



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Eine Batterie mit Meerwasser

1. Zeichnen Sie eine beschriftete Skizze des galvanischen Elements, das in einer Meerwasser-Batterie mit sauerstoffgesättigtem Meerwasser vorliegt. Stellen Sie die Elektrodenreaktionen und die Gesamtreaktion für eine solche Meerwasser-Batterie auf. Berechnen Sie die Spannung dieser Meerwasser-Batterie. *(18 Punkte)*
2. Erklären Sie die Beobachtungen in den Modellversuchen. Geben Sie für den Modellversuch mit Magnesiumblech die Gleichungen der an den Elektroden ablaufenden Reaktionen an. *(22 Punkte)*
3. Stellen Sie die Elektrodenreaktionen für eine Meerwasser-Batterie mit sauerstoffarmem Meerwasser auf. Prüfen Sie, ob man eine funktionsfähige Batterie erhält, wenn das Aluminiumblech der Meerwasser-Batterie durch ein Magnesiumblech ersetzt wird. Begründen Sie, warum eine Meerwasser-Batterie nicht wieder aufgeladen werden kann. *(20 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Meerwasser-Batterien sind Batterien, in denen Meerwasser als Elektrolyt dient. Sie werden z. B. als Zubehör von Rettungsbooten eingesetzt. Eine solche Batterie wird erst aktiviert, wenn sie in Meerwasser eingetaucht wird.

Häufig bestehen Meerwasser-Batterien aus einer Aluminium-Elektrode und einem inerten Edelstahlblech. Solange genügend elementarer Sauerstoff im Meerwasser gelöst ist, bildet sich am Edelstahlblech eine Sauerstoff-Elektrode.

Meerwasser-Batterien können auch in sauerstoffarmem Tiefenwasser eingesetzt werden. Sie liefern dann eine niedrigere Spannung. Am Edelstahlblech bildet sich in diesem Fall eine Wasserstoff-Elektrode.

Bei Betrieb der beiden Batterien entstehen Aluminium(III)-Verbindungen.

Modellversuche sollen die Funktion einer Meerwasser-Batterie verdeutlichen:

Versuch 1:

Ein Aluminiumblech und ein Edelstahlblech werden in eine Kochsalz-Lösung („Modell-Meerwasser“) mit gelöstem Sauerstoff als Elektrolyt eingetaucht. Zwischen den Blechen wird ein Motor geschaltet, der schon bei sehr geringer Spannung betrieben werden kann. Beobachtungen:

- Der Motor dreht sich für kurze Zeit, die Umdrehungszahl sinkt dabei immer mehr. Nach Umrühren der Kochsalz-Lösung nimmt die Umdrehungszahl wieder zu.
- Tropft man zur Kochsalz-Lösung Phenolphthalein-Lösung zu, färbt sich die Lösung am Edelstahlblech nach einiger Zeit rot.

Versuch 2:

In einem weiteren Versuch wird das Aluminiumblech durch ein Magnesiumblech ersetzt. Beobachtungen:

- Die Umdrehungszahl des Motors ist größer als in Versuch 1. An der Oberfläche des Magnesiumblechs bilden sich ein weißer Feststoff und Gasbläschen.
- Am Magnesiumblech bilden sich auch dann Gasbläschen, wenn der Stromkreis unterbrochen wird.



Name: _____

Zusatzinformationen:

Meerwasser enthält etwa 3,5 % Natriumchlorid (NaCl) und weist einen pH-Wert von pH = 8,2 auf.

Eine Elektrode wird als „inert“ bezeichnet, wenn sie selbst beim Abfließen der Elektrodenreaktion unverändert bleibt.

Aluminium ist in einem pH-Bereich von pH = 4 bis pH = 8,5 durch Ausbildung einer dünnen Hydroxidschicht an der Metalloberfläche gegen Reaktionen geschützt.

Magnesium ist oberhalb eines pH-Wertes von pH = 11,5 durch Ausbildung einer weißen Hydroxidschicht an der Metalloberfläche gegen Reaktionen geschützt.

Umschlagsbereich von Phenolphthalein: pH \geq 8,5

Elektrochemische Spannungsreihe

Redoxpotentiale in Meerwasser bei pH = 8,2 in V (bei $\vartheta = 25\text{ °C}$ und $p = 101,3\text{ kPa}$)

1.	Mg, OH ⁻ /Mg(OH) ₂	-2,35
2.	Al, OH ⁻ /Al(OH) ₃	-2,00
3.	H ₂ , OH ⁻ /H ₂ O	-0,49
4.	OH ⁻ /O ₂ , H ₂ O	0,74

Unterlagen für die Lehrkraft**Abiturprüfung 2011****Chemie, Grundkurs****1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Eine Batterie mit Meerwasser**

1. Zeichnen Sie eine beschriftete Skizze des galvanischen Elements, das in einer Meerwasser-Batterie mit sauerstoffgesättigtem Meerwasser vorliegt. Stellen Sie die Elektrodenreaktionen und die Gesamtreaktion für eine solche Meerwasser-Batterie auf. Berechnen Sie die Spannung dieser Meerwasser-Batterie. (18 Punkte)
2. Erklären Sie die Beobachtungen in den Modellversuchen. Geben Sie für den Modellversuch mit Magnesiumblech die Gleichungen der an den Elektroden ablaufenden Reaktionen an. (22 Punkte)
3. Stellen Sie die Elektrodenreaktionen für eine Meerwasser-Batterie mit sauerstoffarmem Meerwasser auf. Prüfen Sie, ob man eine funktionsfähige Batterie erhält, wenn das Aluminiumblech der Meerwasser-Batterie durch ein Magnesiumblech ersetzt wird. Begründen Sie, warum eine Meerwasser-Batterie nicht wieder aufgeladen werden kann. (20 Punkte)

