



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Zwei Knopfzellen

1. Ermitteln Sie die Reaktionsgleichungen für die an den Elektroden der genannten Knopfzellen ablaufenden Reaktionen sowie für die Gesamtreaktion. Berechnen Sie die Spannung der Batterien bei $\text{pH} = 12$.
(24 Punkte)
2. Vergleichen Sie die beiden Batterietypen im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Erläutern Sie Vor- und Nachteile der Verwendung der jeweiligen Knopfzelle.
(14 Punkte)
3. Erläutern Sie anhand einer Reaktionsgleichung die Carbonatisierung des Elektrolyten in der Zink-Luft-Batterie und die Auswirkungen der Carbonatisierung auf die Funktionsfähigkeit der Batterie. Ermitteln Sie die Reaktionen, die an den Elektroden ablaufen könnten, wenn man eine entladene Zink-Luft-Batterie an ein Ladegerät anschließen würde. Erläutern Sie, ob Zink-Luft-Batterien wieder aufgeladen werden können.
(22 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Für die mobile Stromversorgung kleiner Geräte wie Armbanduhren und Hörgeräte werden auch kleine Batterien benötigt: Silberoxid-Zink-Knopfzellen bzw. Zink-Luft-Knopfzellen. Beide Knopfzellen liefern eine Spannung von etwa 1,5 V.

Die **Silberoxid-Zink-Knopfzellen** zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer, geringe Selbstentladung und durch eine konstante Spannung bis kurz vor der vollständigen Entladung aus. Bei der Entladung der Batterie bildet sich aus Silberoxid (Ag_2O) elementares Silber und aus Zink schwerlösliches Zinkhydroxid ($\text{Zn}(\text{OH})_2$). Als Elektrolyt dient Kaliumhydroxid-Lösung mit einem pH-Wert von etwa 12.

Die **Zink-Luft-Knopfzellen** stehen für die Stromversorgung der meisten Hörgeräte zur Verfügung. Die Spannung bleibt beim Entladen nach einem anfänglichen Abfall auf 1,3 V konstant und sinkt erst beim Ende der Entladung ab. Die eine Elektrode besteht aus einer Paste aus Zinkpulver und Kalilauge. Der Boden der Batterie besteht aus vernickeltem Stahlblech. Er ist mit kleinen Löchern versehen, die den Zutritt von Luft ermöglichen. Bei der Entladung bildet sich bei der Zink-Luft-Knopfzelle schwerlösliches Zinkhydroxid ($\text{Zn}(\text{OH})_2$). Die Stromstärke der Batterie wird durch die Gaszufuhr begrenzt. Zink-Luft-Knopfzellen sind ungeeignet, wenn besonders hohe Stromstärken nötig sind oder im Gerät keine Versorgung mit Sauerstoff möglich ist.

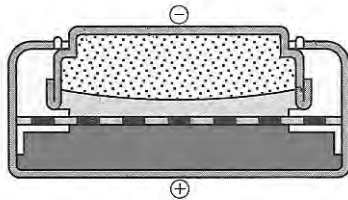
Nachteil der Zink-Luft-Batterie ist eine hohe Selbstentladung. Bei Lagerung unter Luftzutritt besteht die Gefahr, dass Kohlenstoffdioxid in die Batterie eindringt und mit Kaliumhydroxid reagiert (Carbonatisierung). Für die Aufbewahrung der Batterie vor der Benutzung werden daher die Luftlöcher mittels einer Folie verschlossen, die bei Inbetriebnahme abgerissen wird.



Name: _____

Zusatzinformationen:

(a)



(b)

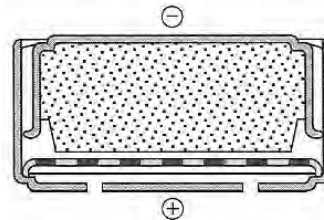


Abbildung einer Silberoxid-Zink-Batterie (a) und einer Zink-Luft-Batterie (b)

(verändert nach Chemie heute, Sekundarbereich I, Schroedel Schulbuchverlag, Hannover 1993)

Vergleich einer Silberoxid-Zink-Knopfzelle mit einer Luft-Zink-Knopfzelle gleicher Größe

Batterietyp	Gewicht in g	Preis in €	Kapazität in mAh
Silberoxid-Zink	2,33	1,60	145
Luft-Zink	1,77	0,65	630

Leitfähigkeit von Hydroxid-Ionen ist deutlich höher als die anderer Anionen.

Elektrochemische Spannungsreihe bei pH = 12 in V

(bei $\vartheta = 25\text{ °C}$ und $p = 101,3\text{ kPa}$)

1.	Zn, 2 OH ⁻ /Zn(OH) ₂	-0,99
2.	H ₂ , 2 OH ⁻ /2 H ₂ O	-0,71
3.	2 Ag, OH ⁻ /Ag ₂ O	0,46
4.	4 OH ⁻ /O ₂ , 2 H ₂ O	0,52

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹**Zwei Knopfzellen**

1. Ermitteln Sie die Reaktionsgleichungen für die an den Elektroden der genannten Knopfzellen ablaufenden Reaktionen sowie für die Gesamtreaktion. Berechnen Sie die Spannung der Batterien bei $\text{pH} = 12$. (24 Punkte)
2. Vergleichen Sie die beiden Batterietypen im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Erläutern Sie Vor- und Nachteile der Verwendung der jeweiligen Knopfzelle. (14 Punkte)
3. Erläutern Sie anhand einer Reaktionsgleichung die Carbonatisierung des Elektrolyten in der Zink-Luft-Batterie und die Auswirkungen der Carbonatisierung auf die Funktionsfähigkeit der Batterie. Ermitteln Sie die Reaktionen, die an den Elektroden ablaufen könnten, wenn man eine entladene Zink-Luft-Batterie an ein Ladegerät anschließen würde. Erläutern Sie, ob Zink-Luft-Batterien wieder aufgeladen werden können. (22 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Trueb, L. F.; Rüetschi, P.: Batterien und Akkumulatoren: Mobile Energiequellen für heute und morgen, Springer-Verlag, Berlin 1998
- Hamann, C. H.; Vielstich, W.: Elektrochemie, Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2005
- Atkins, P. W.: Physikalische Chemie, VCH-Verlag, Weinheim 1988
- Chemie heute, Sekundarbereich I, Schroedel Schulbuchverlag, Hannover 1993
- <http://www.varta-consumer.de> (29.04.2010)
- <http://www.digitalland.de> (29.04.2010)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

