



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2011

## Chemie, Leistungskurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Herstellung cyclischer Stickstoffverbindungen für die pharmazeutische Nutzung

1. Geben Sie den systematischen Stoffnamen nach IUPAC für die Verbindung (1) in Abbildung 1 an (R = Methyl). Erklären Sie, um welchen Reaktionstyp es sich bei Teilreaktion A handelt. Geben Sie für die Teilreaktionen C und D Reaktionsgleichungen und die zugrunde liegenden Reaktionstypen an. (16 Punkte)
2. Diskutieren Sie, ob Teilreaktion B nach dem  $S_N1$ - oder  $S_N2$ -Mechanismus abläuft. Erklären Sie den Ablauf der Teilreaktion B in Einzelschritten. Erläutern Sie, durch welche Faktoren der Ablauf nukleophiler Substitutionen an sekundären Kohlenstoff-Atomen nach  $S_N1$  bzw.  $S_N2$  begünstigt wird. (20 Punkte)
3. Entwickeln Sie eine Hypothese für den Mechanismus der Dimerisation in Teilreaktion E. Geben Sie an, welcher Reaktionstyp der Teilreaktion G zugrunde liegt. Geben Sie eine Reaktionsgleichung für diese Reaktion an. (14 Punkte)
4. Erklären Sie die beschriebene Wasserlöslichkeit der Barbiturate. Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die Herstellung eines Barbiturats aus disubstituiertem Malonsäure-diethylester und Harnstoff an. Vergleichen Sie die Reaktion zur Herstellung des Barbiturats mit Teilreaktion E. (16 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

### Fachspezifische Vorgaben:

Die Moleküle vieler pharmakologisch wirksamer Substanzen sind cyclische Stickstoffverbindungen, die sich von **Pyrazinen** und **Piperazinen** ableiten (Pyrazin- bzw. Piperazin-Derivate). Pyrazine bilden sich an der Luft aus sogenannten  $\alpha$ -Aminoalkanonen ( $\alpha$ -Aminoketonen). Piperazine können leicht aus Pyrazinen hergestellt werden. In Abbildung 1 ist ein möglicher Reaktionsweg zur Herstellung von Pyrazin- bzw. Piperazin-Derivaten dargestellt.

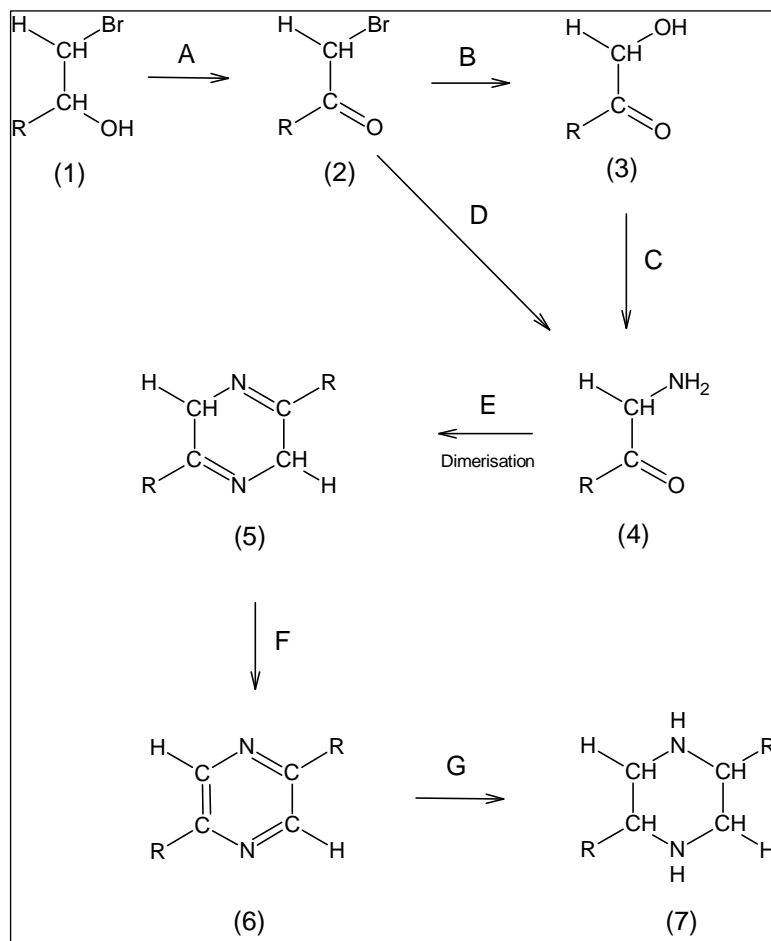
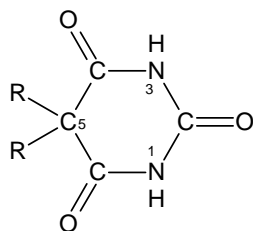


Abbildung 1:  
Reaktionsweg zur Herstellung von Pyrazin-Derivaten (6) und Piperazin-Derivaten (7). Die Verbindungen sind zur Vereinfachung mit Nummern versehen. R steht für eine Alkyl-Gruppe.



Barbiturate  
R: Alkyl-Reste

Weitere Beispiele pharmakologisch wirksamer cyclischer Stickstoffverbindungen stellen die **Barbiturate** dar, die u. a. als Wirkstoffe in Schlafmitteln Verwendung finden. Barbiturate werden durch Reaktion von Harnstoff mit disubstituierten Malonsäurediestern hergestellt. Sie sind in Wasser in Abhängigkeit der vorhandenen Alkyl-Gruppen unterschiedlich gut löslich.



Name: \_\_\_\_\_

### Zusatzinformationen:

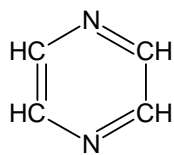
#### Dimerisation:

Unter Dimerisation versteht man die Vereinigung von zwei identischen Molekülen (Monomeren) zu einem neuen Molekül, dem Dimeren.

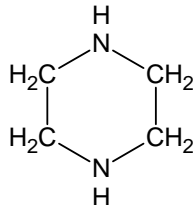
#### Derivat:

Verbindung, die sich von einer anderen Verbindung durch Substitution von gebundenen Atomen oder Atomgruppen durch andere Atome oder Atomgruppen ableitet. Dieser Austausch muss nicht unbedingt in einer chemischen Reaktion direkt realisierbar sein.

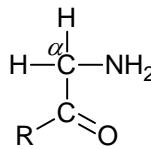
#### Formeln:



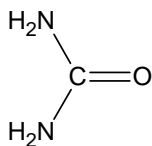
Pyrazin



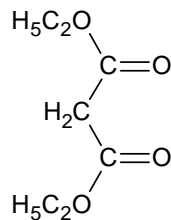
Piperazin



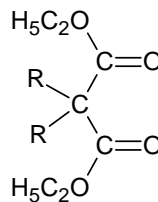
$\alpha$ -Aminoketon



Harnstoff



Malonsäure-  
diethylester



disubstituierter  
Malonsäurediethylester

R: Alkyl-Gruppen

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Herstellung cyclischer Stickstoffverbindungen für die pharmazeutische Nutzung**

1. Geben Sie den systematischen Stoffnamen nach IUPAC für die Verbindung (1) in Abbildung 1 an (R = Methyl). Erklären Sie, um welchen Reaktionstyp es sich bei Teilreaktion A handelt. Geben Sie für die Teilreaktionen C und D Reaktionsgleichungen und die zugrunde liegenden Reaktionstypen an. (16 Punkte)
2. Diskutieren Sie, ob Teilreaktion B nach dem S<sub>N</sub>1- oder S<sub>N</sub>2-Mechanismus abläuft. Erklären Sie den Ablauf der Teilreaktion B in Einzelschritten. Erläutern Sie, durch welche Faktoren der Ablauf nukleophiler Substitutionen an sekundären Kohlenstoff-Atomen nach S<sub>N</sub>1 bzw. S<sub>N</sub>2 begünstigt wird. (20 Punkte)
3. Entwickeln Sie eine Hypothese für den Mechanismus der Dimerisation in Teilreaktion E. Geben Sie an, welcher Reaktionstyp der Teilreaktion G zugrunde liegt. Geben Sie eine Reaktionsgleichung für diese Reaktion an. (14 Punkte)
4. Erklären Sie die beschriebene Wasserlöslichkeit der Barbiturate. Geben Sie eine Reaktionsgleichung für die Herstellung eines Barbiturats aus disubstituiertem Malonsäurediethylester und Harnstoff an. Vergleichen Sie die Reaktion zur Herstellung des Barbiturats mit Teilreaktion E. (16 Punkte)

**Materialgrundlage:**

- Beyer, H.; Walter, W.: Lehrbuch der organischen Chemie, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1981, S. 748
- Breitmaier, E.; Jung, G.: Organische Chemie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2005, S. 434, 676 f.
- Risch, K.; Seitz, H. (Hrsg.): Organische Chemie, Schroedel Verlag, Hannover 2003, S. 183
- Tausch, M.; von Wachtendonk, M. (Hrsg.): Chemie 2000+, Bd. 2, 1. Aufl., C. C. Buchners Verlag, Bamberg 2004, S. 123, 126 f.