3. Materialgrundlage

- <http://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2003/0473/pdf/dcs.pdf> (07.02.2010)
- <http://www.freepatentsonline.com/5225291.html> (07.02.2009)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i> Themenfeld: Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batterien und Akkumulatoren: Grundprinzip der Funktionsweise • Galvanische Zelle: Vorgänge an Elektroden, Potentialdifferenz • Spannungsreihe der Metalle/Nichtmetalle: Additivität der Spannungen, Standardelektrodenpotential • Nernst-Gleichung (quantitative Behandlung) <ul style="list-style-type: none"> – System Metall/Metall-Ion, Systeme Wasserstoff/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion/Sauerstoff (jeweils unter Standardbedingungen) – System Halogenid-Ion/Halogen • Einfache Elektrolyse im Labor <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
	Der Prüfling	
1	zeichnet eine beschriftete Skizze des galvanischen Elements, das in einer Meerwasser-Batterie mit sauerstoffgesättigtem Meerwasser vorliegt: <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodenbleche aus Aluminium und Edelstahl, • Pluspol am Edelstahl, gelöster Sauerstoff, • Minuspol am Aluminium, Aluminiumhydroxid, • Verbraucher, Meerwasser als Elektrolyt. 	8
2	stellt die Elektrodenreaktionen und die Gesamtreaktion für eine solche Meerwasser-Batterie auf, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Pluspol: $O_2 + 2 H_2O + 4 e^- \rightarrow 4 OH^-$ • Minuspol: $Al + 3 OH^- \rightarrow Al(OH)_3 + 3 e^-$ • Gesamtreaktion: $4 Al + 3 O_2 + 6 H_2O \rightarrow 4 Al(OH)_3$ (Hinweis: Auch Gleichungen unter Verwendung von Al^{3+} und OH^- sind zu akzeptieren.)	6
3	berechnet die Spannung dieser Meerwasser-Batterie, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • $U(\text{Meerwasser-Batterie}) = U(OH^-/O_2, H_2O) - U(Al/Al(OH)_3)$ • $U(\text{Meerwasser-Batterie}) = 0,74 \text{ V} - (-2,00 \text{ V}) = 2,74 \text{ V}$ 	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erklärt die Beobachtungen bei den Modellversuchen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Umdrehungszahl des Motors sinkt, da die Konzentration des in der Elektrolyt-Lösung gelösten Sauerstoffs abnimmt. Daher sinkt die Anzahl der pro Zeiteinheit übertragenen Elektronen (Stromstärke). • Durch Umrühren steigt die Sauerstoff-Konzentration an der Elektrode und die Stromstärke steigt. Die Umdrehungszahl des Motors nimmt daher wieder zu. • Am Edelstahlblech bilden sich Hydroxid-Ionen. Dadurch färbt sich die Phenolphthalein-Lösung rot. 	6
1b	erklärt die Beobachtungen bei den Modellversuchen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Das Standardpotential von Magnesium ist kleiner als das von Aluminium. • Aufgrund der größeren Potentialdifferenz bei Verwendung von Magnesium statt Aluminium steigt die Anzahl der pro Zeiteinheit übertragenen Elektronen und die Umdrehungszahl des Motors nimmt zu. • Bei dem weißen Feststoff handelt es sich um Magnesiumhydroxid, bei dem Gas um elementaren Wasserstoff. 	6
1c	erklärt die Beobachtungen bei den Modellversuchen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Das Standardpotential von Magnesium ist kleiner als das von Wasserstoff. • Daher reagiert Magnesium mit Wasser unter Bildung von Wasserstoff; die Gasbildung an der Magnesium-Elektrode entsteht durch eine direkte Redoxreaktion mit Wasser. 	4
2	gibt für den Modellversuch mit Magnesiumblech die Gleichungen der an den Elektroden ablaufenden Reaktionen an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$ bzw. $2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ • $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$ • $\text{Mg}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$ 	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	stellt die Elektrodenreaktionen für eine Meerwasser-Batterie mit sauerstoffarmem Meerwasser auf, z. B.: • Pluspol: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$ • Minuspol: $\text{Al} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{e}^-$	6
2	prüft, ob man eine funktionsfähige Batterie erhält, wenn das Aluminiumblech der Meerwasser-Batterie durch ein Magnesiumblech ersetzt wird, z. B.: • Das Potential von Magnesium ist kleiner als das von Aluminium. • Mit einem Magnesiumblech anstelle eines Aluminiumblechs würde man im Prinzip eine Meerwasser-Batterie mit größerer Potentialdifferenz erhalten. • Magnesium weist im Gegensatz zu Aluminium bei einem pH-Wert von 8,2 des Meerwassers keine Schutzschicht auf und würde mit Wasser unter Bildung von elementarem Wasserstoff und Magnesium-Ionen reagieren. • Daher ist eine solche Batterie nicht sinnvoll.	8
3	begründet, warum eine Meerwasser-Batterie nicht wieder aufgeladen werden kann, z. B.: • Zum Aufladen muss die Zellreaktion umgekehrt werden. • $U(\text{Al}, \text{OH}^-/\text{Al}(\text{OH})_3) < U(\text{H}_2, \text{OH}^-/\text{H}_2\text{O}) < U(\text{OH}^-/\text{O}_2, \text{H}_2\text{O})$ • Am Aluminiumblech läuft daher beim Ladevorgang die Reduktion von Wasser zu elementarem Wasserstoff und nicht die Reduktion von Aluminium-Ionen zu Aluminium ab.	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	4
2	• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich, • verwendet eine differenzierte und präzise Sprache, • veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc., • gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.	3

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	zeichnet eine beschriftete ...	8			
2	stellt die Elektrodenreaktionen ...	6			
3	berechnet die Spannung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		18			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erklärt die Beobachtungen ...	6			
1b	erklärt die Beobachtungen ...	6			
1c	erklärt die Beobachtungen ...	4			
2	gibt für den ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		22			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	stellt die Elektrodenreaktionen ...	6			
2	prüft, ob man ...	8			
3	begründet, warum eine ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	20			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

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

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

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

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Blaulauge zur Bestimmung der Säurekonzentration in Wein