1. Inhaltliche Schwerpunkte

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

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

2. Medien/Materialien

- entfällt

5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	ermittelt die Reaktionsgleichungen für die an den Elektroden der genannten Knopfzellen ablaufenden Reaktionen sowie für die Gesamtreaktion: Silberoxid-Zink-Knopfzelle: <ul style="list-style-type: none"> • Pluspol: $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag} + 2 \text{OH}^-$ • Minuspol: $\text{Zn} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^-$ • Gesamtreaktion: $\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{Ag}$ 	8
1b	ermittelt die Reaktionsgleichungen für die an den Elektroden der genannten Knopfzellen ablaufenden Reaktionen sowie für die Gesamtreaktion: Zink-Luft-Knopfzelle <ul style="list-style-type: none"> • Pluspol: $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$ • Minuspol: $\text{Zn} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^-$ • Gesamtreaktion: $2 \text{Zn} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Zn}(\text{OH})_2$ 	8
2	berechnet die Spannung der Batterien bei pH = 12, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • $U(\text{Silberoxid-Zink-Knopfzelle}) = U(\text{Ag}/\text{Ag}_2\text{O}) - U(\text{Zn}/\text{Zn}(\text{OH})_2)$ $U(\text{Silberoxid-Zink-Knopfzelle}) = 0,46 \text{ V} - (-0,99 \text{ V}) = 1,45 \text{ V}$ • $U(\text{Zink-Sauerstoff-Knopfzelle}) = U(\text{OH}^-/\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}) - U(\text{Zn}/\text{Zn}(\text{OH})_2)$ $U(\text{Zink-Sauerstoff-Knopfzelle}) = 0,52 \text{ V} - (-0,99 \text{ V}) = 1,51 \text{ V}$ 	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	vergleicht die beiden Batterietypen im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsamkeiten: Form/Größe, Aufbau der negativen Elektrode, ähnliche Spannung, • Unterschiede: positive Elektrode, Masse, Kapazität, Preis. 	6
2	erläutert Vor- und Nachteile der Verwendung der jeweiligen Knopfzelle, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Silberoxid-Zink-Knopfzelle: Vorteile: auch unter Luftabschluss verwendbar, im Gerät auch länger lagerfähig, Nachteile: höherer Preis, größere Masse, geringere Kapazität; • Zink-Luft-Knopfzelle: Vorteile: Preis, geringere Masse, Nachteile: unter Luftabschluss nicht verwendbar, nur geringe Stromstärken möglich, nach Inbetriebnahme nicht lange im Gerät haltbar. 	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	<p>erläutert die Carbonatisierung des Elektrolyten in der Zink-Luft-Batterie anhand einer Reaktionsgleichung, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kohlenstoffdioxid reagiert mit Kaliumhydroxid zu Kaliumcarbonat. • Reaktionsgleichung für die Reaktion. <p>(Hinweis: Leitet man Kohlenstoffdioxid in eine Kaliumhydroxid-Lösung fällt Kaliumcarbonat aus. Es wird nicht erwartet, dass dieser Effekt bei der Diskussion berücksichtigt wird.)</p>	4
1b	<p>erläutert die Auswirkungen, die die Carbonatisierung auf die Funktionsfähigkeit der Batterie hat, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch die Carbonatisierung sinkt die Leitfähigkeit des Elektrolyten. • Dadurch wird die mögliche Stromstärke der Batterie geringer, die Batterie kann unbrauchbar werden. 	6
2	<p>ermittelt die Reaktionen, die an den Elektroden ablaufen könnten, wenn man eine entladene Zink-Luft-Batterie an ein Ladegerät anschließen würde, z. B.:</p> <p>Minuspol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$ • $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <p>Pluspol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ 	6
3	<p>erläutert, ob Zink-Luft-Batterien wieder aufgeladen werden können, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Potentiale von Zink und Wasserstoff liegen beim angegebenen pH-Wert sehr nahe beieinander, es könnte also sowohl Zink als auch Wasserstoff gebildet werden. • Bei der Bildung von Wasserstoff könnte die Batterie platzen, d. h., die Batterie wäre nicht wieder aufladbar. • Bei der Bildung von Zink wäre die Batterie aufladbar. <p>(Hinweis: Es können auch andere sinnvolle Argumente berücksichtigt werden. Die Diskussion von Überspannungseffekten wird nicht erwartet.)</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
1a	ermittelt die Reaktionsgleichungen ...	8			
1b	ermittelt die Reaktionsgleichungen ...	8			
2	berechnet die Spannung ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		24			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	vergleicht die beiden ...	6			
2	erläutert Vor- und ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		14			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	erläutert die Carbonatisierung ...	4			
1b	erläutert die Auswirkungen ...	6			
2	ermittelt die Reaktionen ...	6			
3	erläutert, ob Zink-Luft-Batterien ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	22			
	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



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Untersuchung eines Antacidums

