Abiturtraining 7: Kohlenhydrate

Ein Beitrag von Dennis Dietz

© yulka3ice/iStock/Getty Images Plus

Dieser siebte Beitrag der Reihe „Abiturtraining“ nimmt das bedeutsame Thema der Kohlenhydrate in den Blick. Auf drei unterschiedlichen Niveaustufen können die Schülerinnen und Schüler wesentliche Inhalte dieses Themenfelds wiederholen und vertiefen. Dazu gehören die Definition der Stoffklasse der Kohlenhydrate, Klassifizierung von Kohlenhydraten nach verschiedenen Kriterien, die Stereochemie der Kohlenhydrate, die Struktur der Glukose inklusive der Ringbildung, die glykosidische Bindung als Verknüpfungseinheit zwischen Monosacchariden zum Aufbau von Di- und Polysacchariden, typische Nachweisreaktionen dieser Stoffklasse, das Erklären von Eigenschaften der Kohlenhydrate mithilfe des Struktur-Eigenschaft-Basiskonzepts und die Berechnung des Brennwerts von Kohlenhydraten. Bei der Konzeption der differenzierten Aufgaben wurden alle vier Kompetenzbereiche berücksichtigt, um ein möglichst effektives Training für das Abitur zu gewährleisten.

VORSCHAU

netzwerk lernen

zur Vollversion

Abiturtraining 7: Kohlenhydrate

Niveau: wiederholend, vertiefend

Klassenstufe: 11–13

Autor: Dennis Dietz

Methodisch-didaktische Hinweise 1

M 1: Einleitung für die Schülerinnen und Schüler 2

M 2: Aufgaben 7

M 3: Aufgaben 9

M 4: Aufgaben 11

Lösungen 14

Literatur 29

© RAABE 2022

VORSCHAU

Erklärung zu Differenzierungssymbolen

	Finden Sie dieses Symbol in den Lehrerhinweisen, so findet Differenzierung statt. Es gibt drei Niveaustufen, wobei nicht jede Niveaustufe extra ausgewiesen wird.

Grundlegendes Niveau	Mittleres Niveau	Erweitertes Niveau

netzwerk lernen

zur Vollversion

Abiturtraining 7: Kohlenhydrate

Methodisch-didaktische Hinweise

Dieses Material ist das siebte einer Reihe von Übungsaufgaben, die eine gezielte Vorbereitung auf das Abitur ermöglichen sollen. Ziel dieses siebten Materials ist es, den Schülerinnen und Schülern nach einer kurzen theoretischen Einleitung in das Themenfeld „Kohlenhydrate" Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade und Kompetenzbereiche im Sinne eines Aufgabenpools anzubieten. Diese Aufgabensammlung kann sowohl von der Lehrperson als diagnostisches Instrument eingesetzt werden, um Informationen über den Wissensstand einer Lerngruppe zu erheben, als auch den Schülerinnen und Schülern als bewertungsfreien Lernraum zum selbstständigen Auffrischen, Anwenden und Vertiefen von Unterrichtsinhalten zur Verfügung gestellt werden. Im Sinne der Differenzierung werden die Aufgaben in drei verschiedene Niveaus eingeteilt, sodass sich der/die leistungsstärkere Schüler/in schwerpunktmäßig auf anspruchsvollere Aufgaben konzentrieren kann, während der Schüler/die Schülerin mit höherem Nachholbedarf mit einfacheren Aufgaben beginnen darf, um sich dann nach und nach an die komplexeren Aufgabenstellungen heranzuwagen. Ob eine Aufgabe von mir als leichter eingeschätzt wird, kann sowohl vom Anforderungsniveau (Reproduktion, Anwendung, Transfer) als auch vom Aufgabenformat (geschlossen, halb offen, offen) als auch natürlich von der Kombination dieser zwei Dimensionen abhängen. Die Aufgaben sprechen unterschiedliche Kompetenzen an, so werden neben Fachwissen auch Kommunikation, Erkenntnisgewinnung und Bewertung berücksichtigt.

In diesem siebten Beitrag geht es inhaltlich um:

Definition der Stoffklasse der Kohlenhydrate, Klassifizierung von Kohlenhydraten nach verschiedenen Kriterien, die Stereochemie der Kohlenhydrate, die Struktur der Glukose inklusive der Ringbildung, die glykosidische Bindung als Verknüpfungseinheit zwischen Monosacchariden zum Aufbau von Di- und Polysacchariden, typische Nachweisreaktionen dieser Stoffklasse, das Erklären von Eigenschaften der Kohlenhydrate mithilfe des Struktur-Eigenschaft-Basiskonzepts und die Berechnung des Brennwerts von Kohlenhydraten.

© RAABE 2022

VORSCHAU

netzwerk lernen

zur Vollversion

1. Allgemeines zur Stoffklasse der Kohlenhydrate

Obgleich bei der Verbrennung von Kohlenhydraten Wasser entsteht, ist die Bezeichnung „Kohlenhydrate" für diese Stoffklasse irreführend gewählt. Carl Schmidt ging 1844 davon aus, das die von ihm untersuchten Zucker Hydrate des Kohlenstoffs seien – also nach der Formel $C_n(H_2O)_n$ aufgebaut sind. Diese Idee war zu seiner Zeit keineswegs abwegig. So kennen Sie bereits einige Salze, wie beispielsweise das Kupfersulfat, das in Form von Hydraten vorliegen kann. Aus historischen Gründen sprechen wir also noch heute von der Stoffklasse der Kohlenhydrate, obwohl ihr struktureller Aufbau wesentlich komplexer ist.