1. Zeichnen Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration des Weins. Berechnen Sie die Konzentration der Gesamtsäure der Weinprobe (Versuch 1) unter der vereinfachenden Annahme, dass nur Weinsäure vorliegt. Vergleichen Sie diese Weinsäurekonzentration mit den genannten Massenkonzentrationen. *(20 Punkte)*
2. Erläutern Sie unter Angabe von Reaktionsgleichungen die beim Lösen von Weinsäure in Wasser ablaufenden Reaktionen anhand der Säure-Base-Theorie von Brönsted. Ermitteln Sie, welche Auswirkungen die malolaktische Gärung eines Weins auf die Säurekonzentration und den pH-Wert hat. *(16 Punkte)*
3. Erläutern Sie die Bestimmung der Säurekonzentration von Wein mit einem Acidometer. Überprüfen Sie die Angabe des Herstellers zur Auswertung (Versuch 2). Vergleichen Sie die Säurebestimmung mittels Acidometer mit einer üblichen Säure-Base-Titration. *(24 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Von wesentlicher Bedeutung für den Geschmack und die Haltbarkeit eines Weins ist sein Gehalt an Säuren, der ebenso wie der Gehalt an Alkohol großen Schwankungen unterliegt. Im Wein liegen neben Weinsäure und Äpfelsäure, die den größten Anteil der Gesamtsäure ausmachen, auch zahlreiche weitere Säuren in kleinen Konzentrationen vor. Vereinfacht gibt man die Gesamtsäurekonzentration als Weinsäurekonzentration an. Bei vielen Weinen beträgt die Massenkonzentration der Gesamtsäure zwischen 7,1 g und 7,9 g pro Liter Wein.

Nach der Gärung kommt es u. a. zur Umwandlung eines Teils der Äpfelsäure unter Abspaltung von Kohlenstoffdioxid zu Milchsäure (malolaktische Gärung). Kohlenstoffdioxid entweicht aus dem Wein. Bei einigen Weinen leitet man aus Geschmacksgründen die malolaktische Gärung absichtlich ein.

Bestimmung der Säurekonzentration von Weißwein

Versuch 1: Titration von Weißwein im Labor

25 mL Wein werden mit Natronlauge ($c(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ mol/L}$) und dem Indikator Bromthymolblau titriert. Bis zum Äquivalenzpunkt werden 10,4 mL Natronlauge verbraucht.

Für Winzer sind Acidometer entwickelt worden, mit denen der Säuregehalt von Weißwein bestimmt werden kann. Ein Acidometer-Set besteht aus einem Messzylinder, 250 ml Blaulauge und einem Tropfverschluss für die Laugenflasche. Blaulauge ist eine Natronlauge mit $c(\text{NaOH}) = 0,133 \text{ mol/L}$, die mit einigen Tropfen Bromthymolblau-Lösung blau gefärbt ist.

Im Messzylinder wird Wein bis zur unteren Markierung (10 mL) vorgelegt. (Oberhalb dieser Markierung ist eine Messkala für das zugefügte Volumen angebracht.) Anschließend wird Blaulauge bis zum Farbumschlag zugetropft, wobei stets gut gemischt wird und keine Flüssigkeit verloren gehen darf. Laut Angabe des Acidometer-Herstellers entspricht der Zahlenwert des beim Farbumschlag abgelesenen Volumens dem Zahlenwert der Massenkonzentration (in g/L) der Gesamtsäure.

Versuch 2: Überprüfung der Angabe des Acidometer-Herstellers

Es werden 10 mL einer Weinsäure-Lösung der Konzentration $c(\text{Weinsäure}) = 0,05 \text{ mol/L}$ mit der Blaulauge im Acidometer titriert. Man benötigt 7,5 mL Blaulauge.



Name: _____

Zusatzinformationen:

Weinsäure und Äpfelsäure sind zweiprotonige Säuren.

Tabelle 1:

Säure	vereinfachte Formel	pK _S -Werte	molare Masse
Weinsäure	HOOC-R ₁ -COOH	pK _{S1} = 2,9 pK _{S2} = 4,2	150 g/mol
Äpfelsäure	HOOC-R ₂ -COOH	pK _{S1} = 3,5 pK _{S2} = 5,1	134 g/mol
Milchsäure	R ₃ -COOH	pK _S = 3,9	90 g/mol

Vereinfachend kann angenommen werden, dass die meisten Weine und verdünnte Weinsäure-Lösungen eine Dichte von $\rho = 1,0 \text{ g/mL}$ haben.

Indikator Bromthymolblau

Umschlagsbereich	Farben	
pH 6,0 – 7,5	alkalisch: blau	sauer: gelb

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Blaulauge zur Bestimmung der Säurekonzentration in Wein