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

##### 1. Inhaltliche Schwerpunkte

Themenfeld: Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

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

##### 2. Medien/Materialien

- entfällt

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt den systematischen Stoffnamen nach IUPAC für die Verbindung (1) in Abbildung 1 an: 3-Brompropan-2-ol.	2
2	erklärt, um welchen Reaktionstyp es sich bei Teilreaktion A handelt, indem er z. B. auf die Oxidationszahlen der beteiligten Kohlenstoff-Atome (Kohlenstoff-Atom, das die Hydroxy-Gruppe trägt: 0; Carbonyl-Kohlenstoff-Atom: +II), die Erhöhung der Oxidationszahl und den Reaktionstyp der Oxidation eingeht.	6
3a	gibt für die Teilreaktionen C und D Reaktionsgleichungen an.	6
3b	gibt die zugrunde liegenden Reaktionstypen an, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• In beiden Fällen liegt eine nukleophile Substitution vor.</li> </ul>	2
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	diskutiert, ob Teilreaktion B nach dem $S_N1$ - oder $S_N2$ -Mechanismus abläuft, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Ablauf der Reaktion nach einem <math>S_N1</math>-Mechanismus würde zunächst unter Abspaltung eines Bromid-Ions ein Carbenium-Ion als Interdukt gebildet. Primäre Carbenium-Ionen sind sehr instabil.</li> <li>• Die Bildung eines Carbenium-Ions ist hier zusätzlich erschwert, da das benachbarte Carbonyl-Kohlenstoff-Atom partiell positiv geladen ist (<math>-I</math>-Effekt).</li> <li>• Die Reaktion wird daher nach dem <math>S_N2</math>-Mechanismus ablaufen.</li> </ul>	6
2	erklärt den Ablauf der Teilreaktion B in Einzelschritten, z. B. indem er auf die polare Br-C-Bindung, auf das Hydroxid-Ion mit seinen drei freien Elektronenpaaren am Sauerstoff-Atom als Nukleophil, den nukleophilen Angriff des Hydroxid-Ions, die Bildung eines Übergangszustandes und die Abspaltung eines Bromid-Ions eingeht.	8
3	erläutert, durch welche Faktoren der Ablauf nukleophiler Substitutionen an sekundären Kohlenstoff-Atomen nach $S_N1$ bzw. $S_N2$ begünstigt wird, z. B. indem er auf die Anfangskonzentration der Edukte und das Lösemittel eingeht ( $S_N2$ -Reaktionen werden durch hohe Konzentration des Nukleophils und Lösemittel geringerer Polarität begünstigt, $S_N1$ -Reaktionen durch geringe Konzentration des Nukleophils und hohe Lösemittelpolarität).	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	entwickelt eine Hypothese für den Ablauf der Dimerisation in Teilreaktion E, indem er auf die Reaktion zweier Moleküle des $\alpha$ -Aminoketons (Verbindung 4) miteinander eingeht (jeweils nukleophiler Angriff der Amino-Gruppe des einen Moleküls am Carbonyl-Kohlenstoff-Atom des anderen Moleküls, Protonenübertragung auf das Carbonyl-Kohlenstoff-Atom, Abspaltung von Wasser und Ausbildung einer Doppelbindung). (Hinweis: Es wird nicht erwartet, dass die Reaktion als (Selbst-)Kondensation, die Teilschritte als Addition bzw. Eliminierung bezeichnet werden.)	8
2	gibt an, welcher Reaktionstyp Teilreaktion G zugrunde liegt, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Addition an Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen. (Alternativ: Hydrierung)</li> </ul>	2
3	gibt eine Reaktionsgleichung für diese Reaktion an.	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erklärt die beschriebene Wasserlöslichkeit der Barbiturate, indem er auf polare Bindungen innerhalb des Moleküls, die Möglichkeit der Wechselwirkung mit Wassermolekülen und den Einfluss unterschiedlicher (unpolarer) Alkyl-Gruppen eingeht, die die Wasserlöslichkeit beeinflussen.	6
2	gibt eine Reaktionsgleichung in Strukturformeln für die Herstellung eines Barbiturats aus disubstituiertem Malonsäurediethyl-ester und Harnstoff an.	4
3	vergleicht die Reaktion zur Herstellung des Barbiturats mit Teilreaktion E, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Teilreaktion E liegt nur eine Verbindung als Edukt vor. Die Moleküle dieses Eduktes tragen zwei verschiedene funktionelle Gruppen, eine Amino-Gruppe und eine Carbonyl-Gruppe, sodass ein Ringschluss durch Reaktion zweier Edukt-Moleküle untereinander möglich ist (Dimerisation).</li> <li>• Bei der Reaktion zur Herstellung des Barbiturats liegen zwei unterschiedliche Verbindungen als Edukte vor, die jeweils zwei gleiche funktionelle Gruppen tragen und unter Ringschluss (zu Säureamiden) reagieren können.</li> <li>• In beiden Fällen reagieren die Edukte unter Austritt von kleineren Molekülen miteinander (Wasser-Moleküle bei Teilreaktion E, Ethanol-Moleküle bei der Reaktion zum Barbiturat), sodass man von Kondensationen sprechen kann.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	4

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	gibt den systematischen ...	2			
2	erklärt, um welchen ...	6			
3a	gibt für die ...	6			
3b	gibt die zugrunde ...	2			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>16</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	diskutiert, ob Teilreaktion ...	6			
2	erklärt den Ablauf ...	8			
3	erläutert, durch welche ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>20</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur



**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen  Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	entwickelt eine Hypothese ...	8			
2	gibt an, welcher ...	2			
3	gibt eine Reaktionsgleichung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>14</b>			

**Teilaufgabe 4**

	Anforderungen  Der Prüfling	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erklärt die beschriebene ...	6			
2	gibt eine Reaktionsgleichung ...	4			
3	vergleicht die Reaktion ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 4. Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			
	<b>Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe</b>	<b>66</b>			

**Darstellungsleistung**

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

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>75</b>			
--	---	-----------	--	--	--

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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>150</b>			
aus der Punktzahl resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktzahlen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum

**Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)**

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

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2011

## Chemie, Leistungskurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Wasseruntersuchungen mithilfe der Winkler-Methode

1. Skizzieren Sie einen geeigneten und beschrifteten Versuchsaufbau für die Titration bei der Winkler-Methode und erklären Sie die Funktion der Stärkelösung. Erklären Sie die Notwendigkeit, die Temperatur bei der Probenvorbereitung konstant bei 20 °C zu halten und die Probe fest zu verschließen. *(14 Punkte)*
2. Erklären Sie anhand der gegebenen Reaktionsgleichungen, warum zwischen dem im Wasser gelösten Sauerstoff und den verbrauchten Thiosulfat-Ionen das Stoffmengenverhältnis  $n(\text{O}_2) : n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1 : 4$  gilt. Ermitteln Sie den Verbrauch an Natriumthiosulfat-Lösung zur Ermittlung des Sauerstoffgehaltes in Probe 1 und den prozentualen Sättigungsgrad an Sauerstoff in dieser Probe. *(18 Punkte)*
3. Erklären Sie, warum bei Probe 2 ein niedrigerer Sauerstoffgehalt als bei Probe 1 zu erwarten ist. Ermitteln Sie rechnerisch die Massenkonzentration  $\beta$  von Sauerstoff in Probe 2 und den BSB<sub>5</sub>-Wert des Gewässers. Ordnen Sie dem Gewässer begründet eine Güteklasse zu. *(18 Punkte)*
4. Diskutieren Sie die Möglichkeit der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes nach der Winkler-Methode ohne die abschließende Titration mit Natriumthiosulfat. Erklären Sie Vorteile sowie Nachteile dieses Verfahrens gegenüber der vollständig durchgeführten Methode in Abhängigkeit vom Einsatzbereich. Erläutern Sie die Störung der Winkler-Methode durch Chlor auch anhand einer Reaktionsgleichung. *(16 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

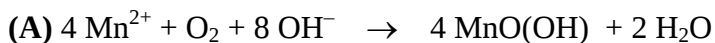


Name: \_\_\_\_\_

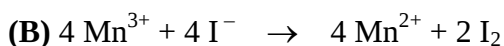
### Fachspezifische Vorgaben:

Zu den wichtigsten Analysen bei der Ermittlung der Wasserqualität bzw. der Gewässergüteklasse gehört die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. Bei der hierzu angewandten Winkler-Methode laufen folgende Reaktionen ab:

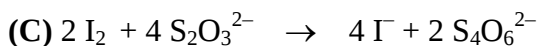
Die zu untersuchende Probe wird mit Manganchlorid und Natronlauge versetzt. Die Mangan(II)-Ionen reagieren dann mit dem im Wasser gelösten Sauerstoff in alkalischer Lösung zu schwerlöslichem Mangan(III)-oxidhydroxid.



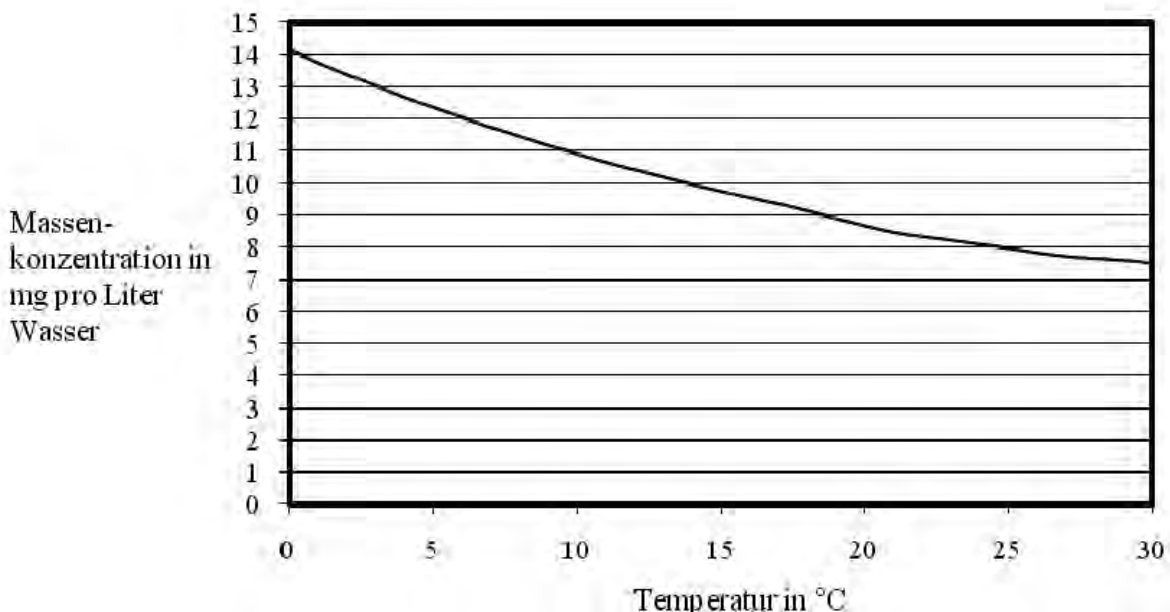
Anschließend bringt man das in (A) ausgefallene  $\text{MnO}(\text{OH})$  durch Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure wieder in Lösung. Diese Lösung wird mit Kaliumiodid-Lösung im Überschuss versetzt.



Nun wird das entstandene Iod mit Natriumthiosulfat-Lösung der Konzentration  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/L}$  titriert unter vorheriger Zugabe von einigen Tropfen konzentrierter Stärkelösung. Während der gesamten Untersuchung wird eine konstante Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  eingehalten.



Bei der Untersuchung einer Wasserprobe (Probe 1) ( $V = 100 \text{ mL}$ ) ergab sich so eine Massenkonzentration an Sauerstoff  $\beta = 8 \text{ mg/L}$ . Zur besseren Vergleichbarkeit wird häufig der prozentuale Sättigungsgrad berechnet. In der Grafik sind die Massenkonzentrationen von Sauerstoff angegeben, die einem jeweiligen Sättigungsgrad von 100 % entsprechen.





Name: \_\_\_\_\_

Als Maß für die Summe aller biologisch abbaubaren organischen Stoffe in einem Gewässer wird der Biochemische Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) bestimmt. Dieser gibt an, wie viel von dem gelösten Sauerstoff in 5 Tagen für den biologischen Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe durch Bakterien und andere Kleinstlebewesen benötigt wird.

Zu einer Analyse wurden gleichzeitig aus demselben Gewässer zwei Proben (1 und 2) entnommen. Der Sauerstoffgehalt von Probe 1 (s. o.) wurde sofort bestimmt, Probe 2 wurde verschlossen und bei einer konstanten Temperatur von 20 °C im Dunklen 5 Tage stehen gelassen. Anschließend wurde erneut der Sauerstoffgehalt gemessen und aus der Differenz der Sauerstoffgehalte der Proben 1 und 2 der Sauerstoffverbrauch als BSB<sub>5</sub> bestimmt. Man erhielt für die Probe 2 bei einem Probenvolumen von 100 mL einen Verbrauch von 8 mL Natriumthiosulfat-Lösung ( $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/L}$ ).

Die Winkler-Methode gilt als recht genaue Bestimmungsart für gelösten Sauerstoff. Sie wird auch zur Untersuchung von Aquarienwasser eingesetzt. Zur schnellen Bestimmung des Sauerstoffgehaltes von Aquarienwasser wird aber auch die Anwendung einer Methode diskutiert, bei der die abschließende Titration mit Natriumthiosulfat-Lösung eingespart wird und stattdessen mithilfe einer Farbkarte eine Aussage über den Gehalt an gelöstem Sauerstoff getroffen wird.

Ein Problem ergibt sich bei der Anwendung der Winkler-Methode zur Untersuchung von Abwässern, die evtl. Chlor enthalten.

### Zusatzinformationen:

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$$

Stärke bildet mit Jod eine blaue Verbindung.

**BSB<sub>5</sub>**: Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen

Güteklasse	Grad der organischen Belastung	Sauerstoffgehalt in mg/L	BSB <sub>5</sub> in mg/L	Eignung als Fischgewässer
I	unbelastet bis sehr gering belastet	mindestens 8	um 1,0	Laichgewässer für Edelfische
II	mäßig belastet	über 6	2 bis 6	Ertragreiche Fischgewässer
III	stark verschmutzt	über 2	7 bis 13	periodisches Fischsterben
IV	übermäßig verschmutzt	sehr niedrige Konzentration oder gänzlich fehlend	über 15	Fische fehlen

Tabelle zu Gewässergüteklassen (vereinfacht)

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Wasseruntersuchungen mithilfe der Winkler-Methode**

1. Skizzieren Sie einen geeigneten und beschrifteten Versuchsaufbau für die Titration bei der Winkler-Methode und erklären Sie die Funktion der Stärkelösung. Erklären Sie die Notwendigkeit, die Temperatur bei der Probenvorbereitung konstant bei 20 °C zu halten und die Probe fest zu verschließen. (14 Punkte)
2. Erklären Sie anhand der gegebenen Reaktionsgleichungen, warum zwischen dem im Wasser gelösten Sauerstoff und den verbrauchten Thiosulfat-Ionen das Stoffmengenverhältnis  $n(\text{O}_2) : n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1 : 4$  gilt. Ermitteln Sie den Verbrauch an Natriumthiosulfat-Lösung zur Ermittlung des Sauerstoffgehaltes in Probe 1 und den prozentualen Sättigungsgrad an Sauerstoff in dieser Probe. (18 Punkte)
3. Erklären Sie, warum bei Probe 2 ein niedrigerer Sauerstoffgehalt als bei Probe 1 zu erwarten ist. Ermitteln Sie rechnerisch die Massenkonzentration  $\beta$  von Sauerstoff in Probe 2 und den BSB<sub>5</sub>-Wert des Gewässers. Ordnen Sie dem Gewässer begründet eine Güteklasse zu. (18 Punkte)
4. Diskutieren Sie die Möglichkeit der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes nach der Winkler-Methode ohne die abschließende Titration mit Natriumthiosulfat. Erklären Sie Vorteile sowie Nachteile dieses Verfahrens gegenüber der vollständig durchgeführten Methode in Abhängigkeit vom Einsatzbereich. Erläutern Sie die Störung der Winkler-Methode durch Chlor auch anhand einer Reaktionsgleichung. (16 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- Tausch, M.; von Wachtendonk, M.: Chemische Gleichgewichte Elektrochemie, C. C. Buchners Verlag, Bamberg 1989, S. 94

<sup>1</sup> 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"> <li>• Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen: Säure-Base-Begriff nach Brönsted, Autoprotolyse des Wassers, pH-, pKs-Wert</li> <li>• Einfache Titrations mit Endpunktbestimmungen</li> <li>• Potentiometrie</li> <li>• Redoxtitration</li> </ul> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
--

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	skizziert einen geeigneten und beschrifteten Versuchsaufbau für die Titration bei der Winkler-Methode. <i>(Hinweis: In der grafischen Darstellung mit Beschriftung wird erwartet: Glasgefäß mit Gewässerprobe nach Zusatz von Mn(II)-Ionen; Schwefelsäure, KI im Überschuss und Stärkelösung, Bürette mit Natriumthiosulfat-Lösung, evtl. Wasserbad.)</i>	4
2	erklärt die Funktion der Stärkelösung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Stärkelösung fungiert als Indikator und färbt die Lösung blau.</li> <li>• Am Endpunkt der Titration liegt kein freies Iod mehr vor, die blaue Farbe verschwindet.</li> </ul>	4
3a	erklärt die Notwendigkeit, die Temperatur bei der Probenvorbereitung konstant bei 20 °C zu halten, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist temperaturabhängig, so dass die Ergebnisse nur vergleichbar sind, wenn die Temperatur konstant gehalten wird.</li> </ul>	2
3b	erklärt die Notwendigkeit, die Probe fest zu verschließen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Sauerstoff aus der Luft würde die Messung verfälschen, das Ergebnis wäre zu hoch.</li> </ul>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	



## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt anhand der gegebenen Reaktionsgleichungen, warum zwischen dem im Wasser gelösten Sauerstoff und den verbrauchten Thiosulfat-Ionen das Stoffmengenverhältnis <math>n(\text{O}_2) : n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1 : 4</math> gilt, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus Reaktionsgleichung (C) folgt: <math>n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) : n(\text{I}_2) = 2 : 1</math> und aus Reaktionsgleichung (B) <math>n(\text{I}_2) : n(\text{Mn}^{3+}) = 1 : 2</math>.</li> <li>• Daher folgt: <math>n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = n(\text{Mn}^{3+})</math> mit <math>n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Mn}^{3+})</math>.</li> <li>• Aus Reaktionsgleichung (A) folgt: <math>n(\text{O}_2) : n(\text{Mn}^{3+}) = 1 : 4</math>.</li> <li>• Mit <math>n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = n(\text{Mn}^{3+})</math> folgt: <math>n(\text{O}_2) : n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1 : 4</math>.</li> </ul>	8
2	<p>ermittelt den Verbrauch an Natriumthiosulfat-Lösung zur Ermittlung des Sauerstoffgehaltes in Probe 1, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>m(\text{O}_2)</math> in 100 mL = 0,8 mg</li> <li>• <math>n(\text{O}_2) = 0,8 \text{ mg} / 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,025 \text{ mmol}</math></li> <li>• mit <math>n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 4 \cdot n(\text{O}_2) \Rightarrow n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,1 \text{ mmol}</math></li> <li>• <math>V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,1 \text{ mmol} / 0,01 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} = 10 \text{ mL}</math></li> </ul>	6
3	<p>ermittelt den prozentualen Sättigungsgrad an Sauerstoff in Probe 1, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein 100 %-Sättigungsgrad entspricht einem Gehalt von ungefähr 8,5 mg/L.</li> <li>• Prozentualer Sättigungsgrad: <math>8 \text{ mg/L} \cdot 100 \% : 8,5 \text{ mg/L} = 94,12 \%</math>.</li> </ul> <p>(Hinweis: Es werden alle Werte, die über 8,2 mg/L und unter 8,9 mg/L liegen, als richtig für die 100 %-Sättigung gewertet.)</p>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	<p>erklärt, warum bei Probe 2 ein niedrigerer Sauerstoffgehalt als bei Probe 1 zu erwarten ist, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Probe enthaltene (oder zugesetzte) Bakterien bauen biologisch abbaubare Stoffe durch Oxidation ab (z. B. Tenside, Kohlenhydrate und Fette).</li> <li>• Der Sauerstoffgehalt in der Probe 2, die aus demselben Gewässer wie Probe 1 stammt, wird somit verringert.</li> </ul>	4
2a	<p>ermittelt rechnerisch die Massenkonzentration <math>\beta</math> von Sauerstoff in Probe 2, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>n(\text{O}_2) = \frac{1}{4} n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{4} \cdot 0,008 \text{ L} \cdot 0,01 \text{ mol/L} = 0,00002 \text{ mol}</math>.</li> <li>• <math>m(\text{O}_2)</math> in 100 ml = <math>0,00002 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 0,00064 \text{ g}</math>.</li> <li>• Massenkonzentration <math>\beta(\text{O}_2) = 6,4 \text{ mg/L}</math>.</li> </ul>	6
2b	<p>ermittelt den BSB<sub>5</sub>-Wert des Gewässers, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauerstoffverbrauch nach 5 Tagen: <math>\text{BSB}_5 = 8 \text{ mg/L} - 6,4 \text{ mg/L} = 1,6 \text{ mg/L}</math>.</li> </ul>	2

3a	ordnet dem Gewässer begründet eine Güteklasse zu, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gewässer gehört zur Güteklasse I.</li> </ul> <i>(Hinweis: Die Güteklasse muss zu dem berechneten BSB<sub>5</sub>-Wert passen bzw. zu dem gegebenen Sauerstoffgehalt der Probe 1.)</i>	2
3b	ordnet dem Gewässer begründet eine Güteklasse zu, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Sauerstoffgehalt des Gewässers liegt mit 8 mg/L recht hoch und deutet auf Güteklasse I hin.</li> <li>• Der BSB<sub>5</sub> liegt hierfür ebenfalls im Rahmen und ist nur leicht erhöht, sodass davon auszugehen ist, dass wenige biologisch abbaubare organische Stoffe in dem Gewässer enthalten sind.</li> </ul> <i>(Hinweis: Andere sachlogisch richtige Begründungen werden zugelassen, abhängig von den erhaltenen Werten.)</i>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

### Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	diskutiert die Möglichkeit der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes nach der Winkler-Methode ohne die abschließende Titration mit Natriumthiosulfat, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verzichtet man auf die abschließende Titration, erfolgt eine Bestimmung des Sauerstoffgehaltes über die entstandene Menge Iod; die unterschiedliche Iodkonzentration wird durch eine unterschiedliche Intensität der braunen Farbe der Lösung angezeigt.</li> <li>• Die Menge an entstandenem Iod ist direkt proportional zur enthaltenen Menge an gelöstem Sauerstoff.</li> </ul> <i>(Hinweis: Eine sachlogisch richtige Argumentation über die blaue Farbe des Stärkekomplexes wird ebenfalls als richtig gewertet.)</i>	4
2	erklärt Vorteile sowie Nachteile dieses Verfahrens gegenüber der vollständig durchgeführten Methode in Abhängigkeit vom Einsatzbereich, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes kann ohne die abschließende Titration (Colorimetrie) deutlich schneller erfolgen.</li> <li>• Eine Bestimmung über eine Farbkarte ist allerdings ungenauer, meistens kann nur ein Bereich und kein genauer Wert angegeben werden.</li> <li>• Für einen Schnelltest, der eine erste Aussage möglich macht, ist die Colorimetrie sicherlich gut geeignet, wenn man z. B. für ein Aquarium nur kurz überprüfen will, ob der Sauerstoffgehalt noch in einem akzeptablen Bereich liegt.</li> <li>• Bei genauen Bestimmungen, wie für Trinkwasser, muss weiterhin die vollständige Winkler-Methode angewendet werden.</li> </ul> <i>(Hinweis: Der Begriff „Colorimetrie“ wird nicht erwartet.)</i>	8
3	erläutert die Störung der Winkler-Methode durch Chlor auch anhand einer Reaktionsgleichung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>2\Gamma + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-</math></li> <li>• Die Menge an bestimmtem I<sub>2</sub> liegt daher zu hoch, da zum Teil Iod-Ionen durch elementares Chlor und nicht durch den Sauerstoff oxidiert wurden.</li> </ul>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	<b>Anforderungen</b>	maximal erreichbare Punktzahl
	<b>Der Prüfling</b>	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
2	<ul style="list-style-type: none"><li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li><li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li><li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li><li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li></ul>	4

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	skizziert einen geeigneten ...	4			
2	erklärt die Funktion ...	4			
3a	erklärt die Notwendigkeit ...	2			
3b	erklärt die Notwendigkeit ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>14</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	erklärt anhand der ...	8			
2	ermittelt den Verbrauch ...	6			
3	ermittelt den prozentualen ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>18</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	erklärt, warum bei ...	4			
2a	ermittelt rechnerisch die ...	6			
2b	ermittelt den BSB <sub>5</sub> -Wert....	2			
3a	ordnet dem Gewässer ...	2			
3b	ordnet dem Gewässer ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

**Teilaufgabe 4**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	diskutiert die Möglichkeit ...	4			
2	erklärt Vorteile sowie ...	8			
3	erläutert die Störung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 4. Teilaufgabe</b>	<b>16</b>			
	<b>Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe</b>	<b>66</b>			

**Darstellungsleistung**

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

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>75</b>			
--	---	-----------	--	--	--

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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>150</b>			
aus der Punktzahl resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktzahlen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum

**Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)**

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

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2011

## Chemie, Leistungskurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Leuchtende Farbstoffe

1. Ordnen Sie die beiden Farbstoffe Fluorescein und Eosin einer Farbstoffklasse zu. Geben Sie ein Reaktionsschema für die Herstellung des Farbstoffes Fluorescein an. Erläutern Sie den Ablauf (Mechanismus) der Reaktion zwischen Phthalsäureanhydrid und Resorcin bis zum Zwischenprodukt in Einzelschritten anhand von Strukturformeln. (16 Punkte)
2. Geben Sie ein Reaktionsschema für die Herstellung des Farbstoffes Eosin aus Fluorescein an. Begründen Sie den Ort der Anlagerung der Brom-Atome an das Fluorescein-Molekül bei der Bildung von Eosin auch anhand mesomerer Grenzstrukturen für geeignete Strukturausschnitte. (14 Punkte)
3. Erläutern Sie am Beispiel von Uranin, auch unter Angabe von zwei weiteren mesomeren Grenzstrukturen, die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption, Farbigkeit und Molekülstruktur. Erklären Sie die unterschiedlichen Farben von Fluorescein und Eosin. (18 Punkte)
4. Vergleichen Sie die Wellenlängen des absorbierten und emittierten Lichts von Uranin und Eosin unter Berücksichtigung der Energie der absorbierten und emittierten Strahlung. Beschreiben Sie, welche zwischenmolekularen Bindungen zwischen Eosin-Molekülen und den Molekülen der Cellulose ausgebildet werden können. (18 Punkte)

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung





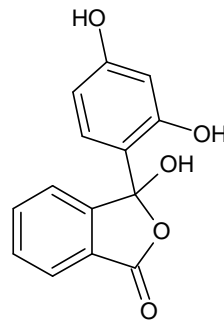
Name: \_\_\_\_\_

### Fachspezifische Vorgaben:

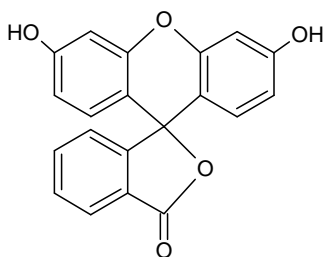
Aus einem Zeitungsbericht:

„... Gelbgrün leuchtendes Wasser könnte in nächster Zeit in manchen Haushalten aus dem Hahn kommen. Die Stadtwerke überprüfen einen Großteil des Fernwärmenetzes auf Lecks. Das Wasser für solche Heizungen wird mit einem ungiftigen Zusatz eingefärbt. Stellt ein Kunde fest, dass aus dem Wasserhahn gelbgrün leuchtendes Wasser fließt, deutet das auf eine Leckage in der Fernwärme-Anlage hin, berichten die Stadtwerke. Der verwendete Zusatzstoff Uranin sei ein biologisch und lebensmitteltechnisch unbedenkliches Mittel, das auch in Kosmetika und Badezusätzen verwendet werde ...“

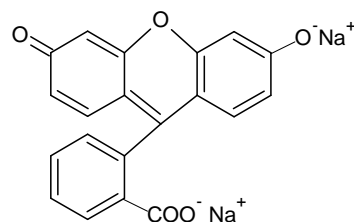
Uranin ist das Dinatriumsalz des Fluoresceins. Fluorescein entsteht durch Umsetzung von Phthalsäureanhydrid und Resorcin im Stoffmengenverhältnis 1 : 2 und wenig konzentrierter Schwefelsäure als Katalysator und wasserentziehendes Mittel. Aus Phthalsäureanhydrid und Schwefelsäure bildet sich zunächst ein reaktives Carbenium-Ion, das mit Resorcin reagiert. Dabei entsteht ein Zwischenprodukt, aus dem sich durch Reaktion mit weiterem Resorcin Fluorescein bildet. Versetzt man Fluorescein mit Natronlauge, so erhält man Uranin.



Zwischenprodukt



Fluorescein ( $\lambda_{\max} = 440 \text{ nm}$ )



Uranin

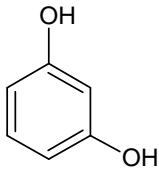
Eine verdünnte Lösung von Uranin erscheint im Tageslicht orangerot, zusätzlich emittiert Uranin gelbgrünes Licht. Diese so genannte Fluoreszenz ist noch bei sehr starker Verdünnung der Farbstofflösung nachweisbar.

Setzt man eine ethanolische Lösung von Fluorescein mit Brom um, so entsteht der rote Farbstoff Eosin (Tetrabromfluorescein), der eine leuchtend gelborange Fluoreszenz zeigt. Eosin ist Bestandteil von roter Tinte und wird zum Färben von Papier benutzt.

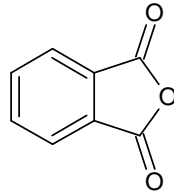


Name: \_\_\_\_\_

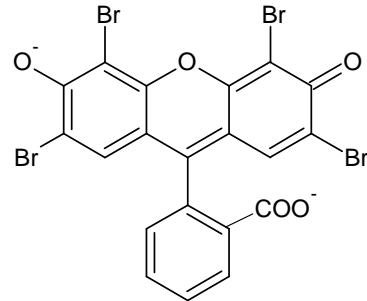
**Zusatzinformationen:**



Resorcin

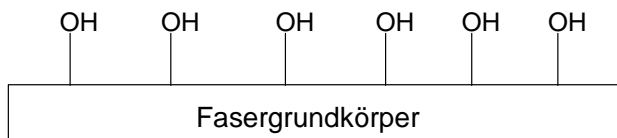


Phthalsäureanhydrid



Eosin-Anion

Der Fasergrundkörper des Papiers besteht aus einer Cellulosekette, an der Hydroxygruppen gebunden sind.



**Zusammenhang von absorbierter Strahlung, zugehöriger Spektralfarbe und beobachteter Komplementärfarbe**

Wellenlänge $\lambda$ 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, Leistungskurs***1. Aufgabenart**

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Leuchtende Farbstoffe**

1. Ordnen Sie die beiden Farbstoffe Fluorescein und Eosin einer Farbstoffklasse zu. Geben Sie ein Reaktionsschema für die Herstellung des Farbstoffes Fluorescein an. Erläutern Sie den Ablauf (Mechanismus) der Reaktion zwischen Phthalsäureanhydrid und Resorcin bis zum Zwischenprodukt in Einzelschritten anhand von Strukturformeln. (16 Punkte)
2. Geben Sie ein Reaktionsschema für die Herstellung des Farbstoffes Eosin aus Fluorescein an. Begründen Sie den Ort der Anlagerung der Brom-Atome an das Fluorescein-Molekül bei der Bildung von Eosin auch anhand mesomerer Grenzstrukturen für geeignete Strukturausschnitte. (14 Punkte)
3. Erläutern Sie am Beispiel von Uranin, auch unter Angabe von zwei weiteren mesomeren Grenzstrukturen, die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption, Farbigkeit und Molekülstruktur. Erklären Sie die unterschiedlichen Farben von Fluorescein und Eosin. (18 Punkte)
4. Vergleichen Sie die Wellenlängen des absorbierten und emittierten Lichts von Uranin und Eosin unter Berücksichtigung der Energie der absorbierten und emittierten Strahlung. Beschreiben Sie, welche zwischenmolekularen Bindungen zwischen Eosin-Molekülen und den Molekülen der Cellulose ausgebildet werden können. (18 Punkte)

**3. Materialgrundlage**

- <http://www.echo-muenster.de/node/53295> (05.03.2010)
- Asselborn, W. u. a.: Chemie heute S II, Gesamtband, Schroedel-Verlag, Braunschweig 2009, S. 413

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2011

<p>1. <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>          Theoriekonzept: Das aromatische System          Themenfeld: Farbstoffe und Farbigkeit (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Indigofarbstoffe)</p> <p>2. <i>Medien/Materialien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entfällt</li> </ul>
--

#### 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	ordnet die Farbstoffe Fluorescein und Eosin der Klasse der Triphenylmethanfarbstoffe zu.	2
2	gibt ein Reaktionsschema für die Herstellung des Farbstoffes Fluorescein mit den Strukturformeln von Resorcin, Phthalsäureanhydrid und den entsprechenden Reaktionsprodukten an.	4
3a	gibt an, dass es sich bei der Reaktion von Phthalsäureanhydrid mit Resorcin um eine elektrophile Substitution handelt, bei der das Carbenium-Ion als Elektrophil reagiert.	4
3b	<p>erläutert den Ablauf (Mechanismus) der Reaktion zwischen Phthalsäureanhydrid und Resorcin in Einzelschritten anhand von Strukturformeln, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protonierung von Phthalsäureanhydrid-Molekülen durch Schwefelsäure und Bildung des reaktiven Carbenium-Ions,</li> <li>• Wechselwirkung des elektrophilen Carbenium-Ions mit den <math>\pi</math>-Elektronen des Resorcins unter Bildung des <math>\sigma</math>-Komplexes,</li> <li>• Rearomatisierung durch Protonenabspaltung und Rückbildung des Katalysators.</li> </ul>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 2

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	gibt ein Reaktionsschema für die Herstellung des Farbstoffes Eosin aus Fluorescein an.	6
2	begründet den Ort der Anlagerung der Brom-Atome an das Fluorescein-Molekül bei der Bildung von Eosin, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Die phenolischen Hydroxygruppen dirigieren das angreifende Brom jeweils in <i>o</i>- und <i>o'</i>-Stellung.</li> <li>Die <i>p</i>-Stellung ist blockiert.</li> <li>Mesomere Grenzstrukturen, die die Erhöhung der Elektronendichte in <i>o</i>- und <i>p</i>-Position zur Hydroxygruppe verdeutlichen.</li> </ul>	8
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 3

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	erläutert am Beispiel von Uranin die Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aus dem sichtbaren Bereich des Spektrums wird ein bestimmter Wellenlängenbereich absorbiert.</li> <li>Die nicht absorbierten, reflektierten Strahlungsanteile werden als Komplementärfarbe wahrgenommen.</li> <li>Die orangerote Farbstofflösung absorbiert grünblaues und blaugrünes Licht.</li> </ul>	6
1b	erläutert am Beispiel von Uranin den Einfluss der Molekülstruktur auf die Farbigkeit, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Moleküle besitzen ein delokalisiertes <math>\pi</math>-Elektronensystem mit drei Phenylringen (Chromophor), die von sichtbarem Licht angeregt werden.</li> <li>Die Ladungsverschiebung aufgrund des freien Elektronenpaares der deprotonierten Hydroxygruppe (Auxochrom) führt zu einer Erweiterung des <math>\pi</math>-Elektronensystems.</li> </ul>	4
1c	zeichnet dazu zwei Grenzstrukturen.	4
2	erklärt die unterschiedlichen Farben von Fluorescein und Eosin, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Eosin absorbiert energieärmeres Licht als Fluorescein.</li> <li>Die Bromsubstituenten als auxochrome Gruppen erweitern das delokalisierte <math>\pi</math>-Elektronensystem.</li> </ul>	4
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	vergleicht die Wellenlängen des absorbierten und emittierten Lichts von Uranin und Eosin, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Uranin liegen die Wellenlängen des absorbierten Lichts bei etwa 480 bis 500 nm.</li> <li>• Die Wellenlängen des emittierten Lichts liegen bei etwa 560 bis 580 nm.</li> <li>• Bei Eosin liegen die Wellenlängen des absorbierten Lichts bei etwa 490 bis 500 nm.</li> <li>• Die Wellenlängen des emittierten Lichts liegen bei etwa 580 bis 605 nm.</li> </ul>	8
1b	vergleicht die Wellenlängen des absorbierten und emittierten Lichts von Uranin und Eosin unter Berücksichtigung der Energie der absorbierten und emittierten Strahlung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl bei Uranin als auch bei Eosin ist die Energie der emittierten Strahlung kleiner als die der absorbierten Strahlung.</li> <li>• Die absorbierte Strahlung wird nicht vollständig als Fluoreszenz abgegeben, sondern teilweise in Wärme umgewandelt.</li> </ul>	6
2	beschreibt, welche zwischenmolekularen Bindungen zwischen Eosin-Molekülen und den Molekülen der Cellulose ausgebildet werden können, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die stärksten zwischenmolekularen Bindungen sind Ionen-Dipol-Wechselwirkungen zwischen dem negativ geladenen Sauerstoff-Atom und der Hydroxygruppe der Cellulose sowie Wasserstoffbrückenbindungen.</li> <li>• Zusätzlich treten schwächere Wechselwirkungen auf (Van-der-Waals-Kräfte).</li> </ul>	4
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	4

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	ordnet die Farbstoffe ...	2			
2	gibt ein Reaktionsschema ...	4			
3a	gibt an, dass ...	4			
3b	erläutert den Ablauf ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>16</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	gibt ein Reaktionsschema ...	6			
2	begründet den Ort ...	8			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>14</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	erläutert am Beispiel ...	6			
1b	erläutert am Beispiel ...	4			
1c	zeichnet dazu zwei ...	4			
2	erklärt die unterschiedlichen ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

