Aufgabe 1 : Eigenschaften, Synthese und Reaktionsverhalten von Phenol

(Aufgabe mit fachspezifischem Material und Lehrerexperiment)

1. **Lehrerexperiment zur Löslichkeit von Phenol:**

Chemikalien:

Phenol (Hydroxybenzol), dest. Wasser,

Indikatorpapier bzw. Indikatorstäbchen

Natronlauge (ca. 1 mol/L); Salzsäure (ca. 1 mol/L)

Kohlenstoffdioxid (Gasflasche)

Wasserbäder (ca. 70°C und Eiswasserbad)

Die Löslichkeit von Phenol in Wasser wird untersucht:

Man gibt zu ca. 3 g Phenol in einem Becherglas 25 mL Wasser und rührt ca. 2 Min. um.

Das Becherglas wird in ein Wasserbad mit ca. 70°C heißem Wasser gestellt und etwas geschüttelt. Der pH-Wert wird festgestellt.

Nun stellt man das Becherglas in ein Eiswasserbad und bewegt es.

Nach einigen Minuten wird der Inhalt des Becherglases auf zwei weitere Bechergläser aufgeteilt. (Eine Portion dient als Reserve.)

Zu dem einen Becherglas wird tropfenweise Natronlauge gegeben.

Erneut wird der pH-Wert festgestellt.

Der Inhalt dieses Becherglases wird auf 2 Reagenzgläser verteilt.

In ein Reagenzglas wird tropfenweise verdünnte Salzsäure gegeben.

In das zweite Reagenzglas wird Kohlenstoffdioxid eingeleitet.

Hinweis:

Eine wässrige Cyclohexanollösung reagiert nahezu neutral.

Gewichtung

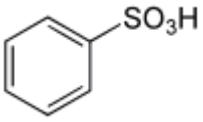
Aufgabe : 21

Erläutern Sie Ihre Beobachtungen in einem aussagekräftigen Protokoll unter Einbeziehung der Sachinformation und Angabe entsprechender Reaktionsschemata.

2. Die Gewinnung von Phenol aus Steinkohlenteer kann den großen Bedarf an dieser Verbindung nicht mehr decken und ist nahezu bedeutungslos. Heute wird daher Phenol fast ausschließlich synthetisch hergestellt.
Ein möglicher Syntheseweg führt über die Sulfonierung (A) von Benzol, wobei anschließend die entstandene Benzolsulfonsäure mit Natriumchlorid in Natriumbenzolsulfonat umgewandelt wird (B). Die weitere Umsetzung (C) erfolgt mit geschmolzenem Natriumhydroxid. Dabei entstehen Natriumphenolat, Natriumsulfit und Wasser. Die nachfolgende Ansäuerung (D) mit Salzsäure führt zu Phenol.

Hinweis:

Unter Sulfonierung versteht man die Umsetzung von Benzol mit „rauchender“ Schwefelsäure, die als reaktives Teilchen Schwefeltrioxid enthält.



Benzolsulfonsäure

Aufgabe : 19

Formulieren Sie für alle Syntheseschritte A bis D je ein Reaktionsschema, zusätzlich für die Sulfonierung des Benzols Reaktionsmechanismus und Reaktionstyp und erläutern Sie, warum Benzol nicht direkt mit Natronlauge zu Phenol reagieren kann.

3. In zwei Reaktionsschritten kann aus Phenol die Verbindung 4-Hydroxybenzoesäure synthetisiert werden:

1.Schritt: Umsetzung von Phenol mit Monochlormethan in Gegenwart von wasserfreiem Aluminiumchlorid unter Bildung von 4-Methylphenol;

2.Schritt: Reaktion von 4-Methylphenol mit Luftsauerstoff in Gegenwart eines Katalysators zu 4-Hydroxybenzoesäure.

Aufgabe : 10

Erläutern Sie ausführlich die Synthese von 4-Hydroxybenzoesäure unter Verwendung von Reaktionsschemata.

Hilfsmittel: PSE, Rechtschreibduden

Aufg.	Erwartete Leistung	Bewertung		
		I	II	III
1.	Schlechte Löslichkeit von Phenol in kaltem Wasser, leichte Trübung bleibt.	2	-	-
	Im heißen Wasserbad Aufklaren der Lösung, pH-Wert ca. 5, Im Eiswasser leichte Trübung.	1		
	Nach Zugabe von Natronlauge Aufklaren der Lösung, pH-Wert ca. 10.	1		
	Nach Zugabe von Salzsäure bzw. CO_2 weiße Trübung.	2		
	Phenol ist in heißem Wasser besser löslich als in kaltem Wasser.	1		
	Saure Reaktion der Phenollösung.	-	1	-
	Mesomeriestabilisiertes Anion bei Zugabe von Natronlauge; Bildung des gut löslichen Phenolats bzw. Rückbildung von Phenol bei Zugabe von Salzsäure bzw. CO_2 und Reaktionsschemata.	-	8	1
	Cyclohexanol reagiert neutral, Phenol schwach sauer, da nur Phenol ein mesomeriestabilisiertes Anion bilden kann.	2	2	-
2.	Sulfonierung von Benzol	2	-	-
	Reaktion zum Natriumbenzolsulfonat	-	2	-
	Umsetzung zu Natriumphenolat	-	-	2
	Reaktion zu Phenol	2	-	-
	Mechanismus S_E-Reaktion Benzolsulfonierung	2	6	-
	Reaktionstyp elektrophile aromatische Substitution	1	-	-

	Hydroxidionen sind nicht elektrophil, sondern nucleophil	-	1	1
3.	Erläuterung der (Friedel-Crafts-)Alkylierung	2	3	1
	Erläuterung der Redoxreaktion – Änderung der Oxidationszahlen	2	2	-
	Summe :	20	25	5

Einzelheiten zum Lehrerexperiment

Experiment	Beobachtung
Ca. 3 g Phenol werden in einem 100 mL – Becherglas zu 25 mL dest. Wasser gegeben. Es wird ca. 2 Min. gerührt.	Nach ca. 2 Min. bleibt die Mischung immer noch etwas trübe.
Das Becherglas wird nun in ein Wasserbad mit ca. 70°C heißem Wasser gestellt und etwas geschüttelt. Es wird der pH-Wert gemessen.	Die Lösung wird klar. Der pH-Wert ist ca. 5
Das Becherglas mit der nun klaren Lösung wird jetzt in ein Wasserbad mit Eiswasser gestellt.	Es bildet sich eine feine, weiße Trübung.
Diese trübe Mischung wird auf 2 Bechergläser verteilt. Ein Becherglas bleibt als Reserve für eine eventuelle Wiederholung des Experiments. In das zweite Becherglas wird tropfenweise Natronlauge gegeben. (2 g NaOH in 50 mL Wasser)	 Nach ca. 25 Tropfen wird die Lösung vollkommen klar. pH jetzt ca. 10.
Die klare Lösung wird auf 2 Reagenzgläser verteilt : In das 1.RG wird tropfenweise verd. Salzsäure gegeben.	Nach ca. 10 Tropfen entstand wieder eine weiße Trübung.

In das 2.RG wird CO_2 eingeleitet.	Nach ca. 10 Sek. entstand wieder eine weiße Trübung.

Aufgabe 2 : Untersuchung des Aufbaus von Menschenhaar

(Aufgabe mit fachspezifischem Material)

Gewichtung

1. Aus einem Menschenhaar kann ein Tetrapeptid isoliert werden. Im Haarprotein taucht folgende Sequenz an verschiedenen Stellen immer wieder auf:

Alanin	Lysin	Glutaminsäure	Cystein
(Ala)	(Lys)	(Glu)	(Cys)

[redacted]

Erläutern Sie den Aufbau eines entsprechenden Proteins und die Stabilisierungsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Aminosäurebausteinen. 18

2. Das gegebene Tetrapeptid wird mit Salzsäure gekocht. 13
Erläutern Sie den Ablauf der Reaktion (inkl. Reaktionsschema) und äußern Sie sich allgemein, aber auch vergleichend über den Aufbau der entstandenen Produkte.

3. Zu einer Alaninlösung und zu reinem Wasser werden kleine Mengen von Salzsäure bzw. Natronlauge gegeben. Es können die folgenden Beobachtungen gemacht werden: Während sich der pH-Wert des Wassers bei Zugabe von Natronlauge bzw. Salzsäure stark ändert, bleibt der pH-Wert der Alaninlösung nahezu konstant. 19

Werten Sie diese Versuchsergebnisse unter Zuhilfenahme von Strukturformeln und Reaktionsschemata aus und beurteilen Sie die Bedeutung dieser Eigenschaft aus (bio)chemischer Sicht.