1. Zeichnen Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration des Weins. Berechnen Sie die Konzentration der Gesamtsäure der Weinprobe (Versuch 1) unter der vereinfachenden Annahme, dass nur Weinsäure vorliegt. Vergleichen Sie diese Weinsäurekonzentration mit den genannten Massenkonzentrationen. (20 Punkte)
2. Erläutern Sie unter Angabe von Reaktionsgleichungen die beim Lösen von Weinsäure in Wasser ablaufenden Reaktionen anhand der Säure-Base-Theorie von Brönsted. Ermitteln Sie, welche Auswirkungen die malolaktische Gärung eines Weins auf die Säurekonzentration und den pH-Wert hat. (16 Punkte)
3. Erläutern Sie die Bestimmung der Säurekonzentration von Wein mit einem Acidometer. Überprüfen Sie die Angabe des Herstellers zur Auswertung (Versuch 2). Vergleichen Sie die Säurebestimmung mittels Acidometer mit einer üblichen Säure-Base-Titration. (24 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Würdig, G.; Woller, R.: Chemie des Weines (Handbuch der Lebensmitteltechnologie), Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1989, S. 467 – 478, 516
- http://www.wein-hilgert.de/lh_text.php/site/geschmacksrichtungen (07.02.2010)
- http://www.nat-working.uni-jena.de/pdf/Thema_Wein.pdf (07.02.2010)
- <https://www.sanavit.de/?neloh=S0112101&tc=1&sk=18030060521&x=0&prodid=13862> (09.02.2010)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i> Themenfeld: Analytische Verfahren zur Konzentrationsbestimmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen: Säure-Base-Begriff nach Brönsted, Autoprotolyse des Wassers, pH-, pKs-Wert • Einfache Titrations mit Endpunktbestimmungen <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
	Der Prüfling	
1	zeichnet einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration des Weins. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Vorlage und Bürette mit eingefüllten Flüssigkeiten beschriftet darstellt.)	6
2	berechnet die Konzentration der Gesamtsäure der Weinprobe (Versuch 1) unter der vereinfachenden Annahme, dass nur Weinsäure vorliegt, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Weinsäure ist eine zweiprotonige Säure. • Am Äquivalenzpunkt gilt: $n(\text{Weinsäure}) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH})$, also gilt auch: $c(\text{Weinsäure}) \cdot V(\text{Weinsäure}) = \frac{1}{2} c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$. • $c(\text{Weinsäure}) = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ mol/L} \cdot 10,4 \text{ mL} : 25 \text{ mL} = 0,0416 \text{ mol/L}$. Die Stoffmengenkonzentration der Gesamtsäure im Wein berechnet als Weinsäure beträgt $c = 0,0416 \text{ mol/L}$. 	8
3	vergleicht diese Weinsäurekonzentration mit den genannten Massenkonzentrationen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Massenkonzentration der Säuren im Wein entspricht $\beta(\text{Weinsäure}) = c(\text{Weinsäure}) \cdot M(\text{Weinsäure}) = 0,0416 \text{ mol/L} \cdot 150 \text{ g/mol} = 6,24 \text{ g/L}$. • Die Massenkonzentration der Weinprobe liegt unterhalb der genannten Werte von 7,1 g/L und 7,9 g/L. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert unter Angabe von Reaktionsgleichungen die beim Lösen von Weinsäure in Wasser ablaufenden Reaktionen anhand der Säure-Base-Theorie von Brönsted, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\text{HOOC-R}_1\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOOC-R}_1\text{-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$. Weinsäure-Moleküle: Säure; Hydrogentartrat-Ionen: korrespondierende Base, Wasser-Moleküle: Base; Oxonium-Ionen: korrespondierende Säure. • $\text{HOOC-R}_1\text{-COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons ^-\text{OOC-R}_1\text{-COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$. Hydrogentartrat-Ionen: Säure; Tartrat-Ionen: korrespondierende Base, Wasser-Moleküle: Base; Oxonium-Ionen: korrespondierende Säure. <p>(Hinweis: Die Bezeichnungen Hydrogentartrat- bzw. Tartrat-Ionen werden nicht erwartet.)</p>	8
2	<p>ermittelt, welche Auswirkungen die malolaktische Gärung eines Weins auf die Säurekonzentration und den pH-Wert hat, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Äpfelsäure als Dicarbonsäure wird durch die Monocarbonsäure Milchsäure ersetzt. • Die Gesamtsäurekonzentration des Weins sinkt daher nach der malolaktischen Gärung. • Der pK_S-Wert der Milchsäure ist größer als der $\text{pK}_{\text{S}1}$ der Äpfelsäure. • Der pH-Wert des Weins steigt durch die malolaktische Gärung, da Milchsäure eine schwächere Säure als Äpfelsäure ist und die Säurekonzentration sinkt. 	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erläutert die Bestimmung der Säurekonzentration von Wein mit einem Acidometer, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Im Acidometer erfolgt eine Säure-Base-Titration von 10 mL Wein. • Die Natronlauge ist wegen der blauen Farbe von Bromthymolblau im alkalischen Bereich blau gefärbt. • Der Farbumschlag der Blaulauge entspricht dem Äquivalenzpunkt. • Es muss gut gemischt werden, damit die Weinprobe vollständig umgesetzt wird. 	8
2	<p>überprüft die Angabe des Herstellers zur Auswertung (Versuch 2), z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Weinsäure-Lösung hat eine Massenkonzentration $\beta = 0,05 \text{ mol/L} \cdot 150 \text{ g/mol} = 7,5 \text{ g/L}$. • Zur Neutralisation hierfür werden 7,5 mL Natronlauge benötigt. • Die Angabe des Herstellers, dass der Zahlenwert des beim Farbumschlag abgelesenen Volumens dem Zahlenwert der Massenkonzentration (in g/L) der Gesamtsäure entspricht, ist richtig. 	8
3	<p>vergleicht die Säurebestimmung mittels Acidometer mit einer üblichen Säure-Base-Titration, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der Messzylinder beim Acidometer dient zum Abmessen von Wein, bei der üblichen Titration wird hierfür eine Vollpipette verwendet. • Der Messzylinder beim Acidometer dient zum Abmessen der Natronlauge mit Indikator, bei der üblichen Titration wird eine Bürette für Natronlauge ohne Indikator verwendet. • Der Messzylinder beim Acidometer dient als Titrationsgefäß, bei der üblichen Titration wird ein Erlenmeyerkolben mit Säure und Indikator als Vorlage und Magnetrührer verwendet. • Die übliche Säure-Base-Titration erfolgt nach einem exakteren Verfahren als die Säurebestimmung mit dem Acidometer. 	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	zeichnet einen beschrifteten ...	6			
2	berechnet die Konzentration ...	8			
3	vergleicht diese Weinsäurekonzentration ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		20			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erläutert unter Angabe ...	8			
2	ermittelt, welche Auswirkungen ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		16			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erläutert die Bestimmung ...	8			
2	überprüft die Angabe ...	8			
3	vergleicht die Säurebestimmung ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	24			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

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

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

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

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Tartrazin, ein Farbstoff für Süßigkeiten

1. Erklären Sie den Zusammenhang von Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Tartrazin. Geben Sie mithilfe des Absorptionsmaximums die sichtbare Farbe von Tartrazin begründet an. (18 Punkte)
2. Nennen Sie die Kriterien für ein aromatisches System und begründen Sie, warum Pyrazol aromatisch ist. Entwickeln Sie einen Syntheseweg für Tartrazin ausgehend von Sulfanilsäure und Substanz A anhand von Reaktionsgleichungen. (24 Punkte)
3. Begründen Sie die gute Wasserlöslichkeit von Tartrazin und beurteilen Sie den Einsatz von Tartrazin als Wollfarbstoff und als Lebensmittelfarbstoff. (18 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