Die Vielfältigkeit und damit die Anzahl verschiedener Kohlenhydrate ist unvorstellbar groß. Während die Vielfalt der Proteine aus einem recht kleinen Stamm von ca. 21 verschiedenen Aminosäuren herrührt, die beliebig über Peptidbindungen miteinander verknüpft werden können, ist die strukturelle Vielfalt der Kohlenhydrate mit der Vielfalt ihrer Monomere zu erklären. Die sogenannten **Monosaccharide** können Aldehydgruppen (**Aldosen**) oder Ketogruppen (**Ketosen**) besitzen. Je nach Anzahl an Kohlenstoffatomen sprechen wir von **Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen,** usw. Von besonderer Relevanz sind für uns sicherlich die Hexosen Glukose (auch Traubenzucker) und Fruktose (auch Fruchtzucker). Über glykosidische Bindungen werden Monosaccharide zu **Disacchariden** (bestehend aus zwei Monosacchariden), **Trisacchariden** (bestehend aus drei Monosacchariden) und **Polysacchariden** (mindestens elf, in der Regel mehrere hundert bis tausend Monosaccharide) miteinander verknüpft. Je nach Art der Verknüpfung können Glukosemoleküle beispielsweise zu den Polysacchariden Stärke und Zellulose verbunden werden. Ein weiterer entscheidender Faktor, der die Vielfalt dieser Stoffklasse begründet, ist in der Stereochemie zu sehen. Um diese geht es in dem folgenden Abschnitt.

© RAABE 2022

VORSCHAU

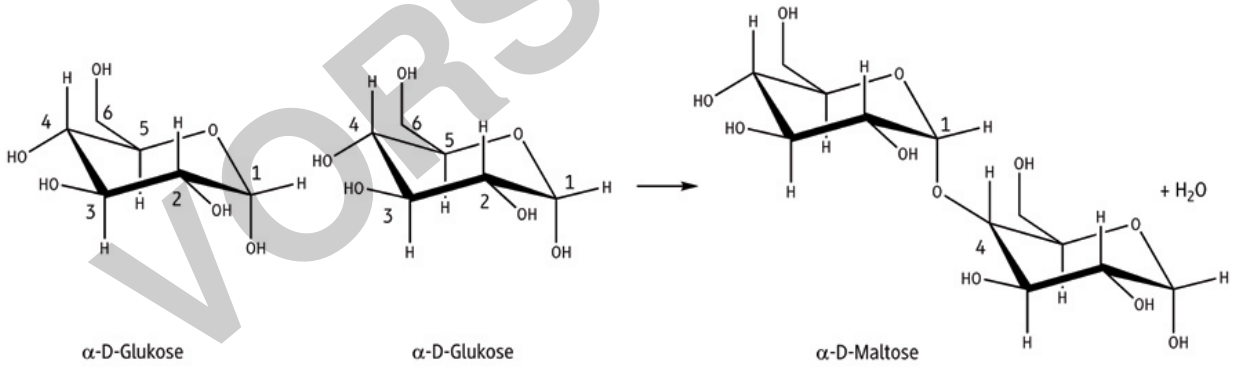
netzwerk lernen

zur Vollversion

Bei den Stoffen L- und D-Fruktose handelt es sich um **Enantiomere**, da ihre Strukturformeln sich wie Bild- und Spiegelbild zueinander verhalten. In der Natur kommen die Kohlenhydrate hautsächlich in der D-Konfiguration vor. Natürlich gibt es noch weitere Ketosen neben der Fruktose, die insgesamt sechs Kohlenstoffatome besitzen. Tauscht man die Konfiguration an nur einem Kohlenstoffatom (C3 oder C4) aus, dann erhält man einen anderen Zucker. Dieser andere Zucker ist dann ein **Diastereomer** der Fruktose. Diastereomere sind chemische Verbindungen gleicher Konstitution, aber unterschiedlicher Stereokonfiguration. Das bedeutet, dass sie sich im Gegensatz zu Enantiomeren nicht wie Bild- und Spiegelbild zueinander verhalten.

3. Die glykosidische Bindung

Die glykosidische Bindung stellt die Verknüpfungseinheit zwischen den Monosacchariden dar. Durch sie können Disaccharide und Polysaccharide gebildet werden. Bei der Ausbildung einer glykosidischen Bindung handelt es sich um eine Kondensationsreaktion, da zwei Moleküle zu einem größeren Molekül unter Abspaltung eines kleinen Moleküls, in diesem Fall ein Wassermolekül, reagieren. Die Reaktionsgleichung für die Kondensationsreaktion zweier α-D-Glukose-Moleküle lautet:



Die glykosidische Bindung wird zwischen dem C1-Atom des ersten α-D-Glukose-Moleküls und dem C4-Atom des zweiten α-D-Glukose-Moleküls ausgebildet. Da sich die Hydroxy-gruppe am C1-Atom in α-Position befindet (sie zeigt in der Haworth-Projektion nach „unten"), entsteht also eine α-1,4-glykosidische Bindung.

Glykosidische Bindungen können unter sauren Bedingungen durch die Reaktion mit Wasser gespalten werden. Eine solche Umkehrreaktion der Kondensationsreaktion

© RAABE 2022
VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion