

Химия



# УГЛЕВОДЫ





**Углеводы** – органические вещества,  
состав которых выражается формулой



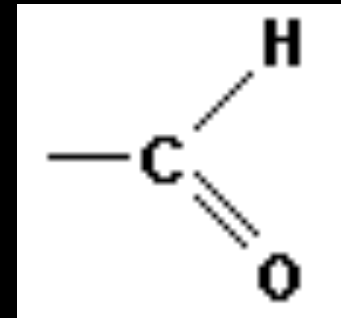


**Углеводы** - важнейшие природные соединения. Они содержатся в клетках и тканях всех растительных и животных организмов и по массе составляют основную часть органического вещества на Земле.

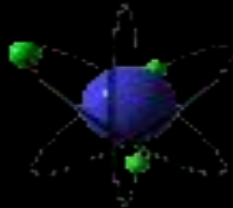
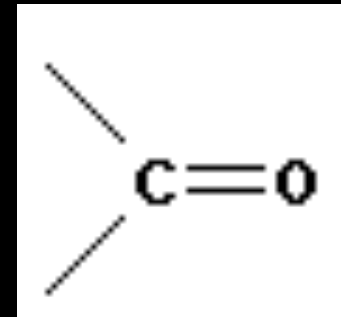
Углеводы образуются растениями в процессе фотосинтеза из углекислого газа и воды. Животные организмы не способны синтезировать углеводы и получают их с растительной пищей. Фотосинтез можно рассматривать как процесс **восстановления**  $\text{CO}_2$  с использованием солнечной энергии. Эта энергия освобождается в животных организмах в результате метаболизма углеводов, который заключается, с химической точки зрения, в их **окислении**.



Также углеводы – это полиспирты,  
содержащие альдегидную

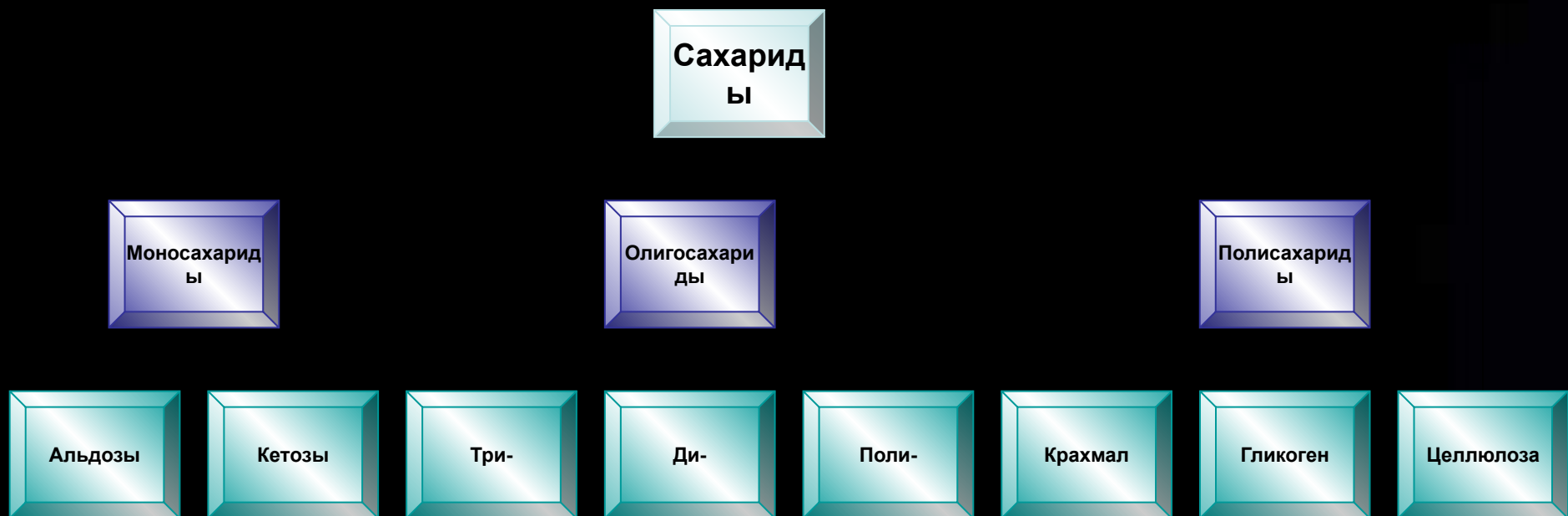


или кетонную группировку.