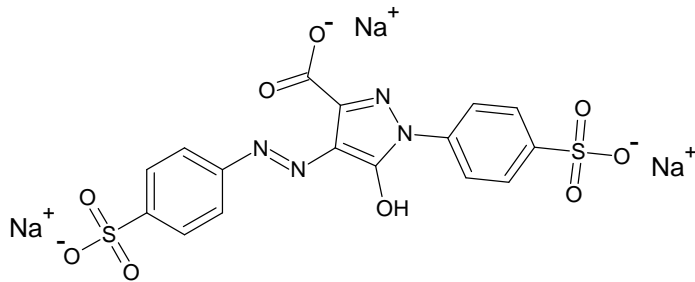
- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

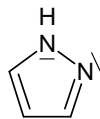
Fachspezifische Vorgaben:

Tartrazin ist ein synthetischer Farbstoff, dessen Absorptionsmaximum bei $\lambda = 425 \text{ nm}$ liegt.



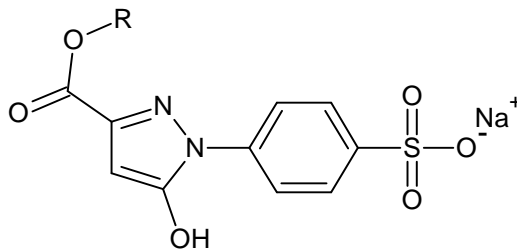
Tartrazin

Tartrazin-Moleküle enthalten eine planare Struktureinheit, die sich vom Pyrazol, einem Aromaten, ableitet:



Pyrazol

Ausgangsstoffe für die Tartrazin-Synthese sind Sulfanilsäure, Natriumnitrit (NaNO_2) und die Substanz A.



Substanz A

Tartrazin wird vor allem als Lebensmittelfarbstoff zur Färbung von Süßwaren, wie z. B. Brausepulver, Gummibärchen, Puddingpulver, und zur Färbung von Arzneimitteln eingesetzt. Tartrazin besitzt allergieauslösende Eigenschaften und steht im Verdacht, ADHS (Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung) zu verstärken. Seit Juli 2010 müssen Lebensmittel, die Tartrazin enthalten, daher mit dem Warnhinweis „Kann die Aktivität und Aufmerksamkeit von Kindern beeinträchtigen“ gekennzeichnet sein.

Ursprünglich wurde Tartrazin zur Färbung von Wolle verwendet. Dabei wurden wässrige Farbstofflösungen eingesetzt. Tartrazin ist gut wasserlöslich, licht- und temperaturbeständig und zudem beständig gegenüber Säuren. Es gilt als waschechter Farbstoff.

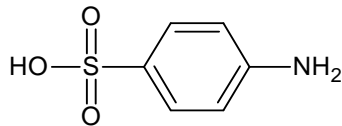


Name: _____

Zusatzinformationen:

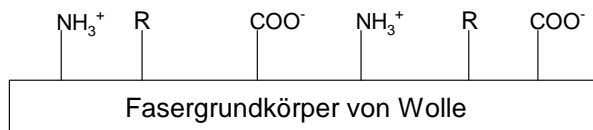
Waschechtheit: Widerstandsfähigkeit gegenüber der Einwirkung von Waschmitteln

Lichtechtheit: Widerstandsfähigkeit gegenüber der Einwirkung von Licht (Verblässen)



Sulfanilsäure

Stark vereinfachte schematische Darstellung eines Strukturausschnittes von Wolle



Zusammenhang von absorbiertener 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 2011

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Tartrazin, ein Farbstoff für Süßigkeiten

1. Erklären Sie den Zusammenhang von Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Tartrazin. Geben Sie mithilfe des Absorptionsmaximums die sichtbare Farbe von Tartrazin begründet an. (18 Punkte)
2. Nennen Sie die Kriterien für ein aromatisches System und begründen Sie, warum Pyrazol aromatisch ist. Entwickeln Sie einen Syntheseweg für Tartrazin ausgehend von Sulfanilsäure und Substanz A anhand von Reaktionsgleichungen. (24 Punkte)
3. Begründen Sie die gute Wasserlöslichkeit von Tartrazin und beurteilen Sie den Einsatz von Tartrazin als Wollfarbstoff und als Lebensmittelfarbstoff. (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Beyer, Hans: Lehrbuch der organischen Chemie, 18. Auflage, Hirzel Verlag, Stuttgart 1978, S. 649
- Römpps Chemie-Lexikon, Band 6, 8. Aufl., Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1988, S. 4125

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

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

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- 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	erklärt den Zusammenhang von Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Tartrazin. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen zum Zusammenhang von Lichtabsorption und Farbigkeit durch Anregung von delokalisierten π -Elektronen macht.)	4
1b	erklärt den Zusammenhang von Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Tartrazin. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen zum Vorliegen eines ausgedehnten π -Elektronensystems, das sich über zwei Phenylringe und den aromatischen Pyrazol-Ring erstreckt, und über den Einfluss der Hydroxy-Gruppe mit ihrem +M-Effekt macht.)	8
2	gibt mithilfe des Absorptionsmaximums die sichtbare Farbe von Tartrazin begründet an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Das Absorptionsmaximum liegt bei $\lambda = 425$ nm, d. h., die absorbierte Spektralfarbe ist violett. • Die sichtbare Farbe ist die Komplementärfarbe; Tartrazin erscheint also gelbgrün. 	6
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	nennt die Kriterien für den aromatischen Zustand. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling die im Unterricht eingeführten Kriterien angibt, z. B. die Hückel-Regel und weitere Kriterien.)	6
2	begründet, warum Pyrazol aromatisch ist. (Hinweis: Es wird vom Prüfling erwartet, dass er die unter 1 genannten Kriterien (Hückel-Regel u. a.) auf das Pyrazol-Molekül anwendet und dabei auf die Einbeziehung des freien Elektronenpaares des einen Stickstoff-Atoms (an das ein Wasserstoff-Atom gebunden ist) in die Mesomerie eingeht).	8