Hilfsmittel: PSE, Rechtschreibduden

Aufg.	**Erwartete Leistung**	Bewertung		
		I	II	III
1.	Erläuterung des Proteinbaus mit den Begriffen Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur	5	-	-
	van der Waals-Kräfte zwischen unpolaren Aminosäureresten	2	1	-
	Wasserstoffbrücken zwischen Peptidgruppen in der Sekundärstruktur	1	1	-
	Wasserstoffbrücken zwischen Aminosäureresten mit polaren Seitenketten (Lysin und Cystein) in der Tertiärstruktur	1	1	
	Ionenbindungen zwischen den Lysin- und Glutaminsäurebausteinen	2	1	-
	Disulfidbrücken zwischen zwei Cysteinbausteinen	2	1	-
2.	Aufstellen des Reaktionsschemas für die saure Hydrolyse, Erläuterungen	2	3	-
	Allgemeiner Aufbau von Aminosäuren (z.B. Carboxylgruppe, Aminogruppe, Aminosäurerest, L-Konfiguration am C-Atom 2)	4	-	-
	Einteilung in saure, basische und neutrale Aminosäuren und begründete Zuordnung der vier Aminosäuren	-	4	-
3.	Formel des Zwitterions des Alanins, Erläuterungen	1	3	-
	Reaktionsschema und Erklärung für Reaktion der Zwitterionen mit Oxoniumionen	-	4	1
	Reaktionsschema und Erklärung für Reaktion der Zwitterionen mit Hydroxidionen	-	4	1
	Aminosäuren wirken als Puffer, Erläuterungen Beispiel für Bedeutung der Pufferwirkung	-	2	3
	Summe :	20	25	5

Aufgabe 3: Identifizierung einiger Kohlenhydrate

(Aufgabe mit fachspezifischem Material und Schülerexperimenten)

Material 1:

Sie erhalten drei verschiedene Substanzproben in fester Form, welche mit A, B und C beschriftet sind. Für Ihre theoretischen Erwägungen kommen die Kohlenhydrate Glucose, Fructose, Trehalose, Amylopektin und Cellulosepulver in Betracht.

Hinweis:

Trehalose ist Mutterkornzucker (α-Glucose- α-Glucose, 1-1 verknüpft).

Folgende Chemikalien stehen Ihnen zur Verfügung:

Dest. Wasser

Salzsäure (ca. 1mol/L)

Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugolsche Lösung)

Fehling-Lösung I und II

Glucosetestpapier

Glucose, Fructose, Trehalose, Amylopektin und Cellulosepulver als Vergleichssubstanzen

Folgende Geräte stehen Ihnen zur Verfügung:

Brenner, Bechergläser, Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Reagenzglasgestell, Dreifuß, Drahtnetz, Spatel, Schutzbrille

Material 2:

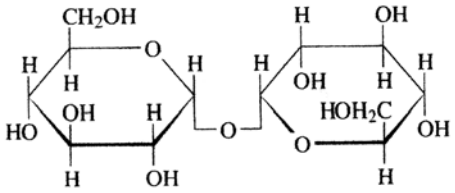
Guarkernmehl wird in der Papier-, Pharma- und Kosmetikindustrie eingesetzt. Außerdem wird es in der Lebensmitteltechnologie als natürliches Verdickungsmittel verwendet (z.B. in Eiskrem). Man gewinnt Guarkernmehl durch einen Mahlvorgang aus den Samen der Guarbohne. Diese Nutzpflanze erreicht eine Wuchshöhe von bis zu 2 m und bildet etwa 10 cm lange Hülsenfrüchte mit ovalen, etwa 5 mm großen Samen.

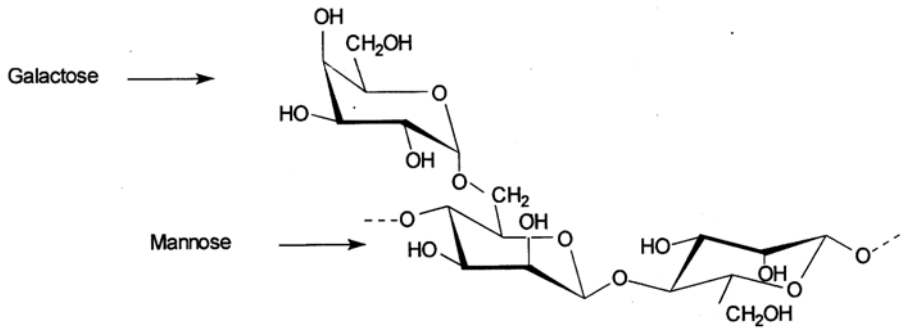
Das Guarkernmehl enthält überwiegend das Polysaccharid Guaran. Es besteht aus einem Gerüst aus β-D-Mannose-Bausteinen, die 1,4-glycosidisch miteinander verknüpft sind. Im Mittel ist an jeden zweiten Baustein als Seitenkette über eine 1,6-glycosidische Bindung ein α-D-Galactose-Molekül in Form eines Sechsringes gebunden.

Aufgaben

		Gewichtung
1.	Planen Sie geeignete Versuche zur Identifizierung der drei Proben (siehe Material 1) und führen Sie diese durch (inkl. aussagekräftigem Protokoll).	13
2.	Werten Sie die Versuche umfassend aus (inkl. Formeln und Reaktionsschemata).	25
3.	Erläutern Sie Bedeutungen von Amylopektin, Cellulose und Guaran in der Natur.	7
4.	Zeichnen Sie einen Ausschnitt aus der Strukturformel des Guaran-Moleküls (mindestens drei Monomere).	5

Hilfsmittel: PSE, Rechtschreibduden

Aufg.	Erwartete Leistung	Bewertung		
		I	II	III
1.	Planung und Begründung der Experimente		2	2
	Erfolgreiche Durchführung der Experimente	3	2	-
	Aussagekräftiges und gut strukturiertes Protokoll	4	-	
2.	Folgerungen aus Löslichkeitsversuchen	2	2	-
	Folgerungen aus Fehling-Probe, Reaktionsschema	3	2	-
	Folgerungen aus Probe mit Iod-Kaliumiodid-Lösung	2	2	-
	Formelausschnitt von Cellulose, Formelausschnitt von Amylopektin (je 2 Pkt.)	4	-	-
	Formel für Trehalose  α,α-Trehalose	-	4	-
	Korrekte Zuordnung: A = Cellulosepulver, B = Trehalose, C = Amylopektin	-	3	1
3.	Amylopektin: Reservespeicherstoff in pflanzlichen Geweben, Bereitstellung von Energie	1	1	-
	Cellulose: Gerüstsubstanz in pflanzlichen Zellwänden	1	1	-
	Guaran: Reservespeicherstoff, Bereitstellung von Energie für die Keimung		1	2

Aufg.	Erwartete Leistung	Bewertung		
		I	II	III
4.	Formelausschnitt Guaran  (so oder in Haworth-Schreibweise)	-	5	-
	Summe :	20	25	5

Anmerkungen für die Prüflehrkraft zu den Experimenten:

Die zu benutzenden Kohlenhydrate sind Cellulosepulver (A), Trehalose (B) und Amylopektin (C). Die genannten Stoffe müssen in geeigneten Gefäßen (Schnappdeckelgläser, Reagenzgläser o. ä.) in ausreichender Menge und richtig beschriftet verteilt werden. Aufgrund der Eigenschaften der drei Kohlenhydrate und der Eingrenzung auf fünf theoretisch mögliche Stoffe sind nur wenige Versuche notwendig, um die Substanzen eindeutig zu identifizieren.

Hinweise:

Nur Trehalose löst sich in kaltem Wasser, nur Cellulosepulver löst sich nicht in heißem Wasser. Lugolsche Lösung reagiert nur mit Amylopektin. Die Fehlingprobe ist in allen drei Fällen negativ. Damit kommen Glucose und Fructose auch nicht in Betracht.

Aufgabe 4: Reaktion von Maleinsäure mit Glycol

(Aufgabe mit Schüler- und Lehrerexperiment)

		Gewichtung
1.	Dokumentieren Sie das von Ihnen gemäß Versuchsanleitung durchgeführte Experiment und erläutern Sie Ihre Beobachtungen.	20
2.	Begründen Sie die Zuordnung des entstandenen Kunststoffes zu einer Kunststoffklasse in Bezug auf Reaktionstyp und Eigenschaften. Vergleichen Sie mit einer anderen Kunststoffklasse nach Ihrer Wahl.	16
3.	Erläutern Sie die Veränderungen, die man vornehmen müsste, um ein Copolymeres mit Eigenschaften zu erhalten, die von denen des im Experiment entstandenen Kunststoffs abweichen.	14

Hilfsmittel: PSE, Rechtschreibduden

Hinweis: Der 1.Teil des Experiments wird wegen der Verwendung von Cobalt-II-chlorid als Lehrerexperiment durchgeführt.

Versuchsanleitung

Geräte	1 Stativ, 1 Muffe, 1 Klemme, 1 Reagenzglas, 1 Trichter, 1 Pipette 1 mL (oder Tropfpipette), 1 Reagenzglasklammer, 1 Holzstab, 1 Gasbrenner, 1 Stück Pappe.
Chemikalien	Maleinsäure (cis-Butendisäure), X_i; Glycol (1,2-Ethandiol), X_n , außerdem Cobalt-II-chlorid-Papier (trocken), T, N für das Lehrerexperiment.
Sicherheits-hinweise	Benutzen Sie eine Schutzbrille!
Entsorgung	Das Reagenzglas mit dem restlichen Inhalt und die Unterlage werden dem Hausmüll zugeführt.

Durchführung

Lehrerexperiment:

Geben Sie mit Hilfe des Trichters etwa 1 cm hoch Maleinsäure in das Reagenzglas. Tropfen Sie mit der Pipette etwa 0,5 mL Glycol auf die Maleinsäure, so dass sie gerade eben feucht ist. Spannen Sie das Reagenzglas schräg ein.

Erhitzen Sie das Gemisch vorsichtig mit der entleuchteten Brennerflamme, bis die Maleinsäure schmilzt. Halten Sie für kurze Zeit trockenes Cobalt-II-chlorid-Papier über die Reagenzglasöffnung.

Schülerexperiment:

Bauen Sie den Versuch wie beim Lehrerexperiment beschrieben auf. Erhitzen Sie, bis eine leichte gelbbraune Färbung der Schmelze zu erkennen ist. Stellen Sie dann den Brenner aus und gießen Sie die Flüssigkeit nach kurzem Abkühlen auf ein Stück Pappe. Rühren Sie mit dem Holzstab in der Masse herum und prüfen Sie ihre Konsistenz.

Aufg.	**Erwartete Leistung**	Bewertung		
		I	II	III
1.	Versuchsdurchführung	5	-	-
	Versuchsprotokoll: Beobachtungen:			
	Klare Schmelze	1	-	-
	Umfärbung des Cobalt-II-chlorid-Papiers	2	-	-
	Schmelze wird dickflüssig, viskos	1	-	-
	Produkt: zähe Masse, zieht kurze Fäden	1	-	-
	Deutung:			
	Umsetzung der Ausgangsstoffe unter Abscheidung von Wasser	-	2	-
	Entstehung eines Makromoleküls	-	2	-
	Reaktionsgleichung von Maleinsäure und Glycol zum entsprechenden Polyester und Wasser (Strukturformeln)	-	6	-
2.	Begründete Zuordnung: Polykondensation (Wasser als Produkt)	-	3	-
	Thermoplast (Eigenschaften, Molekülstruktur)	2	3	-
	Vergleich mit einer weiteren Klasse: Polymerisation oder –addition; Reaktionsgleichung	4	-	-
	Eigenschaften Polymerisat oder –addukt	4	-	-
3.	Etliche Doppelbindungen im entstandenen Kunststoff → Polymerisationsmöglichkeit	-	-	2
	Radikalische oder ionische Polymerisation	-	3	-

	Folge: Verzweigungen im Molekül; für ein Copolymeres weitere ungesättigte Verbindung zur Verknüpfung der Ketten erforderlich	-	3	-
	Molekülausschnitt (Struktur)	-	3	-
	Steuerung der Eigenschaften des Produktes (Elastomer / Duroplast) durch Dosierung an Starter bzw. ungesättigtem Monomer	-	-	3
	Summe :	20	25	5