1. Erklären Sie anhand von Reaktionsgleichungen die säureneutralisierende Wirkung der Bestandteile des Antacidums. Erläutern Sie Versuch 1 zur Bestimmung der Säureneutralisationskapazität und begründen Sie, warum keine direkte Titration durchgeführt werden kann. (22 Punkte)
2. Bestimmen Sie die Säureneutralisationskapazität der in Versuch 1 untersuchten Kautablette. Berechnen Sie aus den Bestandteilen des Antacidums die theoretische Säureneutralisationskapazität einer Tablette und vergleichen Sie das Ergebnis begründend mit dem Ergebnis von Versuch 1. (20 Punkte)
3. Erklären Sie anhand von Reaktionsgleichungen und mithilfe der Säure-Base-Theorie von Brønsted die Wirkung des Hydrogencarbonat-Ions als Säure und als Base. Erläutern Sie am Modellexperiment (Versuch 2) anhand einer Reaktionsgleichung, welche Nebenwirkung bei der Einnahme von Natron zur Behebung von Sodbrennen zu erwarten ist. Vergleichen Sie die Wirkung einer Kautablette des Antacidums (Versuch 3) mit einer Natron-Lösung in Bezug auf die Behandlung eines übersäuerten Magens. (18 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Das unangenehme Sodbrennen wird durch einen Rückfluss der Magensäure in die Speiseröhre verursacht. Tritt Sodbrennen nur gelegentlich auf, kann es durch Medikamente, die man als Antacida bezeichnet, gelindert werden. Antacida neutralisieren teilweise die Magensäure, die im wesentlichen aus Salzsäure besteht. Die Stoffmenge an Salzsäure, die ein Antacidum neutralisieren kann, bezeichnet man als Säureneutralisationskapazität.

Eine im Labor untersuchte Kautablette eines Antacidums enthält als arzneilich wirksame Bestandteile wasserhaltiges Aluminiumhydroxid (entsprechend 306 mg wasserfreies Aluminiumhydroxid) und 400 mg Magnesiumhydroxid. Ferner enthält die Kautablette Geschmacks- und Hilfsstoffe.

Die medizinisch empfohlene Säureneutralisationskapazität eines Antacidums liegt bei 20 mmol bis 25 mmol. Bei der Produktion der Kautabletten ist eine Abweichung im Wirkstoffgehalt von bis zu 10 % möglich. Die Säureneutralisationskapazität der Kautablette soll überprüft werden:

Versuch 1:

- Die Kautablette wird in einem Mörser zerrieben. Dem Pulver werden in einem Becherglas 100 mL Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 0,3 \text{ mol/L}$) hinzugefügt, dann wird bis zum Ende der Reaktion mit dem Magnetrührer gerührt. Anschließend wird der Säureüberschuss mit Natronlauge ($c(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ mol/L}$) durch Titration bestimmt. Es werden $V = 10,4 \text{ mL}$ Natronlauge verbraucht.

Ein Hausmittel zur Behandlung eines übersäuerten Magens ist Natron (Natriumhydrogencarbonat, NaHCO_3). Dieses wird in Wasser gelöst getrunken. Die Wirkung von Natron wird in folgendem Modellexperiment untersucht:

Versuch 2:

- Zu 20 mL Salzsäure ($c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L}$) wird eine Lösung von Natron gegeben. Man beobachtet eine Gasentwicklung und eine pH-Wert-Änderung auf $\text{pH} = 7$.

Versuch 3:

- Gibt man statt der Natron-Lösung eine pulverisierte Kautablette des Antacidums zu dieser Salzsäure-Portion, so misst man einen pH-Wert von ca. $\text{pH} = 4$.
(Hinweis: Bei $\text{pH} > 4$ sind die Bestandteile der Kautablette fast unlöslich.)



Name: _____

Zusatzinformationen:

Täglich werden zwei bis drei Liter Magensaft mit pH-Werten von pH = 0,8 bis pH = 1,5 gebildet. Der pH-Wert eines gefüllten Magens liegt bei pH = 2 bis pH = 4. Magensäure dient dem Aufschluss der Nahrung durch Spaltung von Proteinen und hat (bis etwa pH = 4) eine bakterienabtötende Wirkung.

Stoff	Formel	Molare Masse	Löslichkeit in Wasser (bei 20 °C)
Aluminiumhydroxid	$\text{Al}(\text{OH})_3$	78,0 g/mol	1,5 mg/L
Aluminiumoxid	Al_2O_3	102,0 g/mol	1 mg/L
Magnesiumhydroxid	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	58,3 g/mol	9 mg/L

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Untersuchung eines Antacidums

1. Erklären Sie anhand von Reaktionsgleichungen die säureneutralisierende Wirkung der Bestandteile des Antacidums. Erläutern Sie Versuch 1 zur Bestimmung der Säureneutralisationskapazität und begründen Sie, warum keine direkte Titration durchgeführt werden kann. (22 Punkte)
2. Bestimmen Sie die Säureneutralisationskapazität der in Versuch 1 untersuchten Kautablette. Berechnen Sie aus den Bestandteilen des Antacidums die theoretische Säureneutralisationskapazität einer Tablette und vergleichen Sie das Ergebnis begründend mit dem Ergebnis von Versuch 1. (20 Punkte)
3. Erklären Sie anhand von Reaktionsgleichungen und mithilfe der Säure-Base-Theorie von Brønsted die Wirkung des Hydrogencarbonat-Ions als Säure und als Base. Erläutern Sie am Modellexperiment (Versuch 2) anhand einer Reaktionsgleichung, welche Nebenwirkung bei der Einnahme von Natron zur Behebung von Sodbrennen zu erwarten ist. Vergleichen Sie die Wirkung einer Kautablette des Antacidums (Versuch 3) mit einer Natron-Lösung in Bezug auf die Behandlung eines übersäuerten Magens. (18 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Mutschler, E. et al.: Mutschler Arzneimittelwirkungen: Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie, Wissenschaftliche Verlags-Gesellschaft, Stuttgart 2001, S. 625 – 626, 637 – 638
- <http://www.1-apo.de/maaloxan/416091267112872/> (25.02.2010)
- <http://www.sodbrennen-welt.de/news/200406-chronobiologie-chronopharmakologie-sodbrennen-antazida.htm> (11.04.2010)