3a	entwickelt einen Syntheseweg für Tartrazin ausgehend von Sulfanilsäure und Substanz A, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Diazotierung von Sulfanilsäure mit Natriumnitrit in salzsaurer Lösung zum Diazonium-Ion, • Reaktionsgleichung. 	4
3b	entwickelt einen Syntheseweg für Tartrazin ausgehend von Sulfanilsäure und Substanz A, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • elektrophile Zweitsubstitution an Substanz A durch das Diazonium-Ion, • Hydrolyse des Esters, • Reaktionsgleichung. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	begründet die gute Wasserlöslichkeit von Tartrazin, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Tartrazin besitzt drei ionische Gruppen – zwei Sulfonat-Gruppen und eine Carboxylat-Gruppe – sowie eine polare Hydroxy-Gruppe. • Da der polare Teil des Moleküls sehr stark ausgeprägt ist, ist Tartrazin trotz der unpolaren aromatischen Phenylringe im Molekül polar. • Wegen seiner Polarität ist Tartrazin im polaren Lösemittel Wasser gut löslich. 	8
2a	beurteilt den Einsatz von Tartrazin als Wollfarbstoff und als Lebensmittelfarbstoff, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Tartrazin ist aufgrund der guten Wasserlöslichkeit zur Textilfärbung aus wässrigen Farbstoff-Lösungen geeignet. • Tartrazin ist sehr waschecht, da es durch die drei negativ geladenen Substituenten zu einer Ausbildung von Ionenbindungen zwischen den Farbstoff-Molekülen und positiv geladenen Gruppen der Wollfaser kommt. • Tartrazin ist lichtecht und daher für die Färbung von Textilien gut geeignet, da es auch beim häufigen Tragen der Textilien nicht zum Verblässen der Farbe kommt. 	6
2b	beurteilt den Einsatz von Tartrazin als Wollfarbstoff und als Lebensmittelfarbstoff, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die allergieauslösenden Eigenschaften sowie der Verdacht, Hyperaktivität auszulösen, sprechen gegen den Einsatz von Tartrazin als Lebensmittelfarbstoff. • Aufgrund der allergieauslösenden Eigenschaften ist auch der Einsatz als Textilfarbstoff bedenklich. 	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.	4
2	<ul style="list-style-type: none"> • strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich, • verwendet eine differenzierte und präzise Sprache, • veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc., 	3

	<ul style="list-style-type: none">gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.	
--	--	--

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1a	erklärt den Zusammenhang ...	4			
1b	erklärt den Zusammenhang ...	8			
2	gibt mithilfe des ...	6			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		18			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	nennt die Kriterien ...	6			
2	begründet, warum Pyrazol ...	8			
3a	entwickelt einen Syntheseweg ...	4			
3b	entwickelt einen Syntheseweg ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		24			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	begründet die gute ...	8			
2a	beurteilt den Einsatz ...	6			
2b	beurteilt den Einsatz ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	18			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

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

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

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

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsummen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

High Tech auf der Piste

1. Beschreiben Sie mithilfe von Strukturformeln und in Teilschritten eine Reaktion zur Synthese von Polyethen (PE). Erklären Sie in diesem Zusammenhang das Vorliegen von Makromolekülen unterschiedlicher Molekülmasse in einem PE-Reparaturstreifen. Erläutern Sie auf molekularer Ebene die Vorgänge, die bei der Reparatur einer beschädigten Skigleitfläche ablaufen. (20 Punkte)
2. Vergleichen Sie den strukturellen Aufbau der Makromoleküle von PA-12 und PTHF. Erläutern Sie mithilfe von Strukturformeln zwischenmolekulare Wechselwirkungen bei PA-12 und PTHF sowie bei PA-12-E. Erklären Sie, warum PA-12-E thermoplastische sowie elastische Eigenschaften aufweist und somit zur Herstellung von Schutzfolien für Skioberflächen geeignet ist. (24 Punkte)
3. Ermitteln Sie einen beispielhaften Strukturformel-Ausschnitt für PA-12-E. Geben Sie den Reaktionstyp für die Herstellung von PA-12-Elastomeren begründet an. Erläutern Sie Möglichkeiten zur Steuerung dieser Polyreaktion. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

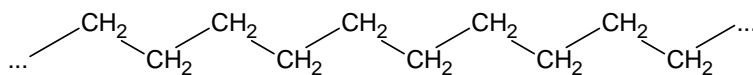


Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Für den Erfolg bei Skiwettkämpfen ist das verwendete Material von besonderer Bedeutung. Die moderne Ski-Technik greift auf unterschiedliche Konstruktionsarten und verschiedene Kunststoffe zurück. So sind z. B. bei einem Carving-Ski die Gleitfläche und die Skioberfläche Kunststoff-Produkte, während für andere Bauteile im Kern des Skis auch Holz oder Metall genutzt werden können.

An die Gleitfläche werden hohe Anforderungen gestellt: Sie muss die Basis für gute Gleiteigenschaften darstellen und gleichzeitig einen geringen Verschleiß aufweisen. Für moderne Skigleitflächen wird beispielsweise eine Mischung aus Polyethen (PE) und Graphit verwendet.

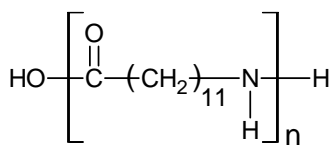


Polyethen - Strukturausschnitt

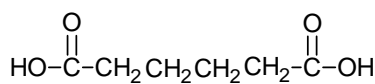
Zum Ausbessern beschädigter Gleitflächen gibt es PE-Reparaturstreifen im Handel, die z. B. mithilfe eines Bügeleisens geschmolzen und auf die schadhafte Stelle aufgetragen werden können.

Für die Skioberflächen benötigt man dekorative und schützende Kunststoff-Folien, die thermoplastisch verarbeitet werden können. Gleichzeitig müssen diese Kunststoff-Produkte im Bereich der Gebrauchstemperaturen elastische Eigenschaften aufweisen, um mechanischen Beanspruchungen standzuhalten, ohne zu reißen. Geeignet sind Kunststoffe auf der Basis von Polyamid-12-Elastomeren (kurz PA-12-E). Dabei handelt es sich um thermoplastische Elastomere. Dies sind Werkstoffe, die elastische Gebrauchseigenschaften aufweisen und bei Erwärmung verformbar sind. Sie sind aus linearen oder wenig verzweigten Makromolekülen aufgebaut, die untereinander aufgrund von zwischenmolekularen Wechselwirkungen weitmaschig vernetzt sind.

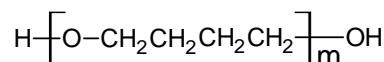
Zur Herstellung von PA-12-Elastomeren werden in der Industrie PA-12 und Polytetrahydrofuran (PTHF) durch Reaktion mit einer Dicarbonsäure (z. B. Hexandisäure) umgesetzt.



Polyamid PA-12



Hexandisäure



Polytetrahydrofuran

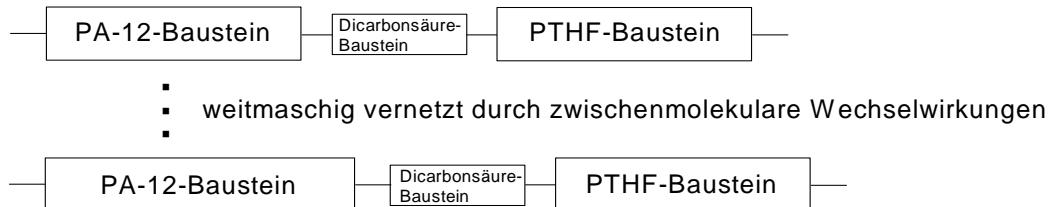
Transparente Kunststoff-Folien aus PA-12-E sind mithilfe spezieller Druckverfahren hervorragend gestaltbar und verleihen einem Ski auf diese Weise ein ansprechendes Design.



Name: _____

Zusatzinformationen:

Charakteristischer Strukturausschnitt für PA-12-E:



Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

High Tech auf der Piste

1. Beschreiben Sie mithilfe von Strukturformeln und in Teilschritten eine Reaktion zur Synthese von Polyethen (PE). Erklären Sie in diesem Zusammenhang das Vorliegen von Makromolekülen unterschiedlicher Molekülmasse in einem PE-Reparaturstreifen. Erläutern Sie auf molekularer Ebene die Vorgänge, die bei der Reparatur einer beschädigten Skigleitfläche ablaufen. (20 Punkte)
2. Vergleichen Sie den strukturellen Aufbau der Makromoleküle von PA-12 und PTHF. Erläutern Sie mithilfe von Strukturformeln zwischenmolekulare Wechselwirkungen bei PA-12 und PTHF sowie bei PA-12-E. Erklären Sie, warum PA-12-E thermoplastische sowie elastische Eigenschaften aufweist und somit zur Herstellung von Schutzfolien für Skioberflächen geeignet ist. (24 Punkte)
3. Ermitteln Sie einen beispielhaften Strukturformel-Ausschnitt für PA-12-E. Geben Sie den Reaktionstyp für die Herstellung von PA-12-Elastomeren begründet an. Erläutern Sie Möglichkeiten zur Steuerung dieser Polyreaktion. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Elias, H.-G.: Makromoleküle, 4., umgearb. und wesentl. erw. Aufl., Hüthig & Wepf Verlag, Basel, Heidelberg 1981, S. 437, 485 – 513, 570 – 571, 737 – 739, 777, 917 – 918
- http://amor.cms.hu-berlin.de/~genslerm/files/oc_ausarbeitungen/ocIV_polymere.pdf (01.03.2010)
- http://www.daserste.de/wwiewissen/beitrag_dyn~uid,egcsockqkwiddh3w~cm.asp (08.02.2010)
- http://wintersport.suite101.de/article.cfm/den_skibelag_ausbessern (08.02.2010)
- <http://www.carvingski.info/centix/de/skitechnik/skikonstruktionen/capbauweise.html> (15.03.2010)
- http://www.degussa-hpp.de/dl/brochure/vestamid_polyamid12_ger.pdf (08.02.2010)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i> Theoriekonzept: Makromoleküle Themenfeld: Natürliche und synthetische Werkstoffe (Polymerisate; Polyester; Polyamide; Proteine)</p> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>beschreibt mithilfe von Strukturformeln und in Teilschritten eine Reaktion zur Synthese von Polyethen. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Beschreibung auf Ethen als Monomer und auf konkrete Teilschritte eines gängigen Syntheseverfahrens zur Herstellung von PE eingeht; dies beinhaltet im Fall der radikalischen Polymerisation von Ethen auch eine Abbruchreaktion. Der Prüfling erhält die Hälfte der Punktzahl, wenn in der Beschreibung die Strukturformel sowie die Hälfte der Reaktionsteilschritte berücksichtigt werden.)</i></p>	10
2	<p>erklärt in diesem Zusammenhang das Vorliegen von Makromolekülen unterschiedlicher Molekülmasse in einem PE-Reparaturstreifen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch den Ablauf der Polyreaktion zur Herstellung von PE (z. B. durch Abbruchreaktionen) bilden sich Moleküle unterschiedlicher Kettenlänge. • Dies hat eine Verteilung der Molekülmassen innerhalb eines Reaktionsansatzes zur Folge, die in PE-Werkstücken erhalten bleibt. 	4

3	<p>erläutert auf molekularer Ebene die Vorgänge, die bei der Reparatur einer beschädigten Skigleitfläche ablaufen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch Erwärmung eines PE-Reparaturstreifens werden zwischenmolekulare Wechselwirkungen teilweise überwunden. Die makromolekularen Ketten sind schließlich gegeneinander beweglich. • Das Kunststoff-Material wird dadurch plastisch verformbar und kann in diesem Zustand auf die Gleitfläche aufgetragen werden. • Während des nachfolgenden Abkühlprozesses werden erneut zwischenmolekulare Wechselwirkungen (auch zu Makromolekülen des ursprünglichen Skibelags) aufgebaut, sodass ein fester Zusammenhalt der Makromoleküle resultiert. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>vergleicht den strukturellen Aufbau der Makromoleküle von PA-12 und PTHF, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsamkeit im Aufbau der Makromoleküle: Sowohl in PA-12-Molekülen als auch in PTHF-Molekülen bilden CH₂-Gruppen das Grundgerüst. • Unterschiede im Aufbau der Makromoleküle: <ul style="list-style-type: none"> – In PA-12-Molekülen sind jeweils 11 CH₂-Gruppen über je eine Amid-Bindung miteinander verknüpft. – In PTHF-Molekülen sind jeweils 4 CH₂-Gruppen über je ein Sauerstoff-Atom miteinander verknüpft. • Unterschiede in den Endgruppen der Makromoleküle: <ul style="list-style-type: none"> – PA-12-Makromoleküle weisen jeweils eine Carboxy- und eine Amino-Endgruppe auf. – PTHF-Makromoleküle weisen jeweils Hydroxy-Endgruppen auf. <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seinem Vergleich auf alle funktionellen Gruppen eingeht; eine Nomenklatur nach IUPAC ist nicht gefordert.)</i></p>	8
2a	<p>erläutert mithilfe von Strukturformeln zwischenmolekulare Wechselwirkungen bei PA-12.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung für PA-12 auf Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Amid-Gruppen und auf Van-der-Waals-Kräfte zwischen unpolaren Molekül-Teilen eingeht.)</i></p>	4
2b	<p>erläutert mithilfe von Strukturformeln zwischenmolekulare Wechselwirkungen bei PTHF.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung für PTHF auf Van-der-Waals-Kräfte eingeht.)</i></p>	2
2c	<p>erläutert mithilfe von Strukturformeln zwischenmolekulare Wechselwirkungen bei PA-12-E.</p> <p><i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung für PA-12-E auf den Beitrag von PA-12- und PTHF-Bereichen zu den Wechselwirkungen zwischen PA-12-E-Molekülen eingeht.)</i></p>	4

3	<p>erklärt, warum PA-12-E thermoplastische sowie elastische Eigenschaften aufweist und somit zur Herstellung von Schutzfolien für Skioberflächen geeignet ist, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PA-12-E-Makromoleküle sind linear aufgebaut. • Die Makromoleküle in PA-12-E sind über zwischenmolekulare Wechselwirkungen vernetzt: <ul style="list-style-type: none"> – Diese Vernetzung basiert im Wesentlichen auf den starken Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Molekülketten. – Die Wechselwirkungen zwischen unpolaren Molekül-Teilen sind so schwach, dass sich ein weitmaschiges Netzwerk ergibt. • Kunststoffe auf der Basis von PA-12-E besitzen somit sowohl thermoplastische als auch elastische Gebrauchseigenschaften. Es handelt sich um thermoplastische Elastomere. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	<p>ermittelt einen beispielhaften Strukturformel-Ausschnitt für PA-12-E, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei der Reaktion einer Carbonsäure mit einem primären Amin entsteht eine Amid-Bindung. • Bei der Reaktion einer Carbonsäure mit einem Alkohol entsteht ein Ester. • Möglicher Strukturformel-Ausschnitt: $\dots \left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} \right]_n - \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \left[\text{O} - (\text{CH}_2)_4 \right]_m - \text{O} - \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \dots \end{array}$	6
2	<p>gibt den Reaktionstyp für die Herstellung von PA-12-Elastomeren begründet an, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei einer Kondensationsreaktion werden Moleküle mit reaktionsfähigen Gruppen unter Abspaltung kleiner Moleküle (z. B. Wasser) zu größeren Molekülen verknüpft. • Bei der Herstellung von PA-12-E werden viele Moleküle zu langen Makromolekülen unter Bildung von Amid-Bindungen und Ester-Bindungen verknüpft, wobei jeweils als zweites Reaktionsprodukt Wasser entsteht, sodass man von einer Polykondensation sprechen kann. 	4
3	<p>erläutert Möglichkeiten zur Steuerung dieser Polyreaktion. (Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling in seiner Erläuterung auf das Stoffmengenverhältnis der Edukte und auf eine Möglichkeit zur Steuerung von Polyester-Gleichgewichten (z. B. Wasserentzug aus dem Reaktionsgemisch) eingeht.)</p>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	beschreibt mithilfe von ...	10			
2	erklärt in diesem ...	4			
3	erläutert auf molekularer ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		20			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	vergleicht den strukturellen ...	8			
2a	erläutert mithilfe von ...	4			
2b	erläutert mithilfe von ...	2			
2c	erläutert mithilfe von ...	4			
3	erklärt, warum PA-12-E ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		24			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	ermittelt einen beispielhaften ...	6			
2	gibt den Reaktionstyp ...	4			
3	erläutert Möglichkeiten zur ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

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

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

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

ggf. arithmetisches Mittel der Punktsommen aus EK und ZK: _____

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: _____

Die Klausur wird abschließend mit der Note: _____ (____ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

Für die Zuordnung der Notenstufen zu den Punktzahlen ist folgende Tabelle zu verwenden:

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	134 – 128
sehr gut	14	127 – 121
sehr gut minus	13	120 – 114
gut plus	12	113 – 108
gut	11	107 – 101
gut minus	10	100 – 94
befriedigend plus	9	93 – 87
befriedigend	8	86 – 81
befriedigend minus	7	80 – 74
ausreichend plus	6	73 – 67
ausreichend	5	66 – 61
ausreichend minus	4	60 – 52
mangelhaft plus	3	51 – 44
mangelhaft	2	43 – 36
mangelhaft minus	1	35 – 27
ungenügend	0	26 – 0