

# Material zur Vorbereitung der Prüfung im Fach Chemie

## 1 Empfohlene Literatur

Duden Basiswissen Schule: Abitur Chemie

Schulbücher für die Sekundarstufe II:

- Chemie im Kontext, CVK Verlag
- Elemente Chemie II, Klett Verlag
- Chemie S II, C.C.Buchners Verlag
- Chemie heute S II, Schroedel Verlag

## 2 Struktur der Klausur

Die Klausur besteht aus zwei Teilen.

Der erste Teil besteht aus Multiple Choice Fragen und behandelt allgemeine Grundlagen der Chemie. Themen sind die Kapitel 3, 4, 5.1, 7.2, 9.1 – 9.4. Die Gewichtung beträgt 1/3 des Gesamtgewichtung.

Der zweite Teil umfasst eine oder zwei Aufgaben, die sich auf zwei verschiedene Themenfelder des Buches Duden Abitur Chemie beziehen. Die Aufgaben haben gleiche Gewichtung; der zweite Teil macht ca. 2/3 der Gesamtgewichtung aus.

Für die Bearbeitung darf ein handelsüblicher Taschenrechner benutzt werden.

Die Note ausreichend wird gegeben, wenn ein Kandidat mindestens 45% des Erwartungshorizontes erfüllt, für die Vergabe der Note gut müssen mindestens 75% erreicht werden.

## 3 Beispielaufgabe

**Inulin** ist ein Polysaccharid, das z. B. in den Wurzeln der Dahlie und des Löwenzahns vorkommt, mit einer relativen Molmasse von 5200. Die monomeren Bausteine des Polysaccharids sind über  $\beta(2-1)$  Bindungen miteinander linear verknüpft und  $C_6H_{12}O_6$ -Moleküle.

A) Bei einer Untersuchung einer wässrigen Lösung und eines enzymatischen Hydrolyseproduktes wurden folgende Ergebnisse erzielt:

	Tollens-Probe	Fehling-Probe	Seliwanoff-Probe
<b>Wässrige Lösung des Inulins</b>	negativ	negativ	----
<b>Hydrolyseprodukt des Inulins</b>	positiv; (langsame, nicht eindeutige Reaktion*)	positiv	positiv (schnelle intensive Rotfärbung)

\*) vermutliche Ursache der positiven Reaktion ist die Keto-Enol-Tautomerie.

B) Das Monomere ergibt das gleiche **Osazon** wie Glucose.

C) Das Hydrolysat zeigt im Polarimeter **Mutarotation**; eine entsprechende Lösung ergibt bei einer Rohrlänge von  $l=10$  cm einen Drehwinkel  $\alpha = -10^\circ$ !

## Arbeitsaufträge

1. Erläutern Sie, was durch die Proben *Tollens*-, *Fehling*- und *Seliwanoff*-Probe nachgewiesen wird und geben Sie für die *Tollens*- und *Fehling*-Probe vereinfachte Reaktionsschemata an.
2. Machen Sie unter Einbeziehung der Untersuchungsergebnisse einen begründeten Vorschlag zum Aufbau des Inulin, indem Sie
  - a. das gesuchte Monomere (als Strukturformel) angeben,
  - b. einen Formelausschnitt des Polysaccharids (max. vier Einheiten) angeben,
  - c. und eine Angabe zur Anzahl der Monomere machen.
3. Erläutern Sie, warum bei dem gesuchten Monomer Mutarotation auftritt und berechne die Massenkonzentration  $\beta$  des gesuchten Monomeres im vorliegenden Fall.
4. Erörtern Sie unter Beachtung der Ergebnisse des Hydrolyseproduktes bei der *Tollens*-Probe, ob das Inulin in der Ernährung die Stärke ersetzen kann. Benutzen Sie dazu auch Strukturformeln.