**Teilaufgabe 4**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	vergleicht die Wellenlängen ...	8			
1b	vergleicht die Wellenlängen ...	6			
2	beschreibt, welche zwischenmolekularen ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 4. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			
	<b>Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe</b>	<b>66</b>			

**Darstellungsleistung**

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

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>75</b>			
--	---	-----------	--	--	--



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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>150</b>			
aus der Punktzahl resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktzahlen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum

**Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)**

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

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0



Name: \_\_\_\_\_

# Abiturprüfung 2011

## Chemie, Leistungskurs

---

### Aufgabenstellung:

#### Regenbekleidung mit Gore-Tex® und Sympatex®

1. Erläutern Sie die Herstellung von Teflon aus Tetrafluorethen in Einzelschritten. Nennen Sie den Reaktionstyp zur Herstellung von Teflon. Ordnen Sie den entstehenden Kunststoff begründet einer Kunststoffklasse zu. *(20 Punkte)*
2. Stellen Sie die Herstellung eines Polyesters aus Glykol und Terephthalsäure anhand eines Reaktionsschemas dar. Ordnen Sie die Reaktion begründet einem Reaktionstyp zu. Erläutern Sie die zwischenmolekularen Kräfte, die die Festigkeit von Polyesterfasern bewirken. *(14 Punkte)*
3. Stellen Sie die Herstellung von Polyethylenglykol in Einzelschritten anhand von Reaktionsschemata dar. Erklären Sie das Verhalten von Polyethylenglykol gegenüber Wasser anhand der Struktur. Erläutern Sie mithilfe geeigneter Strukturformelausschnitte den Einbau von Polyethylenglykol in die Polyesterkette. *(18 Punkte)*
4. Vergleichen Sie Aufbau und Wirkungsmechanismus der beiden Membranen. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des Einsatzes einer Gore-Tex® bzw. Sympatex®-Membran in Kleidungsstücken. *(14 Punkte)*

#### Zugelassene Hilfsmittel:

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung



Name: \_\_\_\_\_

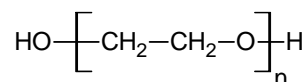
### Fachspezifische Vorgaben:

Zum Schutz gegen Regen werden in Bekleidungsstücken (z. B. Jacken, Hosen und Schuhen) Membranen eingebaut. Diese Membranen sind sowohl wasserdicht als auch atmungsaktiv, d. h., sie sind dicht gegenüber Flüssigkeiten und schützen somit gegen Regen. Wasserdampf hingegen gelangt durch die Membran hindurch. Häufig verwendete Membranen sind unter den Handelsnamen Gore-Tex® und Sympatex® bekannt.

**Gore-Tex®** besteht aus Polytetrafluorethen (Teflon). Teflon wird aus Tetrafluorethen mit einem organischen Peroxid als Starter hergestellt. Teflon ist gegenüber Säuren, Laugen, Lösemitteln, Kälte und Hitze extrem beständig. Die Gore-Tex®-Membran ist eine Folie, die pro Quadratzentimeter über 1,4 Milliarden mikroskopisch kleine Poren aufweist. Wassertropfen können die Poren nicht passieren, Wasserdampf hingegen schon. Kleidung, die eine Gore-Tex®-Membran enthält, sollte nur mit speziellen Waschmitteln gewaschen werden, da ansonsten die Poren durch das Waschmittel verstopft werden könnten.

Bei der Herstellung von Teflon fallen fluorierte Chemikalien an, deren Gefährlichkeit diskutiert wird. Beim Verbrennen von Teflonverbindungen entstehen toxische Verbindungen, u. a.  $\text{COF}_2$ . Aufgrund der sehr stabilen C-F-Bindung werden fluorierte Chemikalien in der Natur kaum abgebaut und reichern sich in Organismen an. Ein weiterer Nachteil von Teflon ist, dass die Wiederverwertung sehr aufwändig ist.

**Sympatex®** besteht aus einem Polymer, das Polyester- und Polyetherabschnitte enthält. Der Polyester, z. B. Polyethylterephthalat, gibt der Faser die nötige Festigkeit, d. h., die Faser reißt erst bei hoher Zugbelastung. Teile der Polymerketten bestehen aus einem Polyether, z. B. Polyethylenglykol.



Polyethylenglykol

Polyethylenglykol wird durch Polymerisation des Epoxids Ethylenoxid unter alkalischer Katalyse hergestellt. Dabei greift das Hydroxid-Ion den Ring als Nukleophil an. Polyethylenglykol ist wasserlöslich. Polyethylenglykole sind nicht toxisch und werden bis zu einer Molekülmasse von 1500 u als biologisch abbaubar angesehen.

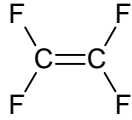
Bei der Herstellung von Polyethylterephthalat wird durch Zugabe von Polyethylenglykol zum Reaktionsgemisch das gewünschte Polymer mit den Polyester- und Polyetherabschnitten gebildet. Ein Polymer, in dem einzelne Bereiche der Kette aus unterschiedlichen Polymertypen zusammengesetzt sind, nennt man Blockpolymer.

Die Sympatex®-Membran ist eine porenlose Folie, die gegenüber flüssigem Wasser dicht ist. Die hydrophilen Bestandteile der Sympatex®-Membran nehmen aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit im Inneren des Kleidungsstückes Wassermoleküle auf und geben sie durch Verdunstung nach außen ab. Der Effekt nimmt mit Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschied zwischen den Membranseiten zu. Die Wiederverwertung des Materials gilt als problemlos, Verbrennungsprodukte gelten als unbedenklich.

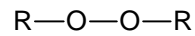


Name: \_\_\_\_\_

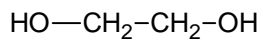
**Zusatzinformationen:**



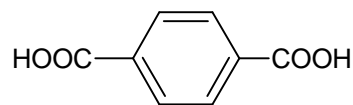
Tetrafluorethen



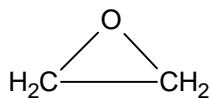
organisches Peroxid



Glykol

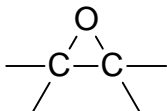


Terephthalsäure



Ethylenoxid

**Epoxide** sind Verbindungen, die folgenden Ring enthalten:



Epoxide sind sehr reaktiv. Ethylenoxid ist ein giftiges Gas.

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

Bearbeitung einer Aufgabe, die auf fachspezifischen Vorgaben basiert

**2. Aufgabenstellung<sup>1</sup>****Regenbekleidung mit Gore-Tex® und Sympatex®**

1. Erläutern Sie die Herstellung von Teflon aus Tetrafluorethen in Einzelschritten. Nennen Sie den Reaktionstyp zur Herstellung von Teflon. Ordnen Sie den entstehenden Kunststoff begründet einer Kunststoffklasse zu. *(20 Punkte)*
2. Stellen Sie die Herstellung eines Polyesters aus Glykol und Terephthalsäure anhand eines Reaktionsschemas dar. Ordnen Sie die Reaktion begründet einem Reaktionstyp zu. Erläutern Sie die zwischenmolekularen Kräfte, die die Festigkeit von Polyesterfasern bewirken. *(14 Punkte)*
3. Stellen Sie die Herstellung von Polyethylenglykol in Einzelschritten anhand von Reaktionsschemata dar. Erklären Sie das Verhalten von Polyethylenglykol gegenüber Wasser anhand der Struktur. Erläutern Sie mithilfe geeigneter Strukturformelausschnitte den Einbau von Polyethylenglykol in die Polyesterkette. *(18 Punkte)*
4. Vergleichen Sie Aufbau und Wirkungsmechanismus der beiden Membranen. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des Einsatzes einer Gore-Tex® bzw. Sympatex®-Membran in Kleidungsstücken. *(14 Punkte)*

**Materialgrundlage:**

- [www.patent-de.com/20050525/DE10340380A1.html](http://www.patent-de.com/20050525/DE10340380A1.html) (09.03.2010)
- [www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3812.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3812.pdf) (09.03.2010)
- [www.chemie.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/sympatex.html](http://www.chemie.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/sympatex.html) (09.03.2010)
- Römpp USB-Stick, Gesichertes Chemiewissen – immer griffbereit, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2008

<sup>1</sup> Die Aufgabenstellung deckt inhaltlich alle drei Anforderungsbereiche ab.

