

Abituraufgaben

Aufgabe II Haupttermin 2000
Aufgabe I 1 Haupttermin 1988

Michael Kopp

Version β_2

Abi 2000

Aufgabe 1.1

Die Bausteine:

1. links oben: α -D-Glucopyranose
2. rechts oben: β -D-Fructofuranose
3. mittig unten: α -D-Glucopyranose

Die Verbindungen

- Die Bausteine 1 und 2 sind diglycosidisch 1 \rightarrow 2 verknüpft
- Die Bausteine 3 und 2 sind monoglycosidisch 1 \rightarrow 3 verknüpft

Aufgabe 1.2

Saure Hydrolyse

Von dem Trisaccharid stellt man eine wässrige Lösung her. Zu dieser gibt man anschließend Salzsäure $c \approx 1 \frac{mol}{l}$, etwa $\frac{1}{10}$ des Volumens der Trisaccharidlösung. In einem heißen Wasserbad $\vartheta \approx 90^\circ$ lässt man die Lösung dann etwa 5 min stehen. Danach neutralisiert man sie mit Natronlauge $c \approx 1 \frac{mol}{l}$, indem man das selbe Volumen an Natronlauge zugeibt, wie man vorher an Salzsäure zugegeben hat.

Entstehende Disaccharidmoleküle

Eines der Disaccharide ist die Saccharose - als Rohr-, Rüben- oder Haushaltszucker bekannt (die beiden oberen Bausteine verbunden).

Reaktion auf Fehlingprobe

Damit die Fehlingprobe positiv ausfällt, ist es nötig, das an dem zu untersuchenden Molekül eine oxydierbare Gruppe ist - also dass das Molekül reduzierend wirken kann.

Das eine entstehende Disaccharid - aus dem rechten oberen und dem und dem mittleren unteren Molekül zusammengesetzt - hat eine glykosiedische OH-Gruppe (diese ist bei der Hydrolyse entstanden). An dieser Stelle kann der Fructofuranosering aufgelöst werden, damit die Fructose dann in Kettenform vorliegt. Eigentlich ist die Fructose aber ja eine Ketohexose und sie dürfte mit ihre Ketogruppe nicht reduzierend wirken, und somit bei der Fehlingprobe nicht positiv ausfallen. Da sich die Fehlingprobe jedoch in (stark) alkalischem Milieu abspielen muss, kann die Fructose ihre Ketogruppe an C_2 in eine Aldehydgruppe an C_1 umwandeln (wodurch dann Glucose oder Manose vorliegt; diesen Vorgang bezeichnet man als Keto-Enol-Tautomerie). Diese wirkt wieder reduzierend und so kann die Fehlingprobe hier anschlagen.

Das Saccharosemolekül dagegen ist diglycosidisch verknüpft. Das heißt, es liegt keine freie glycosiedische OH-Gruppe vor und somit kann sich keiner der beiden Ringe öffnen um reduzierend zu wirken. Hier kann die Fehlingprobe also nicht anschlagen.

Aufgabe 1.3

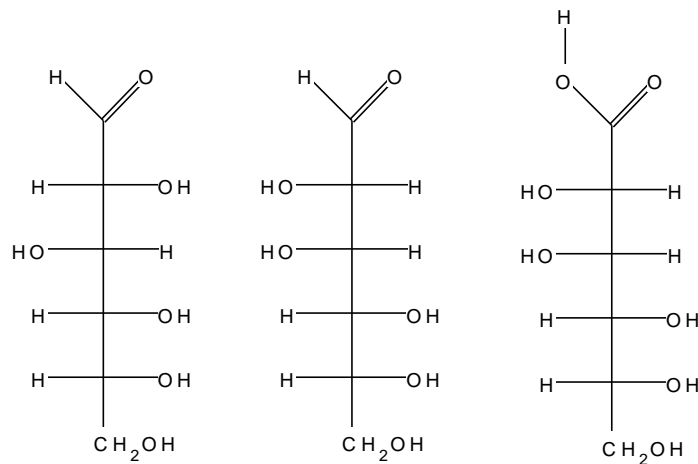


Abbildung 1: V.l.n.r.: Glucose, Mannose und Mannonsäure (der Stoff, der durch Oxydation am C_1 -Atom der Manose entsteht)

Wenn Fructose von seiner Ringform in seine Kettenform überwechselt, so hat es am C_2 -Atom eine Ketogruppe ($C=O$). Aufgrund seiner Doppelbindung zeigt diese Ketogruppe in keine klare Richtung (nach rechts oder links). Erst wenn sich die Keto-hexose Fructose im alkalischen Milieu zur Aldohexose wird¹, bekommt sie am C_2 -Atom eine OH-Gruppe. Sobald dies geschehen ist, handelt es sich beim C_2 -Atom um ein asymmetrisches Kohlenstoffatom, und es wird entscheidend, in welche Richtung seine Gruppen zeigen. Mannose und Glucose unterscheiden sich in ihrer Strukturformel nur in der Richtung dieser neu entstehenden OH-Gruppe am C_2 (Siehe Abb. 1).

Aufgabe 1.4

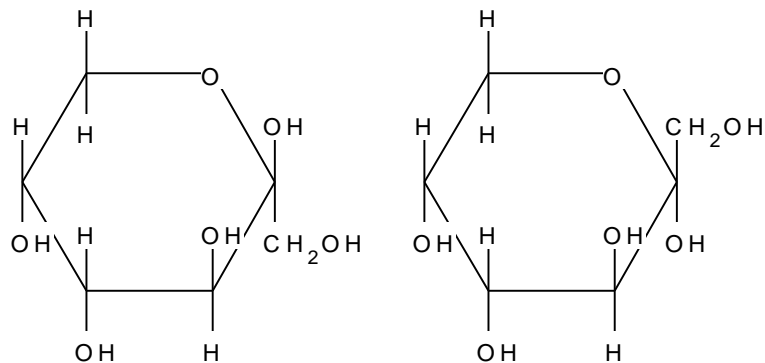


Abbildung 2: Pyranoseformen der Fructose: Links: β -D-Fructopyranose, rechts: α -D-Fructopyranose

¹Dieser Vorgang wird als *Keto-Enol-Tautomerie* bezeichnet

Abi 1988

Aufgabe 1

Raffinose besteht aus Galactose², Glucose und Fructose

- Ja Der mittlere Baustein der Raffinose ist α -D-Glucopyranose - es bräuchte also nur die beiden glycosidischen Bindungen aufzulösen und schon hätte man die D-Glucose.....
- Ja Der rechte Baustein der Raffinose ist β -D-Fructofuranose - auch er könnte bei der Hydrolyse einfach abgespalten werden.
- Nein D-Ribose ist eine Pentose - hat also nur 5 C-Atome. Die hier gezeigten Zucker haben jedoch allesamt jeweils 6 C-Atome. Bei einer Hydrolyse ist es nicht möglich, dass die Monosaccharide selbst weiter gespalten werden.
- Ja Saccharose besteht aus α -D-Glucopyranose und β -D-Fructofuranose diglycosidisch 1 \rightarrow 2 verknüpft - das sind genau die beiden rechten Bausteine. Es braucht also nur die linke glycosidische Bindung gelöst zu werden.
- Nein Maltose enthält zwei Glucosemoleküle - in Raffinose ist jedoch nur eines enthalten.

Aufgabe 2

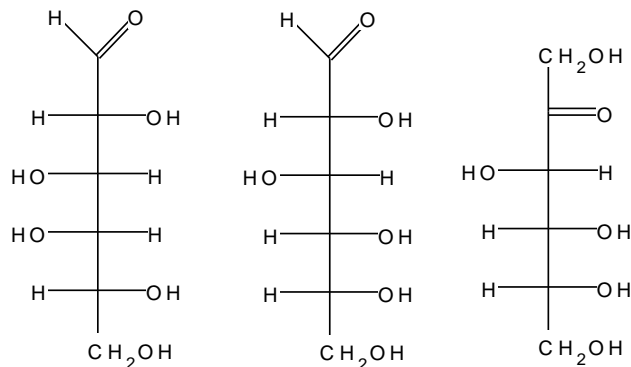


Abbildung 3: V.l.n.r.: D-Galactose, D-Glucose, D-Fructose

Aufgabe 3

Wenn ein Stoff optisch aktiv ist, so bedeutet das, dass er in der Lage ist, Die Schwingungsebene linear polarisierten Lichtes zu drehen. Schickt man durch eine Lösung eines optisch aktiven Stoffes also Licht, das beispielsweise horizontal linear polarisiert ist, so wird es nach dem Durchqueren der Lösung nicht mehr horizontal polarisiert sein, sondern die Polarisierungsebene wird sich um einen Winkel gedreht haben, der abhängig ist von der Konzentration der Lösung, der Temperatur der Lösung, der Länge der Strecke, die das Licht durch die Lösung nehmen muss, sowie der Wellenlänge (bzw. den Wellenlängen) des Lichtes, das die Lösung durchquert. Die Drehung der Lichtebene kann dabei im oder entgegen dem Uhrzeigersinn geschehen.

Ausgelöst wird optische Aktivität durch asymmetrische C-Atome (also C-Atome, die an jeder ihrer 4 Bindungen einen anderen Rest gebunden haben). Von der Strukturformel ausgehend kann man nicht bestimmen, um wie stark eine Lösung des Stoffes Licht ablenken wird - oder in welche Richtung -, man kann aber sagen, wie das Enantiomer des Stoffes optisch aktiv sein wird: Von einem Enantiomer wird das Licht immer um den selben

²Gemein! Die am weitesten links sitzende OH-Gruppe und ihr „unterer“ Nachbar zeigen beide nach oben. Wenn es sich hierbei um Glucose handeln würde, müsste die am weitesten links stehende OH-Gruppe nach unten zeigen.

Betrag gedreht, aber eben in die andere Richtung (also beispielsweise 30° entgegen dem Uhrzeigersinn, anstatt 30° mit dem Uhrzeigersinn).

Aufgabe 4

Ich vermute, dass die Fehlingprobe bei Raffinose nicht anschlagen wird, bei ihren Einzelbauteilen jedoch sehr wohl. Meine Vermutung gründet darauf, dass für eine positive Fehlingprobe eine reduzierende Gruppe vorhanden sein muss; Ca^{2+} wird nämlich zu $Ca_2^I O$ reduziert³, welches dann für die ziegelrote Farbe sorgt.

Bei den Bausteinen der Raffinose liegen diese vor: Galactose und Glucose haben jeweils ihre Aldehydgruppen (am C_1) und Fructose ändert in der stark alkalischen Umgebung einer Fehlingprobe ihre Struktur: Aus der Ketogruppe am C_2 wird eine Aldehydgruppe am C_1 (man nennt diesen Vorgang Keto-Enol-Tautomerie), die dann wieder reduzierend wirken kann. Die Aldehydgruppen sind nur dann zugänglich, wenn das Molekül in der Kettenform vorliegt. Dies ist nur möglich, wenn die glycosidische OH-Gruppe ungebunden vorliegt - dann kann sich der Ring zur Kette öffnen.

Bei der Raffinose haben jedoch alle glycosidischen OH-Gruppen glycosidische Bindungen eingegangen. Erst wenn diese gelöst werden - wie beispielsweise durch eine Hydrolyse - kann sich wieder eine Kette mit Aldehydgruppe bilden, die dann wieder reduzieren kann.

Sobald also irgendeiner der Bausteine durch Hydrolyse abgetrennt wird, reagiert das entstehende Stoffgemisch auf die Fehlingprobe positiv (da immer ein reduzierender Stoff vorhanden ist). Es ist jedoch nicht unbedingt gesagt, dass auch alle *einzelnen* Bestandteile des Hydrolysats auf Fehling positiv anschlagen: Alle drei Monosaccharide tun es (wie oben beschrieben). Ein Disaccharid, bestehend aus den beiden linken Monosaccharidbausteinen, reagiert auf eine Fehlingprobe ebenfalls positiv. Saccharose dagegen (aus den beiden rechten Bausteinen) wirkt nicht reduzierend (da keine glycosidische OH-Gruppe frei liegt), und würde somit auf eine Fehlingprobe nicht positiv reagieren.

Aufgabe 5

Ein Verfahren, mit dem es möglich sein könnte, die Saccharide voneinander zu trennen, ist die Chromatographie. Auf die untere Kante einer Fläche („stationäre Phase“) wird dazu die Lösung aufgetragen und diese Fläche wird in Lösungsmittel („Mobile Phase“) gestellt (hier: Wasser). Nun wandert die Grenze des Wassers weiter nach oben und nimmt die Saccharide mit - aber eben unterschiedlich weit, bzw. unterschiedlich schnell. Für jedes Saccharid gibt es eine spezifische Distanz, die es unter bestimmten Bedingungen zurücklegt.

Um die Saccharide sichtbar zu machen, gibt es diverse Sprühreagenzien. Diese werden einfach auf die Fläche aufgesprüht. Nachdem sie mit den Sacchariden unterschiedlich reagiert haben, kann man daraus Schlüsse ziehen, um welches Saccharid es sich handelt. Manchmal muss man die Fläche auch unter UV-Licht betrachten, um die Flecken der getrennten Stoffe sehen (und unterscheiden) zu können.

³Die Oxidationszahl des Ca verändert sich von II (2+) auf I, es werden also Elektronen aufgenommen, also handelt es sich um eine Reduktion.