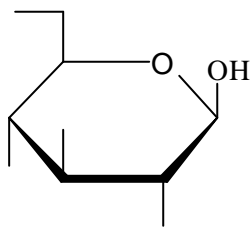
### Hilfen:

$$a_{\text{spez.}} = - 92,4 \text{ ml/g} \cdot \text{dm}$$

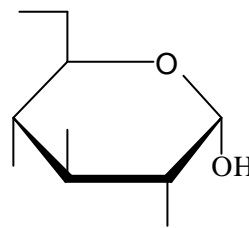
Fehling-Reagenz: Eine alkalische Lösung aus Kupfer(II)sulfat und Kalium-Natrium-Tartrat

Tollenz-Reagenz: „Silberspiegelprobe“  
Eine ammoniakalische Silbernitratlösung.

Die Strukturen der Monomere können vereinfacht gezeichnet werden, z. B.:



$\beta$ -D-Glucose

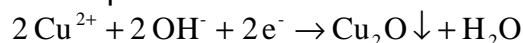


$\alpha$ -D-Glucose

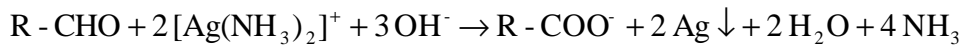
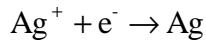
## 4 Erwartungshorizont

### 1.

Erhitzt man einen reduzierenden Zucker mit Fehling-Lösung wird der Zucker oxidiert und  $\text{Cu}^{2+}$  zu  $\text{Cu}^+$  reduziert, was an dem roten Niederschlag des Kupferoxides zu erkennen ist:



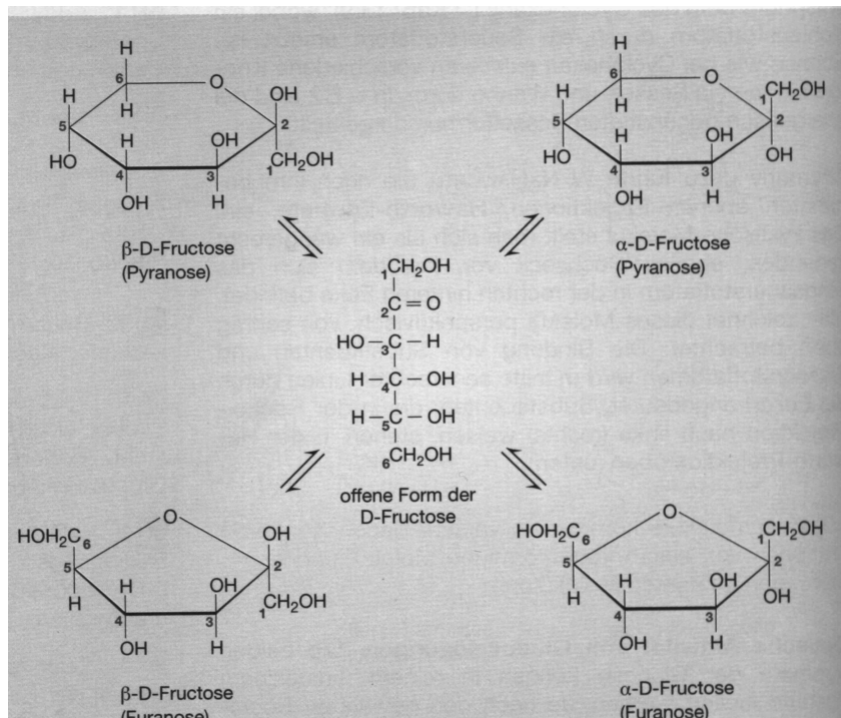
Auch die Tollens-Reaktion ist eine Red-Ox-Reaktion. Auch hier wird eine funktionale Gruppe, z.B. eine Aldehydgruppe des Zuckers oxidiert und Silberionen reduziert:



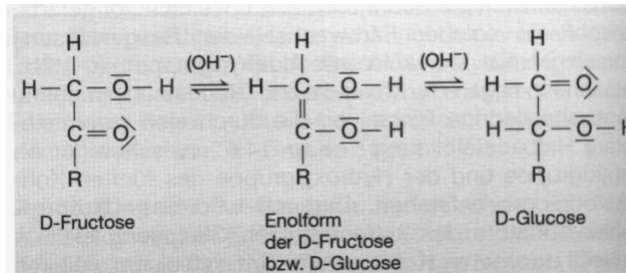
Die *Seliwanoff*-Reaktion ist eine Ketohexosen-Nachweisreaktion!

