

Kohlenhydrate

1978/I

- 1.1 Welche chemischen Reaktionen der Glucose weisen darauf hin, dass man ihre Struktur mit zwei verschiedenen Formeln beschreiben kann? Begründung. 5 BE
- 1.2 Erläutern Sie für Glucose den Reaktionsmechanismus des Übergangs der Ketten- in die Ringform (in wässriger Lösung). 7 BE
- 1.3 Stellen Sie den Unterschied in der Molekülstruktur zwischen α - und β -Glucose dar. 2BE
- 1.4 Frisch bereitete wässriger Lösungen von α - bzw. β -Glucose gleicher Konzentration werden laufend mit einem Polarimeter untersucht. Welche Beobachtungen kann man machen? Welche Folgerung ergibt sich daraus? 5 BE
- 2.1 Amylose und Cellulose zeigen unterschiedliches Verhalten
a) beim Einbringen in heißes Wasser und
b) gegenüber Jodlösung.
Begründen Sie dieses unterschiedliche Verhalten aus der Molekülstruktur. 6BE
- 2.2 Wie wird der Reaktionsmechanismus der säurekatalysierten Hydrolyse von Stärke ablaufen?
- 2.3 Zeichnen Sie einen Strukturformelausschnitt des Trisalpetersäureesters der Cellulose, der mindestens drei Monomere des Makromoleküls umfasst. 6 BE

1979/III/2

- Glucose und Maltose geben bei der Fehlingschen Probe eine positive Reaktion, die Saccharose (Rohr- oder Rübenzucker) hingegen nicht.
- 2.1 Formulieren Sie eine allgemeine Gleichung für den Redoxvorgang bei der Fehlingschen Probe.
Aus welchen Reagenzien wird eine Fehlingsche Lösung frisch zubereitet?
- 2.2 Zeichnen Sie die Strukturformeln (Ringformeln!) für α -D-Glucose und die Disaccharide Maltose und Saccharose und geben Sie an, worauf das unterschiedliche Ergebnis der Fehlingschen Probe beruht.
- 2.3. Fructose wird in Wasser gelöst.
Erläutern Sie unter Verwendung von Strukturformeln, warum die Fehlingsche Probe mit dieser Lösung positiv ausfällt

1980/III/2

- 2.1 Durch Oxidation kann man aus Propantriol (Glycerin) drei verschiedene Zucker mit der Summenformel $C_3H_6O_3$ erhalten, von denen sich zwei nur im räumlichen Bau unterscheiden.
- 2.1.1 Geben Sie die Strukturformeln an und benennen Sie die drei Zucker. 3 BE
- 2.1.2 Wie kann man die drei Zucker durch eine einfache physikalische Meßmethode eindeutig voneinander unterscheiden? Kurze Begründung! 4 BE

1981/III/2

- 2.3 Gegeben sind die folgenden Stoffe:
a) α -D-(+)-Glucose; b) β -D-(+)-Glucose;
c) Methyl- α -D-(+)-glucosid; d) Methyl- β -D-(-)-glucosid
- 2.3.1 Schreiben Sie die Strukturformeln von 2.3.c und 2.3.d
- 2.3.2 Was bedeuten die Bezeichnungen α ; β ; (+), (-); D?
- 2.3.3 Äquimolare wässrige Lösungen der vier unter 2.3. gegebenen Stoffe werden jeweils über einen längeren Zeitraum mit einem Polarimeter untersucht. Welche Meßergebnisse sind zu erwarten? Erläutern Sie Ihre Aussagen.

- 2.4 Zwei Moleküle D-Glucose sollen 1 → 4 –verknüpft werden.
Schreiben Sie die Ringformeln der möglichen Disaccharide.

1985/II/3

- 3 Bei den iodometrischen Maßanalysen läßt sich der Endpunkt der Titration viel schärfer erkennen, wenn man der zu untersuchenden Lösung Stärke zusetzt.
- 3.1 Erklären Sie ausführlich diese Erscheinung unter Mitverwendung eines maßgeblichen Strukturformelausschnitts! 3
- 3.2 Erklären Sie unter Mitverwendung eines maßgeblichen Strukturformelausschnitts, weshalb die Cellulose die von der Stärke bekannte Indikatorwirkung nicht besitzt, obwohl auch der Cellulose die Glucose als Monomeres zugrunde liegt! 3
- 3.3 Erklären Sie, warum sich zwar Cellulose, nicht aber Stärke als Gerüstmaterial der Pflanzen eignet! 3
- 3.4 Das Monosaccharid D-Glucose existiert in wäßriger Lösung in drei miteinander im Gleichgewicht stehenden Formen.
Stellen Sie dieses Gleichgewicht mit Strukturformeln dar! 2

1985/IV/III

- 3.1 Nennen Sie je ein Beispiel für
- eine Aldohexose,
 - eine Ketohehexose und
 - ein Disaccharid aus den genannten Monosacchariden!
- Zeichnen Sie für diese drei Zucker die Ringstrukturformeln! 6
- 3.2 Vergleichen Sie das Reaktionsverhalten der von Ihnen unter Nr. 3.1 gewählten Kohlenhydrate bei der Fehlingschen Probe, und begründen Sie Unterschiede! 6
- 3.3 Definieren Sie den Begriff Mutarotation! 2
- 3.4 Erläutern Sie, inwieweit Mutarotation bei den von Ihnen unter Nr. 3.1 gewählten Zuckern auftritt! 3

1986/IV/3.3

- 3.3 Stellen Sie, ausgehend vom jeweiligen Glucose-Baustein und unter Verwendung von Ringstrukturformeln, die Unterschiede im chemischen Aufbau der pflanzlichen Stärke und der Cellulose heraus! 6

1987/III/3.1

- 3 Durch Oxidation kann man aus Propantriol (Glycerin) drei verschiedene Zucker der Zusammensetzung $C_3H_6O_3$ erhalten.
- 3.1 Geben Sie die Strukturformeln an, und benennen Sie die drei Zucker! 3
- 3.2 Erläutern Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln das Ergebnis der Fehlingschen Probe bei den drei Zuckern! 5

1988/III/1

- 1 Das Holz unserer einheimischen Nadel- und Laubbäume besteht zu 40 – 50 % aus Cellulose, die als Gerüstsubstanz den Hauptbestandteil der pflanzlichen Zellwände ausmacht.
- 1.1 Stellen Sie die makromolekulare Struktur von Cellulose anhand eines charakteristischen Strukturformelausschnitts (zwei Baueinheiten) dar! Benennen Sie die monomeren Baueinheiten der Cellulose und deren Verknüpfungsart! 3
- 1.2 Beschreiben Sie kurz eine Methode, mit deren Hilfe Cellulose in vergärbare Zucker übergeführt werden kann! 3
- 1.3 Erläutern Sie unter Mitverwendung entsprechender Gleichungen an einem selbstgewählten Beispiel, wie in der entstandenen verdünnten

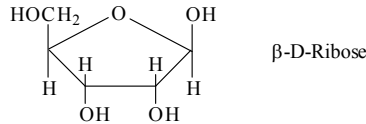
Holzzuckerlösung aus Nr. 1.2 reduzierende Zucker nachgewiesen werden können! 4

- 1.4 Beschreiben Sie, wie die bei Nr. 1.2 erhaltene Holzzuckerlösung zu Ethanol weiterverarbeitet werden kann!

Stellen Sie die Gesamtgleichung für den entsprechenden Vorgang auf! 3

1989/I/3

- 3 Zu den biologisch wichtigen Kohlenhydraten gehört das Monosaccharid Ribose.



- 3.1 Ribose zeigt Mutarotation.

- 3.1.1 Definieren Sie den Begriff „Mutarotation“, und beschreiben Sie, wie man mit physikalischen Hilfsmitteln dieses Phänomen nachweisen kann! 4

- 3.1.2 Erklären Sie die Ursache der Mutarotation am Beispiel der Ribose mit Hilfe geeigneter Projektionsformeln! 3

- 3.2 Die Silber Spiegelprobe fällt bei einer wässrigen Riboselösung positiv aus. Erklären Sie diese Beobachtung unter Mitverwendung der Reaktionsgleichung! 4

- 3.3 Unter dem katalytischen Einfluß von Säuren reagiert β-D-Ribose am anomeren Kohlenstoffatom mit Methanol.

Stellen Sie die Reaktionsgleichung mit Strukturformeln auf!

Legen Sie dar, ob die wässrige Lösung des Reaktionsproduktes Mutarotation zeigen kann! 4

1989/III/2

- 2 Bei den iodometrischen Maßanalysen läßt sich der Endpunkt der Titration viel schärfer erkennen, wenn man der zu untersuchenden Probe Stärkelösung zusetzt.

- 2.1 Legen Sie in knapper Form die unter 2 beschriebene Erscheinung dar! 3

- 2.2 Erklären Sie unter Mitverwendung charakteristischer Strukturformelausschnitte, weshalb die Cellulose die von der Stärke bekannte Indikatorwirkung nicht besitzen kann, obwohl auch der Cellulose die Glucose als Monomer zugrundeliegt! 5

Weshalb eignet sich zwar Cellulose, nicht aber Stärke als Gerüstmaterial der Pflanzen? Erklären Sie diesen Sachverhalt! 5

1990/I/3

- 3 Ein häufiges Kohlenhydrat im Pflanzenreich ist die Saccharose.

- 3.1 Geben Sie die Strukturformel für das Saccharosemolekül an! 2

- 3.2 Saccharose wird in Wasser gelöst.

Einen Teil dieser Lösung versetzt man unter Erwärmen mit Fehling- Reagenz. Den anderen Teil der Saccharoselösung erhitzt man mit Salzsäure und führt nach der Neutralisation mit Natronlauge ebenfalls die Fehling-Probe durch.

- 3.2.1 Beschreiben Sie die Beobachtungen bei beiden Fehling-Proben! Erklären Sie die Versuchsergebnisse unter Verwendung von Strukturformelgleichungen! 6

- 3.2.2 Bei der Behandlung der Saccharoselösung mit Salzsäure tritt eine mit dem Polarimeter beobachtbare Erscheinung auf.

Erklären Sie deren Zustandekommen! 5

1990/IV/4

- 4 Die Naturstoffe Baumwolle (Cellulose) und Wolle (Keratin) gehören unterschiedlichen Stoffklassen an.
- 4.1 Ordnen Sie die beiden Naturstoffe den entsprechenden Stoffklassen zu! 1
- 4.2 Zeichnen Sie für beide Makromoleküle je einen drei Monomere umfassenden Strukturformelausschnitt! 3
Erläutern Sie den räumlichen Bau beider Makromoleküle!

1991/II/2

- 2 Der Nektar einer Blütenpflanze enthält neben Wasser hauptsächlich Glucose, Fructose und Saccharose.
- 2.1 Geben Sie die Molekülstrukturen dieser Zucker jeweils mit Ringstrukturformeln an! 3
- 2.2 Beschreiben Sie chemische Experimente, mit denen sich diese Stoffe voneinander unterscheiden lassen, und erklären Sie die Versuchsergebnisse! 5
- 2.3 Saccharose wird mit verdünnter Salzsäure gekocht.
- 2.3.1 Formulieren Sie die Summengleichung der dabei ablaufenden Reaktion! 1
- 2.3.2 Beschreiben Sie, wie sich die Saccharoselösung und die mit verdünnter Salzsäure gekochte Lösung bei Betrachtung im Polarimeter unterscheiden, und erklären Sie den Unterschied! 3

1992/II/2

- 2 Fructozucker (Fructose) reagiert mit Fehlingschem Reagenz.
- 2.1 Geben Sie an, woraus Fehlingsches Reagenz besteht! Beschreiben Sie die Durchführung der Fehlingschen Probe und die Beobachtung beim Test mit Fructose! 3
- 2.2 Stellen Sie mit Strukturformelgleichungen die Vorgänge dar, die bei der Fehlingschen Probe mit β -D-Fructopyranose (Sechsringsystem) am Zuckermolekül ablaufen! 6

1992/III/3.3

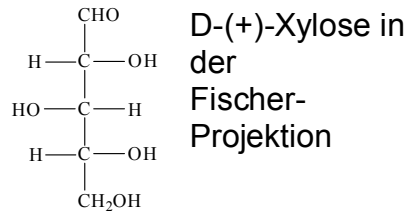
- 3.3 Stellen Sie die Struktur des Cellulose-Moleküls anhand eines drei Baueinheiten umfassenden Strukturformelausschnittes dar! Benennen Sie die für Cellulose typische Verknüpfung der Glucosebausteine! 3
- 3.4 Legen Sie dar, weshalb sich die Cellulose als Gerüststoff eignet! 4
Bei der Herstellung von Acetatseide wird Cellulose zunächst mit Essigsäure zu Celluloseacetat umgesetzt und dieses dann zu „Kunstseide“ (Acetatseide) verarbeitet.

1993/II/3

- 3 Teststreifen für Harnzucker reagieren spezifisch auf β -D-Glucose mit Grünfärbung. Die Glucose-Moleküle werden dabei unter dem Einfluß des Enzyms Glucoseoxidase am ersten C-Atom oxidiert.
- 3.1 Erläutern Sie mit Hilfe einer Modellvorstellung die Grundlagen der Substratspezifität eines Enzyms! 4
- 3.2 Saccharoselösung wird mit Salzsäure gekocht. Die abgekühlte Lösung wird neutralisiert und mit dem Teststreifen untersucht. Geben Sie das Testergebnis an, und erklären Sie es unter Mitverwendung von Strukturformelgleichungen! 6
- 3.3 Das gemäß Nummer 3 entstehende Oxidationsprodukt der Glucose bildet einen intramolekularen Ester, wobei ein Sechsring ausgebildet wird. Zeichnen Sie die Strukturformel dieses Esters! 2

1993/IV/3

- 3 Der in Vorderasien heimische Strauch Astragalus gummifer scheidet bei Verletzung eine zähflüssige Masse aus, die als Tragant u. a. zum Verdicken von Speiseeis verwendet wird. Tragant ist ein Gemisch aus zwei Polysacchariden. Als monomerer Baustein lässt sich die D-Xylose nachweisen.



- 3.1 Legen Sie dar, welche Informationen die Symbole D und (+) enthalten! Formulieren Sie die Fischer-Projektionsformel der L-Xylose! 3
- 3.2 Zeichnen Sie eine Strukturformel der α -D-(+)-Xylose in der Sechsringform (als Xylopyranose)! 2
- 3.3 Wird die frisch bereitete wässrige Lösung von α -D-(+)-Xylose im Polarimeter untersucht, so beobachtet man eine Änderung des Drehwinkels. Benennen und erklären Sie diese Erscheinung!! 4
- 3.4 Mit D-Xylose verläuft die Silberspiegelprobe positiv. Beschreiben Sie die Durchführung dieser Nachweisreaktion, und formulieren Sie die Redoxgleichung! 4
- 3.5 D-Xylose ist auch Bestandteil des Polysaccharids Xylan, das neben der Cellulose als Gerüststoff in der pflanzlichen Zellwand vorkommt. In Xylan sind D-Xylopyranose-Reste β -(1 \rightarrow 4)-glykosidisch miteinander verknüpft. Zeichnen Sie einen charakteristischen Strukturformelausschnitt von Xylan! 2

1994/III/3

- 3 Die Kohlenhydrate Maltose und Saccharose zeigen beim Erwärmen mit Fehling-Lösung unterschiedliches Verhalten.
- 3.1 Beschreiben Sie die Zusammensetzung der Fehling-Lösung sowie Durchführung und Ergebnis der Fehling-Proben mit den beiden Zuckern! 3
- 3.2 Zeichnen Sie die Strukturformeln der Moleküle beider Zucker, und erklären Sie die Ergebnisse der Fehling-Proben! 5
- 3.3 Auch Methanal reagiert bei der Fehling-Probe. Erstellen Sie für diese Reaktion die Teilgleichungen von Oxidation und Reduktion, und fassen Sie beide zu einer Gesamtgleichung zusammen! Die Komplexbildung kann vernachlässigt werden. 3
- 3.4 Eine Saccharose-Lösung wird mit Salzsäure erwärmt. Formulieren Sie die dabei ablaufende Reaktion! 1

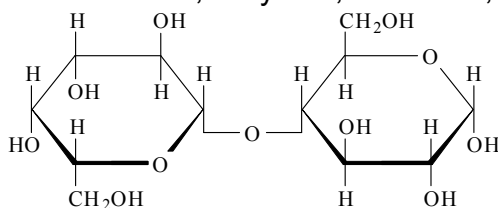
1996/III/3

- 3 Im Ernährungsplan für Diabetiker und Übergewichtige kann Isomaltit als potentieller Ersatzstoff für Saccharose eine Rolle spielen. Ausgangsstoff für die Herstellung von Isomaltit kann das Disaccharid Isomaltulose sein, in dessen Molekül ein D-Glucose-Rest über das Kohlenstoff-Atom 1 mit dem Kohlenstoff-Atom 6 eines D-Fructofuranose-Restes α -glykosidisch verknüpft ist.