# Следующая схема наглядно показывает генеалогию углеводов (сахаридов):





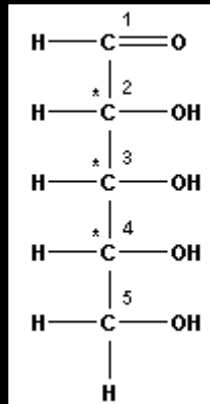
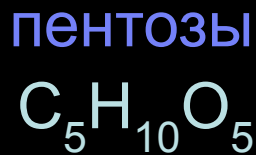
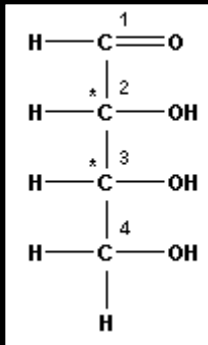
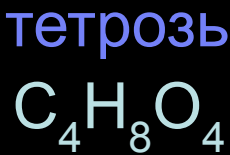
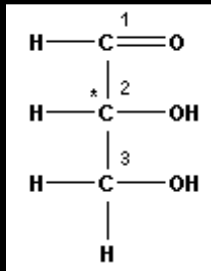
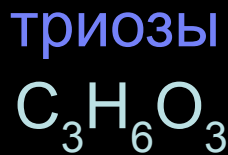
В молекуле моносахарида для указания числа углеродных атомов к корню соответствующего греческого числительного прибавляют окончание «-оза».

Моносахариды обычно изображаются формулами Фишера, в которых углеродная цепь располагается линейно. В следующей таблице приведены первые четыре типа моносахаридов.

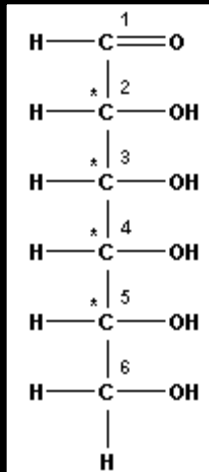
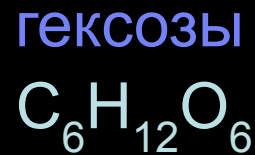
# Химия



альдозы

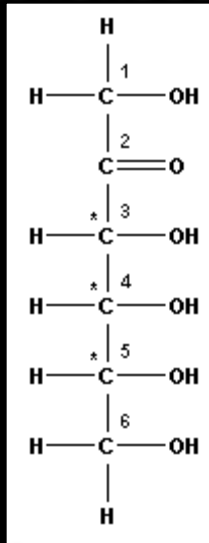
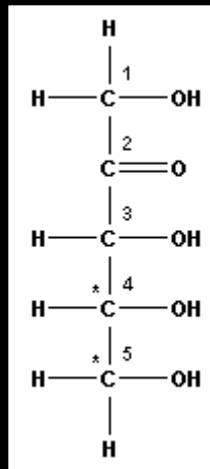
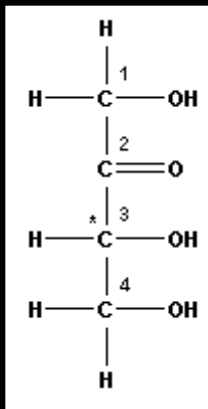
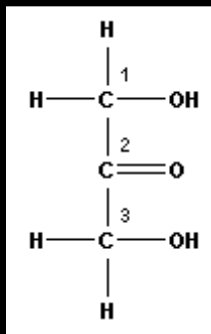


