitrilkautschuk wird durch radikalische Polymerisation aus den Monomeren Acrylnitril und Buta-1,3-dien hergestellt. Als Initiator kann Lauroylperoxid verwendet werden.

Butylkautschuk entsteht durch kationische Polymerisation des Monomers 2-Methylpropen und geringen Anteilen von 2-Methylbuta-1,3-dien.

Polyvinylalkohol wird in zwei Syntheseschritten hergestellt: Im ersten Schritt wird Vinylacetat radikalisch polymerisiert, im zweiten Schritt wird das dabei entstehende Polyvinylacetat basisch hydrolysiert.

Die Kunststoffschichten eines Handschuhs bilden keine absolut sichere Barriere gegen Chemikalien. Je nach Handschuhmaterial und verwendeter Chemikalie gibt man sogenannte Permeationszeiten an. Diese geben an, welche Zeit vergeht, bis die Chemikalie durch den Handschuh die Haut erreicht hat. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Permeationszeiten einiger Handschuhmaterialien bei Kontakt mit verschiedenen Chemikalien. Die Permeationszeiten werden von Level 1 – 6 kategorisiert:

Level 1	> 10 min	Level 2	> 30 min	Level 3	> 60 min
Level 4	> 120 min	Level 5	> 240 min	Level 6	> 480 min

Tabelle 1: Permeationszeiten/Level einiger Chemikalien

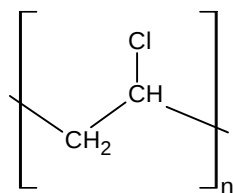
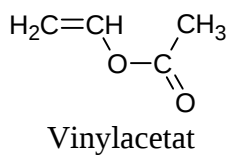
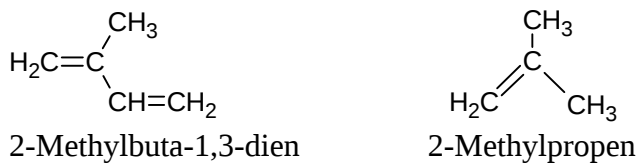
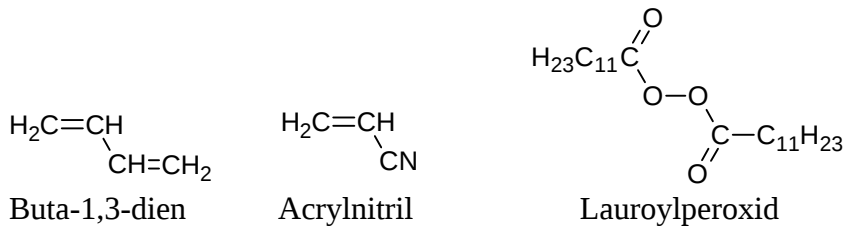
		Butylkautschuk	Polyvinylchlorid PVC	Polyvinylalkohol PVA
Benzol	C_6H_6	1	< 1	6
Butan-1-ol	C_4H_9OH	6	6	3
Methanol	CH_3OH	6	6	< 1
Toluol	$C_6H_5CH_3$	1	1	6



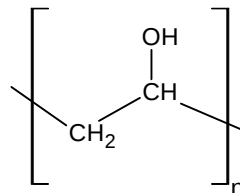
Name: _____

Zusatzinformationen:

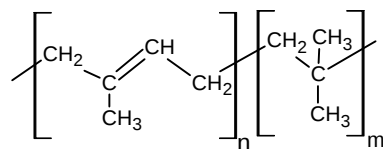
Strukturformeln:



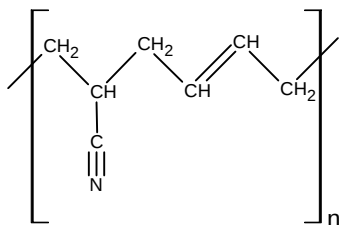
Polyvinylchlorid



Polyvinylalkohol



Butylkautschuk



Nitrilkautschuk

Kationische Polymerisation: Die Startreaktion ist die Bildung eines Carbenium-Ions durch Reaktion des Alkens mit einer Säure.

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Schutzhandschuhe aus Kunststoff**

1. Skizzieren Sie den molekularen Aufbau eines Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren. Erläutern Sie die unterschiedlichen thermischen und mechanischen Eigenschaften dieser Kunststofftypen. Geben Sie begründet an, zu welchem Kunststofftyp Polyvinylalkohol (PVA) gehört. (18 Punkte)
2. Geben Sie ein Reaktionsschema für die kationische Polymerisation von 2-Methylpropen an. Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation von Acrylnitril, auch anhand von Reaktionsgleichungen. Erläutern Sie unter Berücksichtigung induktiver Effekte, warum 2-Methylpropen kationisch, Acrylnitril jedoch radikalisch polymerisiert wird. (22 Punkte)
3. Zeichnen Sie einen Strukturausschnitt von Polyvinylacetat. Erläutern Sie die Hydrolyse zu Polyvinylalkohol in Einzelschritten, auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen. (12 Punkte)
4. Geben Sie zwei Eigenschaften des Polymermaterials an, die die Permeationszeit beeinflussen. Erklären Sie, warum Butylkautschuk eine größere Permeationszeit für Methanol aufweist als Polyvinylalkohol. Beurteilen Sie, welches Handschuhmaterial für den Umgang mit Propan-1-ol geeignet ist. (14 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Chemie Oberstufe, Handreichungen für den Unterricht, Gesamtband, DVD-ROM Version 1.01.01, Cornelsen-Verlag, Berlin 2011
- <http://userpage.chemie.fu-berlin.de/~tlehmann/handschuh.html> (Zugriff 07.06.2011)
- Cherubin, T.: Über die Bestimmung von Copolymerisationsparametern in der radikalischen Copolymerisation von Acrylnitril mit Butadien, Dissertation, Universität-Gesamthochschule Essen 1999
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.): Information Chemikalienschutzhandschuhe, BGI/GUV-I 868, Berlin Juni 2009

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2012

1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>
Theoriekonzept: Makromoleküle
Themenfeld: Natürliche und synthetische Werkstoffe (Polymerisate durch radikalische Polymerisation; Polyester; Polyamide; Proteine; Polyurethane)
2. <i>Medien/Materialien</i>
• entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

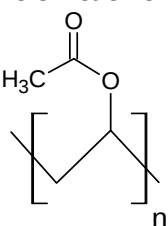
Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	skizziert den molekularen Aufbau eines Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Thermoplaste als lineare oder wenig verzweigte Makromoleküle, Duroplaste als dreidimensional miteinander vernetzte Makromoleküle, Elastomere als über wenige Vernetzungspunkte miteinander verknüpfte Makromoleküle grafisch darstellt.)	6
2	erläutert die unterschiedlichen thermischen und mechanischen Eigenschaften dieser Kunststofftypen, z. B.: • Thermoplaste sind durch Erwärmen verformbar. Durch Wärmezufuhr lassen sich die intermolekularen Kräfte zwischen den linearen Makromolekülen überwinden. Thermoplaste sind dann leicht verformbar. Nach dem Abkühlen behält der Kunststoff infolge der intermolekularen Wechselwirkungen die neue Form. • Duroplaste lassen sich aufgrund ihrer dreidimensional vernetzten Struktur nicht erweichen oder schmelzen. Sie zersetzen sich bei höherer Temperatur. • Elastomere sind weitmaschig vernetzte Makromoleküle. Sie liegen verknäult vor. Elastomere können durch Zug oder Druck verformt werden. Sie nehmen nach Wegnahme des Drucks oder Zugs wieder ihre ursprüngliche Form ein. Bei niedrigen Temperaturen werden Elastomere hart und spröde, bei hohen Temperaturen zersetzen sie sich.	8
3	gibt begründet an, zu welchem Kunststofftyp PVA gehört, z. B.: • Die linearen Makromoleküle sind untereinander nicht vernetzt, sodass es sich hierbei um einen thermoplastischen Kunststoff handelt.	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt ein Reaktionsschema für die kationische Polymerisation von 2-Methylpropen an.	4
2	erläutert den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation von Acrylnitril, auch anhand von Reaktionsgleichungen. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf die Bildung des Startradikals, den Kettenstart, die Kettenfortpflanzung und den Kettenabbruch eingeht und in Reaktionsgleichungen darstellt. Die Hälfte der Punkte wird gegeben, wenn zwei Reaktionsschritte zutreffend erläutert und in Reaktionsgleichungen dargestellt sind.)	10
3	erläutert unter Berücksichtigung induktiver Effekte, warum 2-Methylpropen kationisch, Acrylnitril jedoch radikalisch polymerisiert wird. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung z. B. auf folgende Aspekte eingeht: Bei einer kationischen Polymerisation von 2-Methylpropen entsteht durch Anlagerung eines Protons ein tert. Carbenium-Ion, das durch den +I-Effekt der Methylgruppen stabilisiert wird. Bei einer kationischen Polymerisation von Acrylnitril würde der –I-Effekt der Nitrilgruppe zu einer Destabilisierung des Carbenium-Ions führen. Acrylnitril wird daher nicht kationisch polymerisiert, sondern radikalisch.)	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	zeichnet einen Strukturausschnitt von Polyvinylacetat, z. B.:  Polyvinylacetat	4
2	erläutert die Hydrolyse zu Polyvinylalkohol in Einzelschritten, auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung z. B. auf den nucleophilen Angriff des Hydroxid-Ions an das C-Atom der Estergruppe, auf die Bildung des Polyvinylalkoholat-Ions und der Essigsäure und auf die Protonenübertragung von Essigsäure zum Polyvinylalkoholat-Ion eingeht und in Reaktionsgleichungen darstellt.)	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt zwei Eigenschaften des Polymermaterials an, die die Permeationszeit beeinflussen, z. B.: • Polarität des Polymermaterials, • Vernetzung des Polymermaterials.	4
2	erklärt, warum Butylkautschuk eine größere Permeationszeit für Methanol aufweist als Polyvinylalkohol. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erklärung z. B. auf unpolare und polare Wechselwirkungen zwischen Polymermaterial und Methanol eingeht und zu der Aussage gelangt, dass Polyvinylalkohol aufgrund der polaren Hydroxygruppen für Methanol durchlässiger ist als der unpolare Butylkautschuk.)	6
3	beurteilt, welches Handschuhmaterial für den Umgang mit Propan-1-ol geeignet ist. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling für die Beurteilung der Handschuhauswahl z. B. die Polarität von Propan-1-ol höher als die von Butan-1-ol und geringer als die von Methanol einschätzt. Mithilfe dieser Einschätzung soll der Prüfling durch Vergleich der in Tabelle 1 angegebenen Werte Butylkautschuk oder Polyvinylchlorid als geeignetes Handschuhmaterial nennen.)	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.	5
2	• 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			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	skizziert den molekularen ...	6			
2	erläutert die unterschiedlichen ...	8			
3	gibt begründet an ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	18			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	gibt ein Reaktionsschema ...	4			
2	erläutert den Reaktionsmechanismus ...	10			
3	erläutert unter Berücksichtigung ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	22			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	zeichnet einen Strukturausschnitt ...	4			
2	erläutert die Hydrolyse ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	12			

Teilaufgabe 4

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	gibt zwei Eigenschaften ...	4			
2	erklärt, warum Butylkautschuk ...	6			
3	beurteilt, welches Handschuhmaterial ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 4. Teilaufgabe	14			
	Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe	66			

Darstellungsleistung

	Anforderungen	Lösungsqualität			
	Der Prüfling	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 Punktsomme aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktsomme aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung	150			
aus der Punktsomme 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	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