¹ Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

<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	erklärt anhand von Reaktionsgleichungen die säureneutralisierende Wirkung der Bestandteile des Antacidums, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ • $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 	8
2	erläutert Versuch 1 zur Bestimmung der Säureneutralisationskapazität, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Kautablette wird im Mörser zerrieben, damit die nachfolgende Reaktion schneller abläuft. • Es wird Salzsäure im Überschuss hinzugegeben, damit die Inhaltsstoffe vollständig mit der Säure reagieren. • Aus der ursprünglich eingesetzten Stoffmenge an Salzsäure und der aus dem Titrationsergebnis ermittelten Stoffmenge an überschüssiger Salzsäure lässt sich die Säureneutralisationskapazität bestimmen. 	6
3	begründet, warum keine direkte Titration durchgeführt werden kann, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Aluminiumhydroxid und Magnesiumhydroxid sind in Wasser schwer löslich. • Eine Titration der beiden Hydroxide mit Salzsäure würde zu langsam ablaufen, da die Hydroxide sich erst lösen müssen. • Die Titration der überschüssigen Salzsäure kann schnell erfolgen. 	8
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
Der Prüfling		
1	bestimmt die Säureneutralisationskapazität der in Versuch 1 untersuchten Kautablette, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> eingesetzte Salzsäure: $n(\text{HCl}) = 30 \text{ mmol}$, noch vorliegende Salzsäure: $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 5,2 \text{ mmol}$, Säureneutralisationskapazität einer Tablette: $n = 24,8 \text{ mmol}$. 	6
2	berechnet aus den Bestandteilen des Antacidums die theoretische Säureneutralisationskapazität einer Tablette, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 3 n(\text{Al}(\text{OH})_3)$ und $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 n(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 3 m(\text{Al}(\text{OH})_3) : M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 3 \cdot 306 \text{ mg} : 78 \text{ g/mol} = 11,77 \text{ mmol}$ 306 mg Aluminiumhydroxid haben eine Säureneutralisationskapazität von 11,77 mmol. $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 400 \text{ mg} : 58,3 \text{ mg/mmol} = 13,72 \text{ mmol}$ 400 mg Magnesiumhydroxid haben eine Säureneutralisationskapazität von 13,72 mmol. Die theoretische Säureneutralisationskapazität einer Tablette beträgt 25,49 mmol. 	8
3	vergleicht das Ergebnis begründend mit dem Ergebnis von Versuch 1, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> Die theoretische Säureneutralisationskapazität einer Tablette ist um 0,69 mmol höher als der Wert aus der Titration. Die Abweichung könnte durch Messungenauigkeiten verursacht sein, durch die unterschiedliche Masse einzelner Tabletten oder durch produktionsbedingte Abweichungen im Wirkstoffgehalt. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt anhand von Reaktionsgleichungen und mithilfe der Säure-Base-Theorie von Brönsted die Wirkung des Hydrogencarbonat-Ions als Säure und als Base, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, Hydrogencarbonat-Ionen: Säure, Carbonat-Ionen: korrespondierende Base, Hydroxid-Ionen: Base, Wasser-Moleküle: korrespondierende Säure; $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, Hydrogencarbonat-Ionen: Base, Kohlensäure-Moleküle: korrespondierende Säure; Oxonium-Ionen: Säure, Wasser-Moleküle: korrespondierende Base. 	6
2	<p>erläutert am Modellexperiment (Versuch 2) anhand einer Reaktionsgleichung, welche Nebenwirkung bei der Einnahme von Natron zur Behebung von Sodbrennen zu erwarten ist, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die entstandene Kohlensäure zerfällt in Wasser und Kohlenstoffdioxid. $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ Eine Einnahme von Natron kann Aufstoßen verursachen. 	6
3	<p>vergleicht die Wirkung einer Kautablette des Antacidums (Versuch 3) mit einer Natron-Lösung bei der Behandlung eines übersäuerten Magens, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Natron-Lösung kann die Salzsäure-Lösung vollständig neutralisieren; die antibakterielle und proteinaufspaltende Wirkung der Magensäure geht verloren. Die Kautablette des Antacidums erhöht den pH-Wert nur auf ca. pH 4; damit bleibt die bakterienabtötende Wirkung der Magensäure erhalten. Die Kautablette hat eine mildere Wirkung und ist deshalb in Bezug auf die Behandlung eines übersäuerten Magens vorzuziehen. 	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			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erklärt anhand von ...	8			
2	erläutert Versuch 1 ...	6			
3	begründet, warum keine ...	8			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 1. Teilaufgabe	22			

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	bestimmt die Säureneutralisationskapazität ...	6			
2	berechnet aus den ...	8			
3	vergleicht das Ergebnis ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 2. Teilaufgabe	20			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	erklärt anhand von ...	6			
2	erläutert am Modellexperiment ...	6			
3	vergleicht die Wirkung ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	18			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

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

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

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

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

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

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

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

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

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



Name: _____

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

Aufgabenstellung:

Phenolrot – ein Indikator

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Phenolrot bei einem pH-Wert von 7. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur und geben Sie die sichtbare Farbe von Phenolrot bei diesem pH-Wert begründet an. *(18 Punkte)*
2. Erläutern Sie einen Syntheseweg für die zur Herstellung von Phenolrot benötigte *o*-Sulfobenzoessäure, ausgehend von Toluol und Schwefelsäure, auch anhand von Reaktionsschemata mit Strukturformeln und begründen Sie, warum eine direkte Sulfonierung der Benzoessäure nicht sinnvoll ist. *(18 Punkte)*
3. Erklären Sie die bei den verschiedenen pH-Werten jeweils beobachteten Farben von Phenolrot anhand der Struktur. Beurteilen Sie den Einsatz von Phenolrot bei der Züchtung von Zellkulturen. *(24 Punkte)*

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

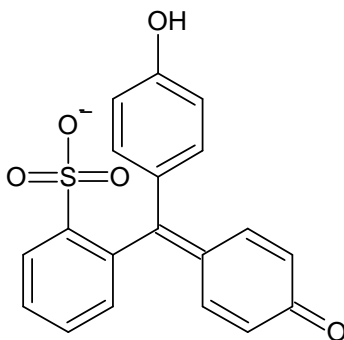


Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

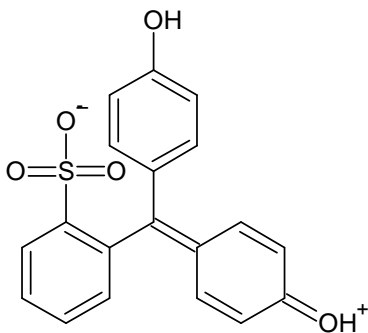
Die Züchtung von Zellkulturen findet in Forschung und Entwicklung breite Anwendung. Eine entscheidende Bedingung zur Optimierung des Zellwachstums ist der pH-Wert des Mediums. Untersuchungen zeigen, dass bei einem pH-Wert von 7,2 – 7,4 optimale Wachstumsbedingungen vorliegen. Zur Kontrolle des pH-Wertes wird der Zellkultur Phenolrot als Indikator zugesetzt.

Phenolrot weist in wässriger Lösung bei $\text{pH} \approx 7$ ein Absorptionsmaximum bei $\lambda = 435 \text{ nm}$ auf.

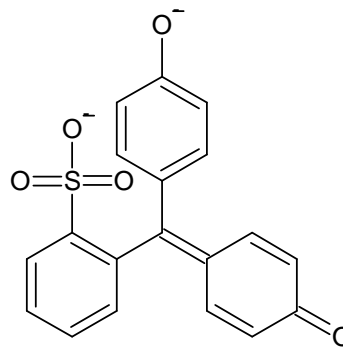


Struktur von Phenolrot in wässriger
Lösung ($\text{pH} \approx 7$)

In stark saurer Lösung tritt ein Farbwechsel nach Rot und in alkalischer Lösung mit $\text{pH} \geq 7,4$ nach Rotviolett auf.



Struktur von Phenolrot in stark
saurer Lösung



Struktur von Phenolrot in alkalischer
Lösung

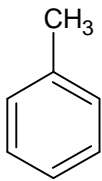
Ausgangsstoff zur Herstellung von Phenolrot ist *o*-Sulfobenzoesäure, die man durch Umsetzung von Toluol mit rauchender Schwefelsäure erhält. Die rauchende Schwefelsäure enthält Schwefeltrioxid-Moleküle (SO_3), die bei dieser als Sulfonierung bezeichneten Reaktion als reaktive Teilchen wirken. Die entstandene Toluol-Sulfonsäure wird mit Luftsauerstoff oxidiert.



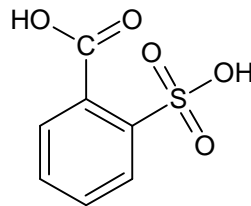
Name: _____

Zusatzinformationen:

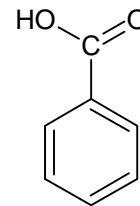
Als **Zellkultur** wird die Zucht tierischer oder pflanzlicher Zellen in einem Nährmedium außerhalb des Organismus bezeichnet.



Toluol



o-Sulfobenzoessäure



Benzoessäure

Zusammenhang von absorbiertem 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

Phenolrot – ein Indikator

1. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Phenolrot bei einem pH-Wert von 7. Zeichnen Sie dazu eine weitere mesomere Grenzstruktur und geben Sie die sichtbare Farbe von Phenolrot bei diesem pH-Wert begründet an. (18 Punkte)
2. Erläutern Sie einen Syntheseweg für die zur Herstellung von Phenolrot benötigte o-Sulfobenzoesäure, ausgehend von Toluol und Schwefelsäure, auch anhand von Reaktionsschemata mit Strukturformeln und begründen Sie, warum eine direkte Sulfonierung der Benzoesäure nicht sinnvoll ist. (18 Punkte)
3. Erklären Sie die bei den verschiedenen pH-Werten jeweils beobachteten Farben von Phenolrot anhand der Struktur. Beurteilen Sie den Einsatz von Phenolrot bei der Züchtung von Zellkulturen. (24 Punkte)

3. Materialgrundlage

- <http://www.bdsoft.de//demo/chemie/chemikalien/p/phenolrot.htm>
- Beyer, H.: Lehrbuch der organischen Chemie, 18. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1978, S. 476

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	
1	erklärt den Zusammenhang zwischen Struktur und Farbigkeit am Beispiel der Struktur von Phenolrot bei einem pH-Wert von 7. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling Aussagen macht zum Zusammenhang von Lichtabsorption und Farbigkeit, zur Anregung von delokalisierten π-Elektronen durch die Energie des sichtbaren Lichts und dem Vorliegen eines ausgedehnten π-Elektronen-Systems, zu dem Einfluss der Hydroxy-Gruppe mit ihrem +M-Effekt sowie der Carbonyl-Gruppe mit ihrem –M-Effekt.)</i>	8
2	zeichnet eine weitere mesomere Grenzstruktur von Phenolrot.	4
3	gibt die sichtbare Farbe von Phenolrot bei diesem pH-Wert begründet an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Das Absorptionsmaximum von Phenolrot liegt bei $\lambda = 435 \text{ nm}$; die absorbierte Spektralfarbe ist Violett-Blau. • Die sichtbare Farbe ist Gelbgrün-Gelb, die Komplementärfarbe zur absorbierten Spektralfarbe. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erläutert einen Syntheseweg für die zur Herstellung von Phenolrot benötigte <i>o</i> -Sulfobenzoesäure, ausgehend von Toluol und Schwefelsäure, auch anhand von Reaktionsschemata, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Sulfonierung von Toluol mit SO_3 als elektrophilem Teilchen bei der elektrophilen Zweitsubstitution, • Reaktionsschema. 	6
1b	erläutert einen Syntheseweg für die zur Herstellung von Phenolrot benötigte <i>o</i> -Sulfobenzoesäure, ausgehend von Toluol und Schwefelsäure, auch anhand von Reaktionsschemata, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • anschließende Oxidation mit Sauerstoff als Oxidationsmittel zur <i>o</i>-Sulfobenzoesäure, • vereinfachtes Reaktionsschema. 	4