рибоза



глюкоза

кетозы



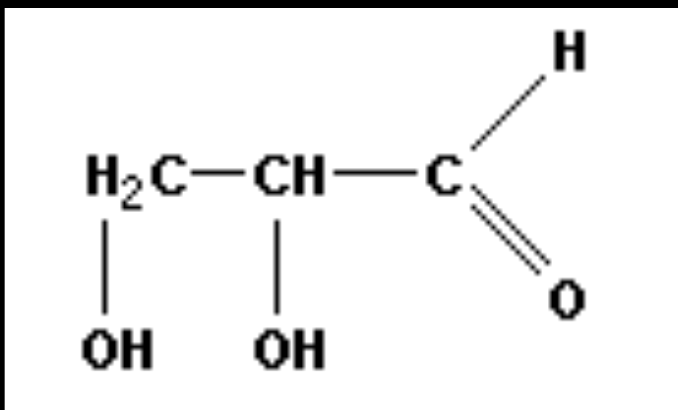
фруктоза

# Химия

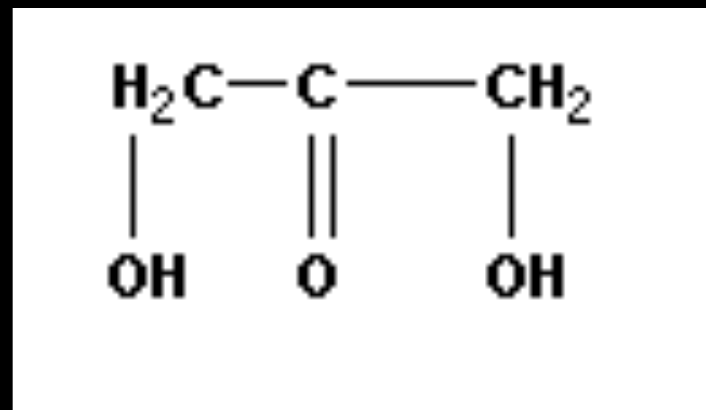


асимметрические атомы углерода,  
связанные с четырьмя разными  
заместителями.

Простейшие моносахариды триозы:



глицериновый альдегид  
(альдотриоза)



дигидроксиацетон  
(кетотриоза)

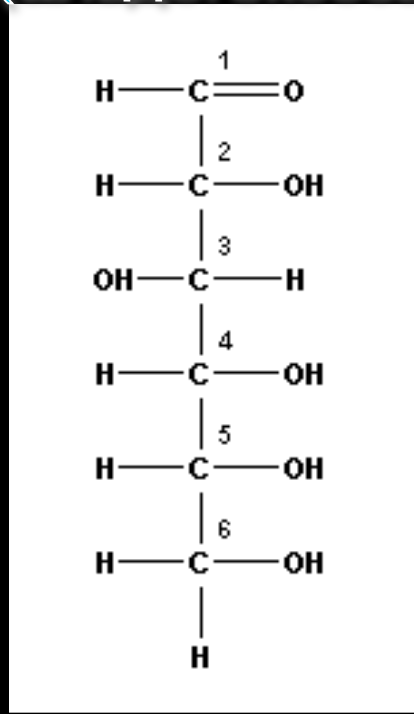




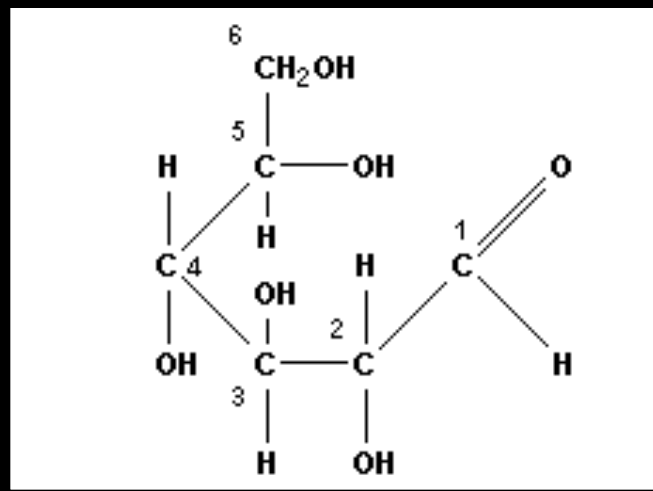
ХИМИЯ

Альдегидная (кетонная) форма моносахарида находится в равновесии со своей таутомерной циклической формой. Например, альдогексоза (глюкоза) образует циклическую форму, в основе которой лежит пирановый гетероцикл:

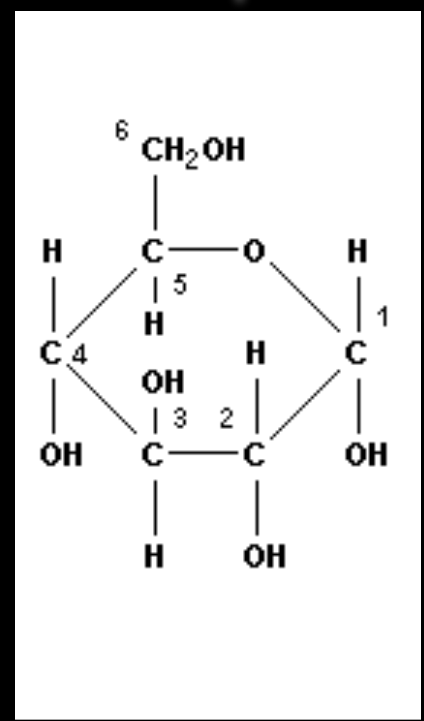
глюкоза (альдогексоза)



глюкоза

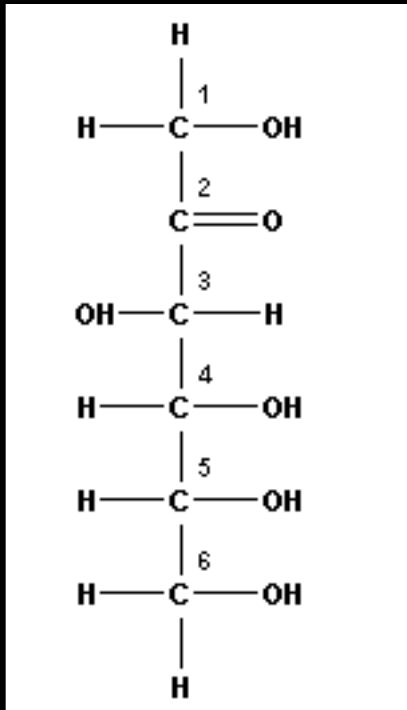


глюкопираноза

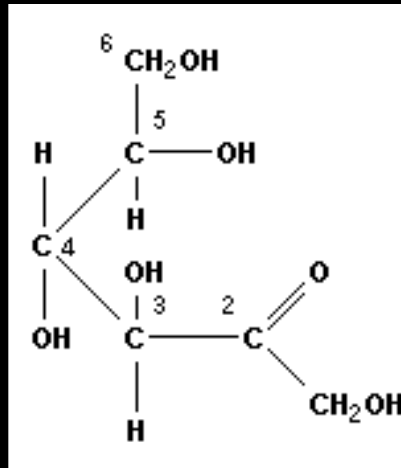




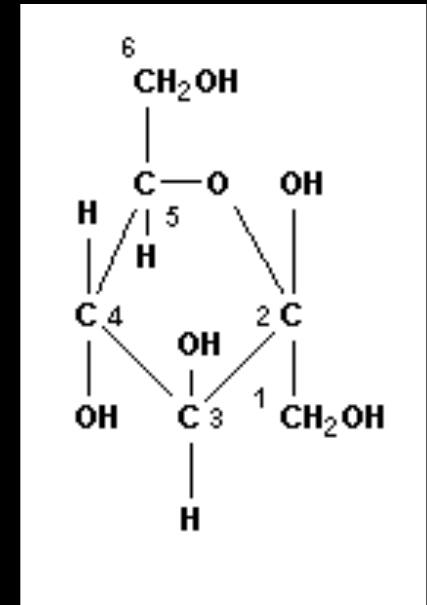
Циклизация кетогексозы (фруктозы) приводит к образованию пятичленного фуранового цикла:



фруктоза  
(кетогексоза)



фруктоза



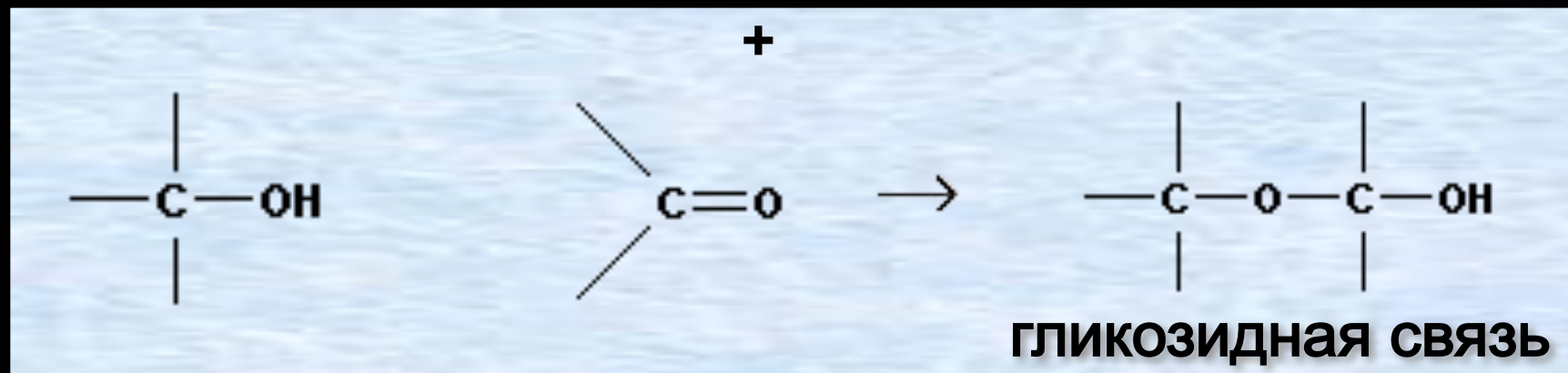
фруктофураноза





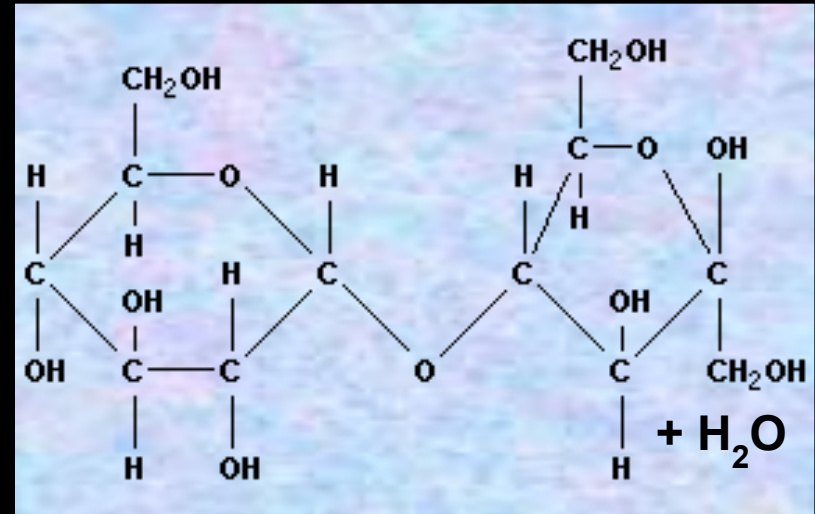
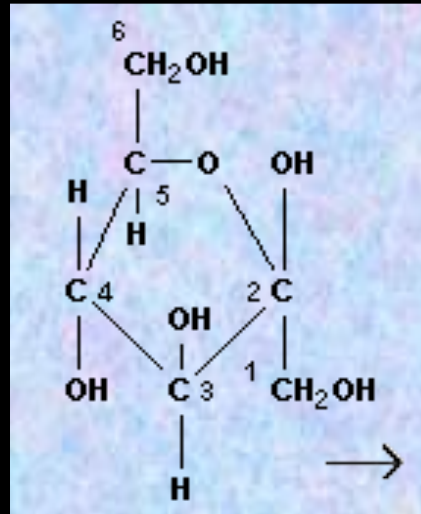
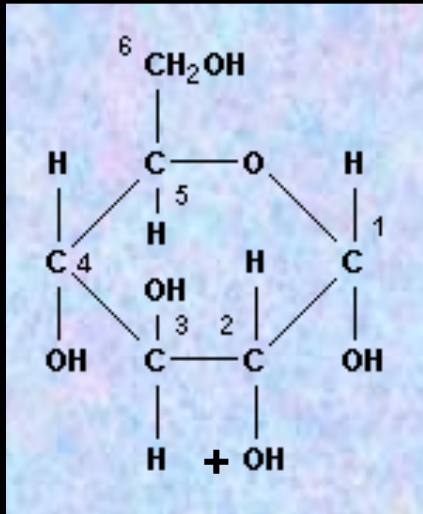
При образовании циклической структуры группа  $\text{OH}$ , связанная с  $\text{C}^1$ , может расположиться по ту же сторону от кольца, что и  $\text{OH}$  - группа, связанная с  $\text{C}^2$  ( $\alpha$ -форма) или по противоположную сторону кольца ( $\beta$ -форма), что играет существенную роль при образовании полисахаридов.