- 3.1 Zeichnen Sie die Strukturformeln der Moleküle von Saccharose und von Isomaltulose! 4
- 3.2 Zur Herstellung von Isomaltit wird das Molekül der Isomaltulose am Kohlenstoff-Atom 2 des geöffneten, in der Ketoform vorliegenden Fructose-Bausteins hydriert, wobei zwei isomere Produkte entstehen. Benennen Sie exakt den vorliegenden Isomerietyp, und erklären Sie das Auftreten dieser Isomeren aus den Molekülstrukturen! 4
- 3.3 Mit Saccharose, mit Isomaltulose und mit Isomaltit wird jeweils die Fehling-Probe durchgeführt. Geben Sie die zu erwartenden Beobachtungen an, und begründen Sie Ihre Aussagen! 5

1997/II/3

- 3 In einem Schulpraktikum werden vier Reagenzgläser ohne Kennzeichnung ausgegeben, die je eines der folgenden Kohlenhydrate enthalten: Saccharose, Amylose, Cellulose, Lactose.



Strukturformel der Lactose

- 3.1 Entwickeln Sie einen chemisch-analytischen Weg, um herauszufinden, welches Kohlenhydrat sich in dem jeweiligen Reagenzglas befindet! 5
- 3.2 Bezeichnen Sie genau die Verknüpfungsart der Monomeren im Lactose-Molekül! 2

1997/III/3

- 3 In Glycopeptiden ist eine Peptidkomponente durch glycosidische Bindung mit einer Zuckerkomponente verknüpft.
- 3.1 Ein Glycopeptid soll aus dem Tripeptid Phe-Ser-Ala und dem Monosaccharid β -D-Galactopyranose aufgebaut werden.
 Phe: 2-Amino-3-phenylpropansäure
 Ser: 2-Amino-3-hydroxypropansäure
 Ala: 2-Aminopropansäure
 β -D-Galactopyranose unterscheidet sich von der Glucose in der Konfiguration am C 4-Atom.
 Erstellen Sie die Strukturformel der Edukte und die Strukturformel des Glycopeptids! 6
- 3.2 Mit dem Glycopeptid aus Nr. 3.1 werden die Fehling- und die Biuret-Probe durchgeführt. Beschreiben Sie das experimentelle Vorgehen, geben Sie die zu erwartenden Versuchsergebnisse an, und begründen Sie Ihre Aussagen! 4

1998/II/4

- 4 Raffinose ist ein Trisaccharid, bei dessen Bildung α -D-Galactopyranose 1,6-glykosidisch mit α -D-Glucopyranose und diese wiederum 1,2-glykosidisch mit β -D-Fructofuranose verknüpft wird. Die Molekülstruktur der Galactose unterscheidet sich von der Struktur der Glucose nur durch die Konfiguration am vierten Kohlenstoff-Atom.
- 4.1 Erstellen Sie die Strukturformeln der Edukte und die Strukturformel der Raffinose! 5

- 4.2 Mit Raffinose wird die FEHLING-Probe durchgeführt. Beschreiben Sie die Durchführung und erklären Sie das Ergebnis dieser Probe! 4
- 4.3 Raffinose wird durch Zusatz von Säure hydrolysiert. Beschreiben Sie je ein Experiment, mit dem Sie die im Hydrolysat enthaltene Glucose und Fructose eindeutig nachweisen können! 4

1999/IV/1.5

- 1.5 Das Polysaccharid Cellulose eignet sich ebenfalls zur Herstellung von Textilfasern. Diese weisen nicht nur gute Zugfestigkeit, sondern auch günstige thermische Eigenschaften auf. Zeichnen Sie einen charakteristischen Strukturformelausschnitt und zeigen Sie die Zusammenhänge zwischen der Molekülstruktur und den genannten Eigenschaften auf! 6
- 2 Die Kohlenhydrate Amylose und Amylopektin werden von Pflanzen als Reservestoffe genutzt.
- 2.1 Zeichnen Sie kennzeichnende Strukturformelausschnitte beider Stoffe!

2000/III/3.3

- Ersetzt man im Molekül der β -D-Glucose die Hydroxy-Gruppe am C-2-Atom durch eine Amino-Gruppe, so entsteht ein β -D-Glucosamin. Ein N-Acetylglucosamin entsteht formal durch Reaktion der Amino-Gruppe des β -D-Glucosamins mit Ethansäure (Essigsäure) unter Bildung einer Säureamid-Gruppe.
- 3.1 Zeichnen Sie die Haworth-Projektionsformel eines β -D-Glucosamin-Moleküls! Formulieren Sie die Reaktion zum N-Acetylglucosamin mit Strukturformeln! 3
- 3.2 Begründen Sie das Ergebnis der Fehling-Probe mit N-Acetylglucosamin! 2
- 3.3 Das Chitin des Insektenpanzers ist ein Polysaccharid, bei dessen Bildung N-Acetylglucosamin-Moleküle strukturell auf die gleiche Weise kondensiert werden wie Glucose-Moleküle bei der Bildung von Cellulose. Zeichnen Sie einen Ausschnitt des Chitin-Moleküls, der drei N-Acetylglucosamin-Einheiten umfasst! Charakterisieren Sie den Bindungstyp, durch den die Bausteine verknüpft sind! 3

2001/III/4

- Gegeben ist ein Mol eines Trisaccharids. Bei dessen vollständiger Hydrolyse erhält man 1 mol D-Fructose und 2 mol D-Glucose. Führt man unter geeigneten Bedingungen eine partielle Hydrolyse durch, erhält man 1 mol Saccharose und 1 mol D-Glucose. Ändert man bei der partiellen Hydrolyse die Versuchsbedingungen, so erhält man als Produkte 1 mol eines weiteren Disaccharids und 1 mol D-Glucose. Bei der hydrolytischen Spaltung der beiden Disaccharide erhält man jeweils das gleiche Gemisch von Monosacchariden. Im zweiten Disaccharid ist im Gegensatz zur Saccharose das C3-Atom der Fructose in -glykosidische Bindung einbezogen.
- 4.1 Stellen Sie aufgrund dieser Angaben für die Moleküle der beiden Disaccharide und das Molekül des Trisaccharids die Strukturformeln (Haworth-Projektionsformeln) auf! 6
- 4.2 Mit den beiden Disacchariden und dem Trisaccharid wird in drei getrennten Versuchen jeweils die Fehling-Probe durchgeführt. Beschreiben Sie die Durchführung der Fehling-Probe und geben Sie Versuchsbeobachtungen bei den drei Experimenten an! Begründen die Versuchsergebnisse aus den Molekülstrukturen! Bei positivem Verlauf der Probe sind bei den Erläuterungen Strukturformeln einzubeziehen. 12

2002/IV/4

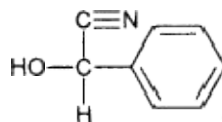
- 4 Die Naturstoffe Baumwolle (Cellulose) und Wolle (Keratin) gehören unterschiedlichen Stoffklassen an.
- 4.1 Ordnen Sie die beiden Naturstoffe den entsprechenden Stoffklassen zu und zeichnen Sie für die Makromoleküle der beiden Stoffe je einen drei Monomere umfassenden Strukturformelausschnitt! 4
- 4.2 Erläutern Sie den räumlichen Bau beider Moleküle! 4

2003/IV/3

- Cellulose ist der häufigste organische Naturstoff.
- 3.1 Erklären Sie unter Verwendung eines drei Baueinheiten umfassenden Strukturformelausschnitts, warum sich die Cellulose als Gerüstmaterial der Pflanzen eignet! 5
- 3.2 Geben Sie einen Überblick über einen wichtigen technischen Prozess, bei dem Cellulose verarbeitet wird! Gehen Sie dabei auch auf seine Umweltproblematik ein! 5
- 3.3 Nennen Sie eine Methode, mit deren Hilfe Cellulose in einen vergärbaren Zucker übergeführt werden kann! Beschreiben Sie unter Verwendung einer entsprechenden Gleichung, wie in der entstandenen verdünnten Zuckerlösung reduzierende Zucker nachgewiesen werden können! 5

2004/IV/2

- 2 Amygdalin ist ein in bitteren Mandeln vorkommendes Glykosid. Es besteht aus dem Disaccharidbaustein Gentiobiose, bei dem zwei D-Glucosemoleküle β -1,6-glykosidisch verknüpft sind, und dem kohlenhydratfreien Anteil Mandelsäurenitril, welches mit dem Gentiobiosebaustein β -glykosidisch verknüpft ist.



Mandelsäurenitril

- 2.1 Zeichnen Sie die Strukturformel des Amygdalins! 2 BE
- 2.2 Mit folgenden Lösungen wird die Fehlingsche Probe durchgeführt:
- a) einige Milliliter Amygdalinlösung
- b) einige Milliliter Amygdalin wurden mit verdünnter Salzsäure gekocht und nach dem Erkalten mit Natronlauge neutralisiert;
- c) einige Milliliter Amygdalinlösung wurden mit 2 ml Emulsinlösung (ein Enzymgemisch, das u. a. β -Glucosidase enthält) versetzt und einige Minuten stehen gelassen;
- d) einige Milliliter Emulsinlösung wurden gekocht und nach dem Abkühlen zur Amygdalinlösung gegeben.
- 2.2.1 Begründen Sie, welche Ergebnisse bei den vier Fehlingproben zu erwarten sind! 4
- 2.2.2 Formulieren Sie die Redoxgleichung für eine positive Fehlingprobe! 3

2005/III/1

- 1 Bei der Gewinnung von Zucker aus Rüben fällt als Nebenprodukt das Trisaccharid Raffinose an. Die Spaltung von Raffinose durch das Enzym Emulsin ergibt Saccharose und D-Galactose. Bei der enzymatischen Spaltung durch Invertase entstehen dagegen Fructose und Melibiose. Galactose unterscheidet sich von Glucose ausschließlich in der Stellung der Hydroxygruppe am C4-Atom. Melibiose ist ein Disaccharid aus D-Galactopyranose und D-Glucopyranose, die -1,6-glykosidisch verknüpft sind.
- 1.1 Geben Sie die Strukturformel der Raffinose an und erläutern Sie den Verlauf der Fehling-Probe mit dieser Substanz! 6
- 1.2 Raffinose wird wie oben beschrieben durch Emulsin und Invertase umgesetzt. Invertase spaltet neben Raffinose auch Saccharose. Erläutern Sie diese Beobachtungen ausführlich! 7
- 1.3 Glucose kann glykosidisch mit Hexadecan-1-ol verknüpft werden.
- 1.3.1 Formulieren Sie eine entsprechende Reaktionsgleichung unter Verwendung von Halbstrukturformeln! 3

2006/II/1.2

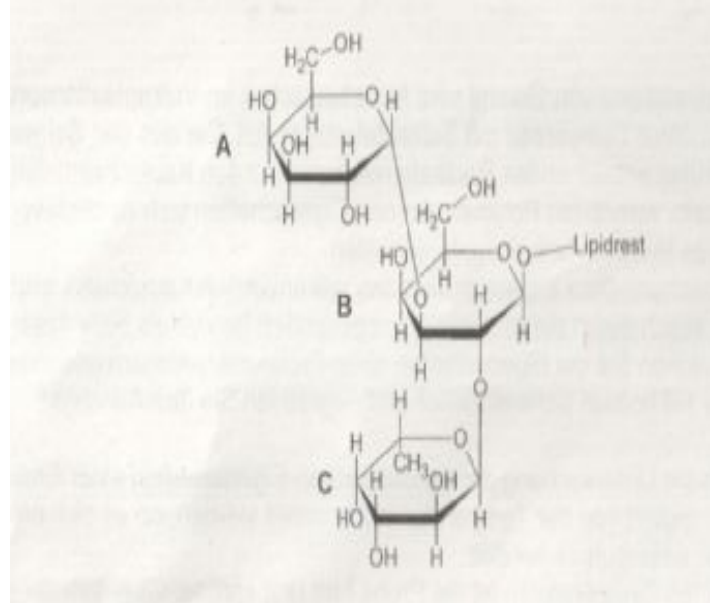
- 1.2 Aus der Rinde von Weidenbäumen kann das Glykosid Salicin isoliert werden. In diesem Molekül sind β -D-Glucose und Salicylalkohol glykosidisch verknüpft. Die glykosidische Bindung wird zwischen der Hydroxygruppe am C¹-Atom der β -D-Glucose und der ringständigen Hydroxygruppe eines Salicylalkoholmoleküls (2-Hydroxymethylphenol) geknüpft.
- 1.2.1 Erstellen Sie die Strukturformel des Salicinmoleküls! 3 BE
- 1.2.2 Ausgehend von Salicin kann das Schmerzmittel Acetylsalicylsäure über folgende Stufen synthetisiert werden:
- saure Hydrolyse
 - Oxidation des Salicylalkohols zur Carbonsäure
 - Veresterung des Oxidationsprodukts mit Essigsäure
- Leiten Sie über die Strukturformeln der organischen Zwischenprodukte die Strukturformel der Acetylsalicylsäure her! 3BE

2007 A1

- 2 Um Johannisbeerwein herzustellen, wird zuckerhaltiger Most mit Hefe versetzt und unter Luftabschluss zur Gärung gebracht. Ein Liter eines Gäransatzes enthält 17,0 g Zucker. Nach zwei Tagen stellt man einen Zuckergehalt von 13,4 Gramm pro Liter fest.
- 2.1 Formulieren Sie die Summengleichung der alkoholischen Gärung und ermitteln Sie die Masse Alkohol, die nach zwei Tagen in einem Liter des Gäransatzes enthalten ist! Gehen Sie zur Vereinfachung davon aus, dass der Zucker in Form von Glucose vorliegt. 6 BE
- 2.2 Bei der Untersuchung des Beerenweins findet man stets geringe Mengen Methanol. Dieser Stoff entsteht beim Abbau des Pektins, einer Gerüstsubstanz pflanzlicher Zellen. Grundbaustein des Pektins ist die Galacturonsäure. Galacturonsäure unterscheidet sich von α -D-Glucose durch die Stellung der OH-Gruppe am C4-Atom und dadurch, dass die CH₂OH-Gruppe durch eine Carboxygruppe ersetzt ist. Die Galacturonsäure-Einheiten sind α -1,4-glykosidisch zu einem langkettigen Polysaccharid verknüpft. Von Pektin spricht man, wenn ein Teil der Galacturonsäure-Einheiten mit Methanol verestert ist. Formulieren Sie einen charakteristischen Strukturformelausschnitt des Pektins! 4 BE

2008/C1

- 1 Eine Ursache für die unterschiedlichen Blutgruppen sind Glykolipide auf der Zelloberfläche der roten Blutkörperchen. Der Kohlenhydratanteil eines Glykolipids besteht aus D-Galactose und L-Fucose. D-Galactose unterscheidet sich von D-Glucose nur in der Stellung der OH-Gruppe am C4-Atom. Die Struktur der L-Fucose leitet sich aus der Struktur der L-Galactose ab; das Molekül trägt aber am C⁶-Atom keine Hydroxygruppe. Das Glykolipid ist durch folgenden Strukturformelausschnitt gekennzeichnet:



- 1.1 Benennen Sie die Monomere A, B und C, geben Sie ihre genaue Verknüpfungsart an und zeichnen Sie die Fischer-Projektion der offenkettigen Form der Monomere A und C! [7 BE]
- 1.2 In einem Polarimeter wird die optische Aktivität von D-Galactose-Lösungen untersucht. Eine frisch bereitete Lösung von α -D-Galactopyranose zeigt einen spezifischen Drehwinkel von $+150,7^\circ$, während der spezifische Drehwinkel einer frisch bereiteten β -D-Galactopyranoselösung $+52,8''$ beträgt. Nach einiger Zeit stellt sich in beiden Experimenten ein Drehwinkel von $+80,2^\circ$ ein. Erläutern Sie diese Beobachtung und leiten Sie aus den angegebenen Drehwinkeln eine begründete Aussage über die Stabilität der beiden Anomere in der Lösung ab! [8 BE]
- 1.3 Durch katalytische Hydrierung kann D-Galactose in den sechswertigen Alkohol Galactitol umgewandelt werden. Zeichnen Sie die Fischer-Projektionsformel des Galactitolmoleküls und beurteilen Sie die optische Aktivität von Galactitol! [3 BE]

2008/C2

1. Aus den Zellwänden der Braunalge *Macrocystis pyrifera* kann Alginsäure gewonnen werden. Diese Säure und ihre Salze werden als Verdickungsmittel für Lebensmittel verwendet. Alginsäure ist ein Polymer aus 1,4-glykosidisch verknüpften β -D-(+)-Mannuronsäure-Bausteinen (M) mit gelegentlichen Einschüben von β -L-(-)-Guluronsäuremolekülen (G). Die Monomere M und G sind Derivate der Hexosen Mannose bzw. Gulose, wobei das C⁶-Atom bei M und G Teil einer Carboxylgruppe ist. Das D-Mannosemolekül unterscheidet

sich vom D-Glucosemolekül lediglich in der Stellung der Hydroxygruppe am C²Atom.

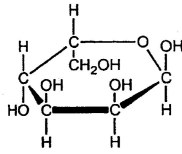


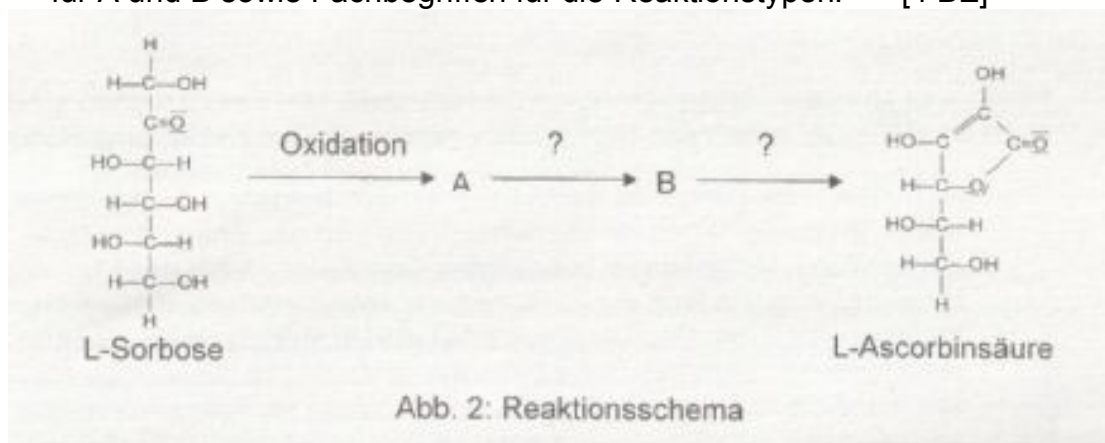
Abb. 1: Haworth-Projektionsformel der Pyranoseform einer L-Gulose

- 1.1 Geben Sie die Struktur der beiden Monomere M und G in der Haworth-Projektion an und zeichnen Sie einen charakteristischen Strukturformelausschnitt aus einem Alginäuremolekül, der beide Monomere enthält! 5 BE
- 1.2. Eine frisch bereitete β -L-Guloselösung wird längere Zeit polarimetrisch untersucht.
Beschreiben Sie die Versuchsbeobachtungen und erläutern Sie diese unter Mitverwendung von Strukturformeln! 7 BE

2009/C1

Ein weiterer Zusatzstoff zur Teigverbesserung ist L-Ascorbinsäure (Vitamin C), die in einer mehrstufigen Synthese aus D-Glucose hergestellt werden kann. Ein Zwischenprodukt ist dabei die L-Sorbose, die durch Oxidation des C1-Atoms in 2-Keto-L-gulonsäure (A) umgewandelt wird. Beim Erhitzen bildet sich daraus unter Wasserabspaltung ein instabiles Zwischenprodukt (B), das zur L-Ascorbinsäure weiterreagiert. Die Endiolgruppe in der L-Ascorbinsäure ist durch intramolekulare Wasserstoffbrücken stark stabilisiert.

- 2.1 Vervollständigen Sie folgendes Reaktionsschema (Abb. 2) mit Strukturformeln für A und B sowie Fachbegriffen für die Reaktionstypen! [4 BE]



- 2.2 Kennzeichnen Sie alle Chiralitätszentren der L-Ascorbinsäure und zeichnen Sie alle möglichen Stereoisomere in der Fischerprojektion! Benennen Sie die stereochemische Beziehung der Isomere zur L-Ascorbinsäure mit je einem Fachbegriff! [6 BE]
- 2.3 Die Silber Spiegelprobe fällt mit L-Sorbose positiv aus.
Leiten Sie die Redoxgleichung mit Strukturformeln her! [6 BE]
- 2.4 L-Sorbose reagiert im sauren Milieu mit Methanol zu einer Mischung aus zwei Glykosiden: α - und β - Methyl-L-sorbofuranosid.
Geben Sie die Haworth-Projektionsformel eines dieser beiden Glykoside an

und beurteilen Sie sein Verhalten bei der Silberspiegelprobe! [4 BE]

2009/C2

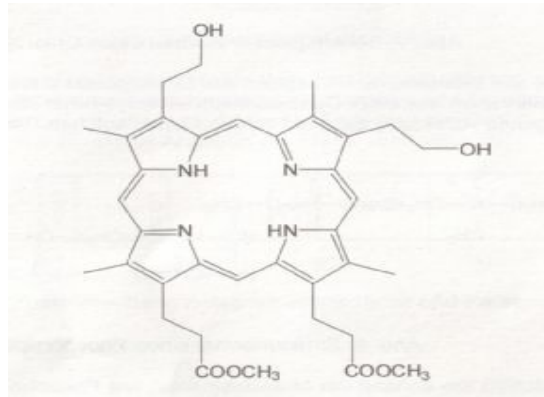
- 2 Honigtau ist das Ausscheidungsprodukt pflanzensaugender Insekten, z. B. von Blattläusen. In ihrem Verdauungstrakt entziehen sie dem Pflanzensaft Stickstoffverbindungen nahezu vollständig, während nur ein geringer Anteil der enthaltenen Zucker verwertet wird. Allerdings laufen in ihrem Darm Reaktionen zwischen Zuckermolekülen ab, bei denen beispielsweise das Trisaccharid Melezitose gebildet wird. In der Melezitose ist ein α -D-Glucopyranosemolekül 1,3-glykosidisch an den Fructosebaustein der Saccharose gebunden.
- 2.1 Mit einer Melezitose-Lösung wird eine Silberspiegel-Probe durchgeführt. Beschreiben Sie das experimentelle Vorgehen bei der Silberspiegel-Probe und leiten Sie aus der Haworth-Projektionsformel von Melezitose das Versuchsergebnis ab! [9 BE]

2010 C1

- 1 Der Bakteriologe Alexander Fleming entdeckte 1922, dass menschliches Nasensekret Bakterienkolonien auf einer Agarplatte auflöst. Er konnte zeigen, dass es sich bei der antibakteriell wirksamen Substanz um ein Enzym handelt, und gab ihm den Namen Lysozym. Heute weiß man, dass Lysozym Polysaccharide in Bakterienzellwänden spaltet.
- 1.1 Ein Polysaccharid der Bakterienzellwand ist aus N-Acetylglucosamin- und N-Acetylmuraminsäurebausteinen aufgebaut, die β (1-4)-glycosidisch verknüpft sind.
- Die Strukturformeln beider Bausteine lassen sich folgendermaßen aus der Ringstruktur von D-Glucose ableiten:
Bei N-Acetylglucosamin ist die Hydroxygruppe am C2-Atom durch eine Aminogruppe ersetzt, die mit Ethansäure über eine Säureamidbindung verknüpft ist. (Hinweis: Die Säureamidbindung wird bei Proteinen auch als Peptidbindung bezeichnet.)
N-Acetylmuraminsäure unterscheidet sich von N-Acetylglucosamin nur dadurch, dass am C-3-Atom über eine Etherbindung ein Lactylrest gebunden ist, der in der Strukturformel vereinfacht mit „R“ bezeichnet werden soll.
- Erstellen Sie einen drei Monomere umfassenden Strukturformelausschnitt aus diesem Polysaccharid, der beide genannten Bausteine enthält! [6 BE]

2010 C2

Porphyrine sind Gegenstand intensiver Forschung, da sie Bestandteil einer ganzen Reihe biologisch wichtiger Moleküle, z. B. von Chlorophyll, sind. Derzeit ist man daran interessiert, in Wasser gut lösliche Porphyrine herzustellen, mit denen man unter zellphysiologischen Bedingungen Untersuchungen durchführen kann. So werden bestimmte Porphyrine (s. Abbildung 9) zur Erhöhung der Wasserlöslichkeit an ein Monosaccharid gekoppelt. Das entstandene Produkt zeigt keine Mutarotation



- 4.1 Formulieren Sie für die Reaktion zwischen dem Porphyrin, dessen Strukturformel in Abbildung 9 dargestellt ist, und Fructose eine Strukturformelgleichung! Stellen Sie hierbei die Fructofuranose in der Haworth-Projektion dar und benennen Sie den Bindungstyp! An der Reaktion nicht beteiligte Molekülbestandteile des Porphyrins können mit R abgekürzt werden. [5 BE]
- 4.2 Erklären Sie das Phänomen der Mutarotation und erläutern Sie, weshalb es in diesem Fall nicht zu beobachten ist! [6 BE]

Abbildungen:

1 verändert nach: R. Emerson: *Chlorophyll Content and Rate of Photosynthesis*. Proc. N. A., 1929, S. 15

2 verändert nach: G. Richter: *Stoffwechselfysiologie der Pflanzen*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1998, 6. Auflage, S. 161

2011/C1

- 1 Das häufigste Kohlenhydrat in der Sojabohne stellt das Tetrasaccharid Stachyose dar. Es kann folgendermaßen beschrieben werden: α -D-Galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- α -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)- β -D-fructofuranosid. In diesem Molekül sind somit zwei α -D-Galactosemonomere (1 \rightarrow 6)-glycosidisch verknüpft. Diese Einheit ist wiederum (1 \rightarrow 6)-glycosidisch mit einem Glucosemonomer verbunden, an dem über eine (1 \rightarrow 2)-glycosidische Bindung ein Fructosemonomer hängt. Das Monosaccharid Galactose unterscheidet sich in der Fischerprojektion von der Glucose lediglich durch die Stellung der Hydroxygruppe am C-4-Atom.
- 1.1 Zeichnen Sie die Haworth-Projektionsformel der Stachyose! [6 BE]
- 1.2 Mit Stachyose wird eine Fehling-Probe durchgeführt. Beschreiben Sie die Durchführung der Fehling-Probe und leiten Sie aus der Haworth-Projektionsformel das zu erwartende Versuchsergebnis ab! [7BE]

2011/C2

Als Folge von Bewegungsmangel und falscher Ernährung ist *Diabetes mellitus* Typ 2 besonders in Industrieländern weit verbreitet.

- 1 Eine Möglichkeit der biochemischen Diagnose dieser auch als „Zuckerkrankheit“ bekannten Stoffwechselanomalie ist der sog. GOD-Test. Hierbei wird durch das Enzym Glucoseoxidase D-Glucose in Anwesenheit von Wasser und Luftsauerstoff am C1-Atom zu Gluconsäure oxidiert. Der GOD-Test zeigt bei verschiedenen Zuckerlösungen unter den angegebenen Versuchsbedingungen folgende Ergebnisse:

| Ansatz | Zuckerlösung | Versuchsbedingungen | Testergebnis |
|--------|----------------------|---|--------------|
| A | α -D-Glucose | frisch bereitete Lösung, Raumtemperatur | negativ |
| B | β -D-Glucose | frisch bereitete Lösung, Raumtemperatur | positiv |
| C | α -D-Fructose | frisch bereitete Lösung, Raumtemperatur | negativ |
| D | β -D-Fructose | frisch bereitete Lösung, Raumtemperatur | negativ |
| E | Saccharose | frisch bereitete Lösung, Raumtemperatur | negativ |
| F | β -D-Glucose | frisch bereitete Lösung, siedend | negativ |
| G | Saccharose | Kochen mit Salzsäure, Neutralisation, Erkalten auf Raumtemperatur | positiv |

- 1.1 Formulieren Sie die Hypothese, die der Wissenschaftler mit den Versuchen A bis E überprüfen wollte, und erläutern Sie die Enzymeigenschaft mithilfe einer Modellvorstellung! [5 BE]
- 1.2 Erläutern Sie die jeweils unterschiedlichen Versuchsergebnisse bei folgenden Ansatzpaaren: Ansatzpaar 1 (B und F) und Ansatzpaar 2 (Bund G)! Chemische Reaktionen der Zucker sind unter Mitverwendung von Haworth-Projektionsformeln zu beschreiben! [9 BE]

2011/C2

- 2.2 Ein weiteres Süßungsmittel ist D-Sorbit (Hexan-1,2,3,4,5,6-hexaol). Das D-Sorbit-Molekül weist in der Fischerprojektion an den Kohlenstoffatomen C² bis C⁵ dieselbe Orientierung der Hydroxy-Gruppen auf wie D-Glucose. In der Leber wird D-Sorbit zu D-Fructose oxidiert. Diese Reaktion wird durch das Proteidenzym Sorbitdehydrogenase katalysiert, dessen Cofaktor direkt in die Atmungskette eingeschleust wird.
- 2.2.1 Erstellen Sie für die angegebene Umsetzung eine Reaktionsgleichung mit Fischer-Projektionsformeln! Cofaktoren können in üblicherweise abgekürzt werden. [5 BE]