## 2.

Aufgrund der positiven *Seliwanoff*-Reaktion muss das Monomere eine Ketose sein. Mit Ketosen ergibt sich eine sofortige tiefrote Färbung, mit Glucose nach 6-8 Minuten eine hellrote Färbung infolge von Keto-Enol-Tautomerie. Infolge der Osazonbildung unterscheidet sich das Monomere von der Glucose nur am zweiten C-Atom, d.h. es muss sich um Fructose handeln. Dies erklärt auch die positive Tollens-Reaktion, die erst nach Umlagerung und Bildung einer Aldehydgruppe am C1 erfolgreich ablaufen kann:



Die relative Molmasse eines Einfach-Zuckers ist 180 u; da die relative Molmasse des Polysaccharides hier 5200 ist, besteht der Vielfachzucker aus  $5200/180=29$  (bis 30) Bausteinen.



Die Keto-Enol-Tautomerie ist eine intramolekulare Protonenwanderung.

Die Kettenform eines Monosaccharides und ihre Ringformen stellen Tautomere dar. In Lösung besteht zwischen den Formen eine Gleichgewichtseinstellung, die man Mutarotation nennt. Man kann sie mittels eines Polarimeters verfolgen, wenn man eine reine Substanz (z.B. die  $\alpha$ -Form) auflöst und die Änderung des Drehwinkels beobachtet. (Formeln siehe bitte Nr. 2.2 unterer Teil)

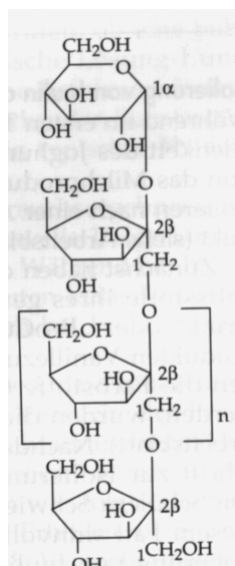
Der Drehwinkel der optischen Aktivität wird bestimmt nach der Formel:

$$a_{\text{spez.}} = \frac{a_{\text{gemessen}}}{b \cdot d}$$

Durch Einsetzen und Umformen der Gleichung und unter Beachtung, dass unter Massenkonzentration die Masse des Stoffes A in Gramm pro Volumen in Liter gilt, ergibt sich:

$$b = \frac{-10 \cdot \text{g} \cdot \text{dm}}{-92,4 \text{ ml} \cdot 1 \text{ dm}} = 108,22 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Ausschnitt: Da es sich um einen nichtreduzierenden Zucker handelt, muss eine 1,2-glykosidische Bindung vorliegen, die durch die Vollacetalbildung am C2 des Zuckers die Oxidation an der C2-Keto-Gruppe verhindert.



Die Benennungen D und L bezeichnen die Lage der Hydroxyl-Gruppe am vorletzten C-Atom in der Fischer-Projektion. Da die C-Atome 3, 4 und 5 im Fructose-Molekül chiral sind, können sie in der Projektion „links“ oder „rechts“ stehen. Die Bezeichnungen haben nichts mit der Richtung der optischen Drehung zu tun, sie beziehen sich nur auf die Fischer-Projektionen.

4.

Bei einer positiven *Tollens*-Probe muss davon ausgegangen werden, dass Inulin Stärke in der Ernährung zumindest teilweise ersetzen kann. Beim enzymatischen Abbau des Inulin entsteht Fructose, die sich in Glucose umlagern kann und dann in den Glykolyse-Prozeß eingebunden werden kann. Zudem tritt beim Polysaccharid-Abbau ohnehin ein Derivat der Fructose auf: Fructose-6-Phosphat.