#### 4. Bezüge zu den Vorgaben 2010

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

#### 5. Zugelassene Hilfsmittel

- Wissenschaftlicher Taschenrechner
- Periodensystem
- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung

#### 6. Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen

##### Teilleistungen – Kriterien

a) inhaltliche Leistung

##### Teilaufgabe 1

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	erläutert die Herstellung von Teflon aus Tetrafluorethen in Einzelschritten. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Bildung des Startradikals, den Kettenstart, die Kettenfortpflanzung und den Kettenabbruch eingeht und die entsprechenden Reaktionsschemata angibt. Der Prüfling erhält 6 Punkte, wenn er zwei Teilschritte richtig erläutert und mit den entsprechenden Reaktionsgleichungen darstellt.)</i>	12
2	nennt den Reaktionstyp zur Herstellung von Teflon: Polymerisation (radikalisch).	2
3a	ordnet den entstehenden Kunststoff den Thermoplasten zu.	2
3b	begründet seine Zuordnung, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Kunststoff besteht aus linearen, unvernetzten Ketten. Die zwischenmolekularen Kräfte werden beim Erwärmen überwunden und die Ketten können aneinander vorbei gleiten, der Kunststoff schmilzt.</li> </ul>	4
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**Teilaufgabe 2**

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	stellt die Herstellung eines Polyesters aus Glykol und Terephthalsäure anhand eines Reaktionsschemas dar.	4
2	ordnet die Reaktion begründet einem Reaktionstyp zu, z. B.: • Polykondensation, da bei der Reaktion Wasser abgespalten wird.	4
3	erläutert die zwischenmolekularen Kräfte, die die Festigkeit von Polyesterfasern bewirken. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Van-der-Waals-Kräfte und Dipol-Dipolwechselwirkungen zwischen den linearen (parallel orientierbaren) Molekülketten eingeht.)</i>	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	stellt die Herstellung von Polyethylenglykol in Einzelschritten anhand von Reaktionsschemata dar. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf den Kettenstart mithilfe eines Hydroxid-Ions und auf die Kettenfortpflanzung eingeht.)</i>	8
2	erklärt das Verhalten von Polyethylenglykol gegenüber Wasser anhand der Struktur. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die möglichen Wechselwirkungen zwischen Wasser und den vielen Etherbrücken in Polyethylenglykol eingeht.)</i>	4
3	erläutert mithilfe geeigneter Strukturformelausschnitte den Einbau von Polyethylenglykol in die Polyesterkette, z. B.: • Polyethylenglykol kann aufgrund der Hydroxy-Gruppen an den Kettenenden mit Terephthalsäure reagieren und in die Polymerkette eingebaut werden. • Strukturformelausschnitt, der das Blockpolymer geeignet darstellt.	6
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	



## Teilaufgabe 4

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1a	vergleicht den Aufbau der beiden Membranen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sympatex®: Blockpolymer, dichte Folie ohne Poren,</li> <li>• Gore-Tex®: Membran mit kleinen Poren, wird nur aus einem Monomer hergestellt.</li> </ul>	4
1b	vergleicht den Wirkungsmechanismus der beiden Membranen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei beiden Fasern kann Wasser in flüssiger Form nicht durch die Membran hindurch.</li> <li>• Sympatex®: Wasserdampf wird über Wechselwirkungen an den Etherteil des Blockpolymers gebunden und verdunstet auf der anderen Seite der Faser aufgrund von Dampfdruckunterschieden.</li> <li>• Gore-Tex®: Einzelne Wassermoleküle aus Wasserdampf können durch die kleinen Poren der Membran hindurch diffundieren.</li> </ul>	6
2	diskutiert Vor- und Nachteile des Einsatzes einer Gore-Tex®- bzw. einer Sympatex®-Membran in Kleidungsstücken. <i>(Hinweis: Es wird erwartet, dass der Prüfling auf die Aspekte Regenschutz und Atmungsaktivität der Membranen und auf Umweltaspekte eingeht. Es werden insgesamt 3 Aspekte erwartet.)</i>	4
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium. (2)	

## b) Darstellungsleistung

	Anforderungen	maximal erreichbare Punktzahl
	Der Prüfling	
1	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.	5
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,</li> <li>• verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,</li> <li>• veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,</li> <li>• gestaltet seine Arbeit formal ansprechend.</li> </ul>	4

**7. Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit**

Name des Prüflings: \_\_\_\_\_ Kursbezeichnung: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

**Teilaufgabe 1**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK <sup>2</sup>	ZK	DK
1	erläutert die Herstellung ...	12			
2	nennt den Reaktionstyp ...	2			
3a	ordnet den entstehenden ...	2			
3b	begründet seine Zuordnung ...	4			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 1. Teilaufgabe</b>		<b>20</b>			

**Teilaufgabe 2**

Anforderungen		Lösungsqualität			
	Der Prüfling	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
1	stellt die Herstellung ...	4			
2	ordnet die Reaktion ...	4			
3	erläutert die zwischenmolekularen ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
<b>Summe 2. Teilaufgabe</b>		<b>14</b>			

<sup>2</sup> EK = Erstkorrektur; ZK = Zweitkorrektur; DK = Drittkorrektur

**Teilaufgabe 3**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1	stellt die Herstellung ...	8			
2	erklärt das Verhalten ...	4			
3	erläutert mithilfe geeigneter ...	6			
4	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 3. Teilaufgabe</b>	<b>18</b>			

**Teilaufgabe 4**

	Anforderungen	Lösungsqualität			
		maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
	<b>Der Prüfling</b>				
1a	vergleicht den Aufbau ...	4			
1b	vergleicht den Wirkungsmechanismus ...	6			
2	diskutiert Vor- und ...	4			
3	erfüllt ein weiteres aufgabenbezogenes Kriterium: (2) ..... .....				
	<b>Summe 4. Teilaufgabe</b>	<b>14</b>			
	<b>Summe der 1., 2., 3. und 4. Teilaufgabe</b>	<b>66</b>			

**Darstellungsleistung**

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

	<b>Summe insgesamt (inhaltliche und Darstellungsleistung)</b>	<b>75</b>			
--	---	-----------	--	--	--

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

	Lösungsqualität			
	maximal erreichbare Punktzahl	EK	ZK	DK
Übertrag der Punktzahl aus der ersten bearbeiteten Aufgabe	75			
Übertrag der Punktzahl aus der zweiten bearbeiteten Aufgabe	75			
<b>Punktzahl der gesamten Prüfungsleistung</b>	<b>150</b>			
aus der Punktzahl resultierende Note				
Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APO-GOST				
Paraphe				

ggf. arithmetisches Mittel der Punktzahlen aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

ggf. arithmetisches Mittel der Notenurteile aus EK und ZK: \_\_\_\_\_

Die Klausur wird abschließend mit der Note: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_ Punkte) bewertet.

Unterschrift, Datum

**Grundsätze für die Bewertung (Notenfindung)**

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

<b>Note</b>	<b>Punkte</b>	<b>Erreichte Punktzahl</b>
sehr gut plus	15	150 – 143
sehr gut	14	142 – 135
sehr gut minus	13	134 – 128
gut plus	12	127 – 120
gut	11	119 – 113
gut minus	10	112 – 105
befriedigend plus	9	104 – 98
befriedigend	8	97 – 90
befriedigend minus	7	89 – 83
ausreichend plus	6	82 – 75
ausreichend	5	74 – 68
ausreichend minus	4	67 – 58
mangelhaft plus	3	57 – 49
mangelhaft	2	48 – 40
mangelhaft minus	1	39 – 30
ungenügend	0	29 – 0