2	begründet, warum eine direkte Sulfonierung der Benzoesäure nicht sinnvoll ist, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Die Methyl-Gruppe des Toluols ist ein Substituent erster Ordnung und dirigiert den Zweitsubstituenten in <i>ortho</i>- und <i>para</i>-Stellung, daher entsteht das <i>ortho</i>-Produkt in relativ guter Ausbeute. • Die Carboxy-Gruppe der Benzoesäure dagegen ist ein Substituent zweiter Ordnung und dirigiert den Zweitsubstituenten in <i>meta</i>-Stellung. • Das <i>ortho</i>-Produkt entsteht daher nur in sehr geringen Mengen. 	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erklärt die bei den verschiedenen pH-Werten jeweils beobachteten Farben von Phenolrot anhand der Struktur, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Im stark sauren Bereich ist die Carbonyl-Gruppe des Phenolrot-Moleküls protoniert. • Aufgrund der positiven Ladung der protonierten Carbonyl-Gruppe ist der –M-Effekt dieser Gruppe verstärkt. • Daher absorbiert Phenolrot in saurer Lösung energieärmeres, langwelligeres Licht als in neutraler Lösung und zeigt die sichtbare Farbe Rot. 	8
1b	erklärt die bei den verschiedenen pH-Werten jeweils beobachteten Farben von Phenolrot anhand der Struktur, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Im alkalischen Bereich ist die Hydroxy-Gruppe deprotoniert. • Aufgrund der negativen Ladung ist der +M-Effekt an dieser Stelle verstärkt. • Daher absorbiert Phenolrot in alkalischer Lösung energieärmeres, langwelligeres Licht als in neutraler Lösung und erscheint in der Farbe Rotviolett. 	8
2	beurteilt den Einsatz von Phenolrot bei der Züchtung von Zellkulturen, z. B. indem er darauf eingeht, dass Phenolrot zur Kontrolle des pH-Bereiches von Zellkulturen gut geeignet ist, da der Indikator im angestrebten, optimalen pH-Bereich eine eindeutige Farbe aufweist und pH-Wert-Änderungen mit Farbänderungen anzeigt.	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	erklärt den Zusammenhang ...	8			
2	zeichnet eine weitere ...	4			
3	gibt die sichtbare ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		18			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	erläutert einen Syntheseweg ...	6			
1b	erläutert einen Syntheseweg ...	4			
2	begründet, warum eine ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		18			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1a	erklärt die bei ...	8			
1b	erklärt die bei ...	8			
2	beurteilt den Einsatz ...	8			
3	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:

Bioverträgliche Polymere

1. Zeichnen Sie den angegebenen Ausschnitt der Aminosäuresequenz des Fibronectins in Strukturformeln. Beschreiben Sie die Struktur der funktionellen Gruppe, über die Aminosäuren in Proteinen verknüpft werden. Erläutern Sie am Beispiel des Fibronectins die Struktur der Proteine unter Berücksichtigung der relevanten Wechselwirkungen bzw. Bindungen. (24 Punkte)
2. Geben Sie ein Reaktionsschema in Strukturformeln und den Reaktionstyp zur Herstellung von Polyethylenterephthalat an. Erklären Sie, welche Strukturmerkmale die Edukte für die hier vorliegende Polymerbildung aufweisen müssen. Ordnen Sie den entstehenden Kunststoff begründet einer Kunststoffklasse zu. (20 Punkte)
3. Geben Sie begründet den Reaktionstyp für die Modifizierungsreaktion 1 in Abbildung 1 an. Erläutern Sie unter Angabe des Reaktionstyps die charakteristischen Reaktionschritte von Reaktion 2 in Abbildung 1. Stellen Sie eine Vermutung auf, wie das beschriebene Peptid an das modifizierte Polymer (D) gebunden werden könnte. (16 Punkte)

Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: _____

Fachspezifische Vorgaben:

Körperfremde Materialien werden in den verschiedensten medizinischen Bereichen angewendet, um Ersatzfunktionen natürlicher Gewebe zu übernehmen. Für Implantate in Blutgefäßen (sogenannte Stents) eignen sich Metalle. Sie bergen aufgrund der künstlichen Oberfläche jedoch das Risiko, bei Blutkontakt schon innerhalb weniger Sekunden durch Gerinnsel zu verstopfen. Um dieses Risiko zu minimieren, wird ein Überzug aus künstlichen Polymeren geschaffen, an den sich körpereigene Zellen anlagern können, die die Blutgefäße im Innern auskleiden (sog. Endothelzellen). Zur Herstellung dieses bioverträglichen Überzugs werden folgende Schritte durchlaufen:

1. Die Metalloberfläche wird zunächst mit einem Polymer beschichtet, z. B. mit einem Film aus Polyethylenterephthalat (PET). PET kann aus Ethan-1,2-diol und Benzol-1,4-disäure (Terephthalsäure) hergestellt werden.
2. Die Polymeroberfläche wird modifiziert, indem durch ein physikalisches Verfahren funktionelle Gruppen eingeführt werden, an die über kleine Verknüpfungs-Moleküle Peptide auf dem Polymer verankert werden können. Als Verknüpfungs-Molekül kann z. B. Hexamethylen-1,6-diisocyanat eingesetzt werden (siehe Abbildung 1).
3. An das Verknüpfungs-Molekül wird ein Peptid gebunden, das Bindungsstellen für Endothelzellen besitzt. Durch deren Bindung wird das Risiko der Bildung von Blutgerinnseln minimiert.

Ein geeignetes Polypeptid für bioverträgliche Stents ist Fibronectin, ein langgestrecktes Molekül, das aus zwei identischen Polypeptidketten besteht, die über zwei Disulfidbrücken nahe ihren endständigen Carboxy-Gruppen verknüpft sind. Die Struktur von Fibronectin hängt von den Bedingungen in Lösung ab. Bei physiologischen Bedingungen besitzt Fibronectin eine kompakte, scheibenförmige Struktur. Wird die Ionenkonzentration erhöht und/oder der pH-Wert verändert, formt sich die kompakte Struktur in eine eher offene um. Der für die Bindung der Endothelzellen wichtige Bereich enthält die Sequenz Arg-Gly-Asp-Ser. Um die Polymeroberfläche bioverträglich zu machen, reicht es aus, anstelle des vollständigen Fibronectins lediglich eine kurze Kette dieser Aminosäuren an die Verknüpfungs-Moleküle zu binden.

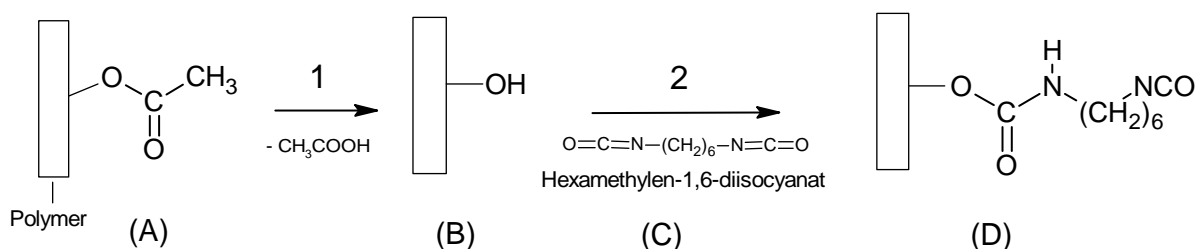


Abbildung 1: Schematische Darstellung von zwei Modifizierungsreaktionen (1, 2), um ein Polymer bioverträglich zu machen. (A): Polymer mit eingeführter funktioneller Gruppe, (B): Polymer nach Modifizierungsreaktion 1, (C): Verknüpfungs-Molekül, (D): Polymer mit gebundenem Verknüpfungs-Molekül.



Name: _____

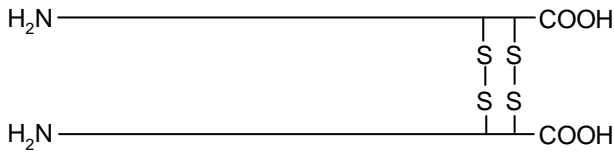
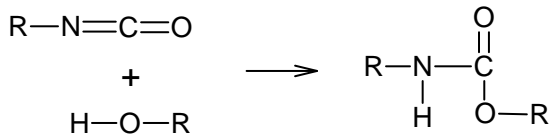


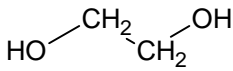
Abbildung 2: Schematische Darstellung von Fibronectin

Zusatzinformationen:

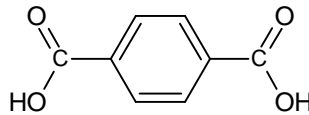
Isocyanate besitzen die funktionelle Gruppe $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$; sie reagieren u. a. mit Hydroxy- und Amino-Gruppen, z. B.:



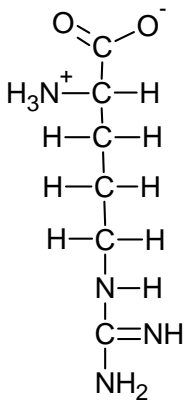
Formeln:



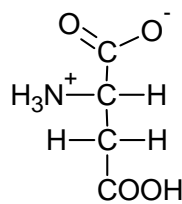
Ethan-1,2-diol



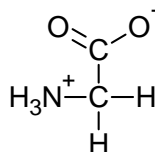
Terephthalsäure



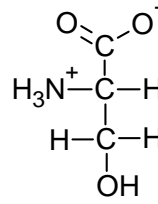
Arginin
(Arg)



Asparaginsäure
(Asp)



Glycin
(Gly)



Serin
(Ser)

Unterlagen für die Lehrkraft

Abiturprüfung 2011

Chemie, Grundkurs

1. Aufgabenart

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

2. Aufgabenstellung¹

Bioverträgliche Polymere

1. Zeichnen Sie den angegebenen Ausschnitt der Aminosäuresequenz des Fibronectins in Strukturformeln. Beschreiben Sie die Struktur der funktionellen Gruppe, über die Aminosäuren in Proteinen verknüpft werden. Erläutern Sie am Beispiel des Fibronectins die Struktur der Proteine unter Berücksichtigung der relevanten Wechselwirkungen bzw. Bindungen. (24 Punkte)
2. Geben Sie ein Reaktionsschema in Strukturformeln und den Reaktionstyp zur Herstellung von Polyethylenterephthalat an. Erklären Sie, welche Strukturmerkmale die Edukte für die hier vorliegende Polymerbildung aufweisen müssen. Ordnen Sie den entstehenden Kunststoff begründet einer Kunststoffklasse zu. (20 Punkte)
3. Geben Sie begründet den Reaktionstyp für die Modifizierungsreaktion 1 in Abbildung 1 an. Erläutern Sie unter Angabe des Reaktionstyps die charakteristischen Reaktionschritte von Reaktion 2 in Abbildung 1. Stellen Sie eine Vermutung auf, wie das beschriebene Peptid an das modifizierte Polymer (D) gebunden werden könnte. (16 Punkte)

3. Materialgrundlage

- Stryer, L.: Biochemie, Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, Heidelberg 1990, S. 289 f.
- Henze, U. et al: Kunststoffe für den medizinischen Einsatz als Implantatmaterialien, Dt. Ärzteblatt 1999; 96 (15): A-979-986
- Kempe, L.: Tarnkappe für Metallimplantate: Bioaktivierung von Metalloberflächen, Dt. Ärzteblatt 2000; 97 (10): A 632 / B-515 / C-468
- Brahm, M.: Polymerchemie kompakt, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2009, S. 147 ff.
- Breitmaier, E.; Jung, G.: Organische Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2005, S. 435, 821 ff.
- Tausch, M.; von Wachtendonk, M. (Hrsg.): Chemie 2000+, Band 3, C. C. Buchners Verlag, Bamberg 2005, S. 107

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	zeichnet den angegebenen Ausschnitt der Aminosäuresequenz des Fibronectins in Strukturformeln.	6
2	beschreibt die Struktur der funktionellen Gruppe, über die Aminosäuren in Proteinen verknüpft sind, z. B. indem er auf die Peptid-Bindung (<i>alternativ: Amid-Bindung</i>) zwischen der Carboxy-Gruppe einer Aminosäure und der Amino-Gruppe einer weiteren Aminosäure sowie die durch Mesomerie bedingte planare Struktur der Peptid-Bindung eingeht.	6
3a	erläutert am Beispiel des Fibronectins die Struktur der Proteine unter Berücksichtigung der relevanten Wechselwirkungen bzw. Bindungen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Primärstruktur: Aminosäuresequenz (Folge der Aminosäuren) – kovalente Bindungen (Peptid-Bindung); beim Fibronectin als Besonderheit zwei identische Aminosäureketten, die über zwei kovalente Bindungen (Disulfid-Brücken) verknüpft sind, • Sekundärstruktur: Konformation, z. B. α-Helix, β-Faltblatt – intramolekulare Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Peptid-Bindungen. (<i>Eine Aussage für das Fibronectin ist nicht vorgesehen.</i>) 	6
3b	erläutert am Beispiel des Fibronectins die Struktur der Proteine unter Berücksichtigung der relevanten Wechselwirkungen bzw. Bindungen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Tertiärstruktur: Faltung der Ketten – Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Disulfid-Brücken (intramolekular, zwischen Aminosäure-Resten einer Kette); beim Fibronectin unter physiologischen Bedingungen Faltung zu einer kompakten, scheibenförmigen Tertiärstruktur; Aufhebung der Faltung durch Erhöhung der Ionenkonzentration und/oder pH-Wert deutet auf elektrostatische Wechselwirkungen hin. 	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	gibt ein Reaktionsschema in Strukturformeln zur Herstellung von Polyethylenterephthalat an.	6
1b	gibt den Reaktionstyp zur Bildung von Polyethylenterephthalat an: Veresterung (<i>alternativ: (Poly-)Kondensation</i>).	2
2	erklärt, welche Strukturmerkmale die Edukte für die hier vorliegende Polymerbildung aufweisen müssen, z. B. indem er auf die Bifunktionalität der beiden Monomere (Diol und Disäure) bzw. ein entsprechendes bifunktionelles Monomer mit Hydroxy- und Carboxy-Gruppe eingeht.	4
3a	ordnet den entstehenden Kunststoff der Kunststoffklasse der Thermoplaste zu.	2
3b	begründet die Zuordnung, z. B. indem er auf die linearen Ketten eingeht, zwischen denen Van-der-Waals-Kräfte und Dipol-Dipol-Kräfte herrschen und die daher beim Erwärmen aneinander vorbei gleiten können (Erweichen des Kunststoffes).	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt begründet als Reaktionstyp für die Modifizierungsreaktion 1 in Abbildung 1 die Esterspaltung (<i>alternativ: Hydrolyse oder Verseifung</i>) an, z. B. indem er auf die Estergruppe im Edukt, die Abspaltung von Ethansäure und die Bildung einer Hydroxy-Gruppe an der Polymerkette eingeht.	6
2	erläutert unter Angabe des Reaktionstyps die charakteristischen Reaktionsschritte von Reaktion 2 in Abbildung 1, z. B. indem er auf den nukleophilen Angriff der Hydroxy-Gruppe des Polymers an das Kohlenstoff-Atom der Isocyanat-Gruppe und die Protonenübertragung auf das Stickstoff-Atom eingeht und als Reaktionstyp die Addition angibt.	6
3	stellt eine Vermutung auf, wie das beschriebene Peptid an das modifizierte Polymer (D) gebunden werden könnte, z. B. indem er auf eine kovalente Bindung zwischen der Isocyanat-Gruppe und einer Amino-Gruppe des Peptids (endständig oder einer Seitenkette) oder der Hydroxy-Gruppe des Serin-Restes eingeht, die jeweils durch eine Additionsreaktion zustande kommt.	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

b) Darstellungsleistung

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

7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit

Name des Prüflings: _____ Kursbezeichnung: _____

Schule: _____

Teilaufgabe 1

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK ²	ZK	DK
1	zeichnet den angegebenen ...	6			
2	beschreibt die Struktur ...	6			
3a	erläutert am Beispiel ...	6			
3b	erläutert am Beispiel ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 1. Teilaufgabe		24			

Teilaufgabe 2

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1a	gibt ein Reaktionsschema ...	6			
1b	gibt den Reaktionstyp ...	2			
2	erklärt, welche Strukturmerkmale ...	4			
3a	ordnet den entstehenden ...	2			
3b	begründet die Zuordnung ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
Summe 2. Teilaufgabe		20			

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

Teilaufgabe 3

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	Der Prüfling				
1	gibt begründet als ...	6			
2	erläutert unter Angabe ...	6			
3	stellt eine Vermutung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2)				
	Summe 3. Teilaufgabe	16			
	Summe der 1., 2. und 3. Teilaufgabe	60			

Darstellungsleistung

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

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

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

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

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

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

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

Unterschrift, Datum:

Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)

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

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