При связывании двух моносахаридов по реакции конденсации образуются дисахариды с возникновением **гликозидной связи**:



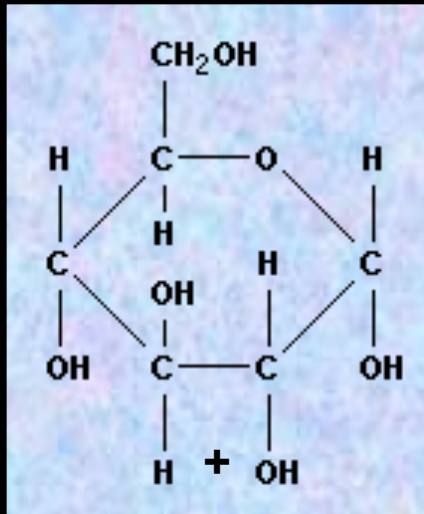


При конденсации глюкозы и фруктозы образуется дисахарид **сахароза** (пищевой сахар).

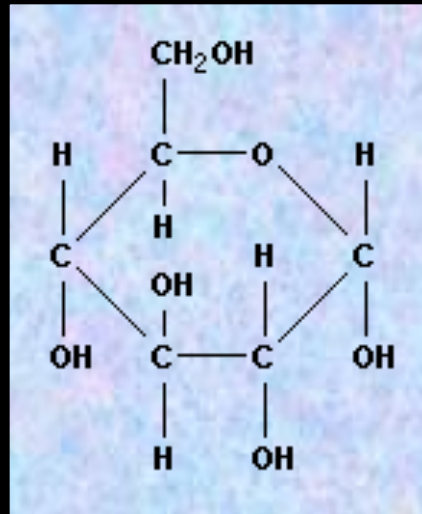




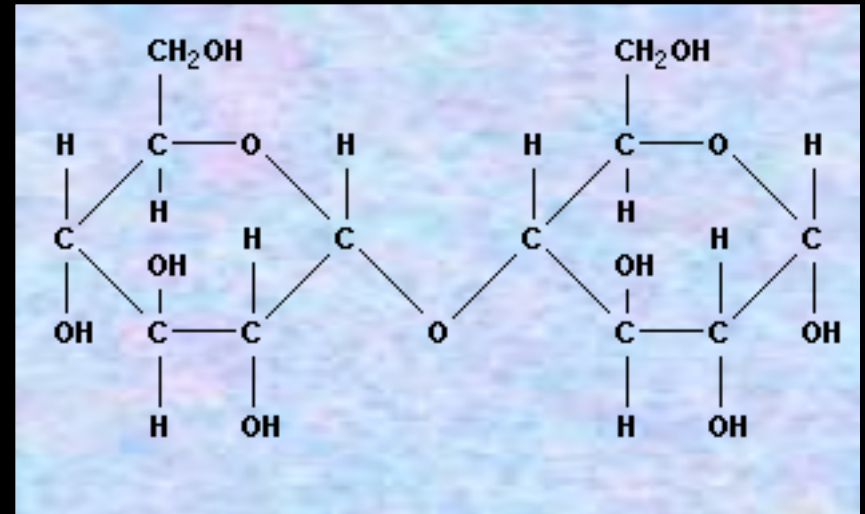
В зависимости от места образования гликозидной связи различают несколько дисахаридов: тип сахарозы ( $\alpha$ -1,2-связь), тип мальтозы ( $\alpha$ -1,4-связь), тип лактозы ( $\beta$ -1,4-связь):



глюкоза

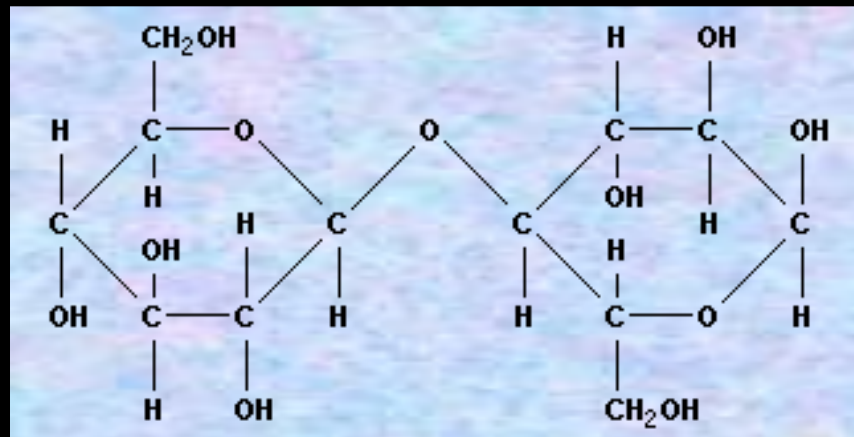


глюкоза



мальтоза  
(солодовый сахар)





Остаток глюкозы

Остаток глюкозы

*Лактоза - молочный сахар*



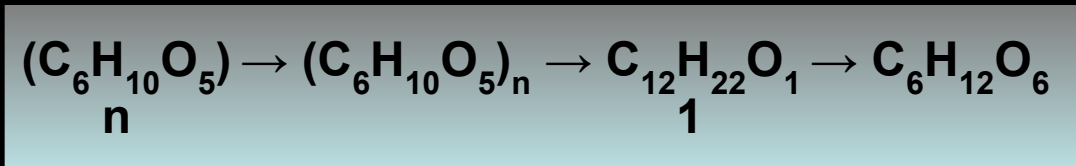


# Химия **Полисахариды** – высокомолекулярные

соединения общей формулы  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

Важнейшими представителями этих высших **полиоз** являются крахмал, гликоген, целлюлоза.

**Крахмал** – полиоза растительного происхождения, состоящая из двух фракций – амилозы и амилопектина, соотношение между которыми колеблется в пределах 1:9 – 1:4. Отличие между амилозой и амилопектином заключается в том, что в амилопектинах помимо  $\alpha$ -1,4-гликозидной связи имеются разветвления по  $\alpha$ -1,6-связи. Поскольку  $\alpha$ -1,4-гликозидная связь типична для мальтоз, то гидролиз крахмала обычно происходит по схеме



**крахмал**

**мальтоза глюкоза**

**Декстины, растворимые крахмалы**



**Гликоген** (*животный крахмал*) играет роль резервного полисахарида. Конечным продуктом сложных превращений гликогена в мышцах является молочная кислота.

Гликозидные цепи  $\alpha$ -1,4-типа в молекуле гликогена более разветвлены по связи  $\alpha$ -1,4-типа, поэтому их молекулярный вес достигает  $1 \cdot 10^6$  единиц.

**Клетчатка** (*целлюлоза*) – полисахарид, среднее число гликозидных фрагментов  $\beta$ -1,4-типа в которых достигает 6000–12000.

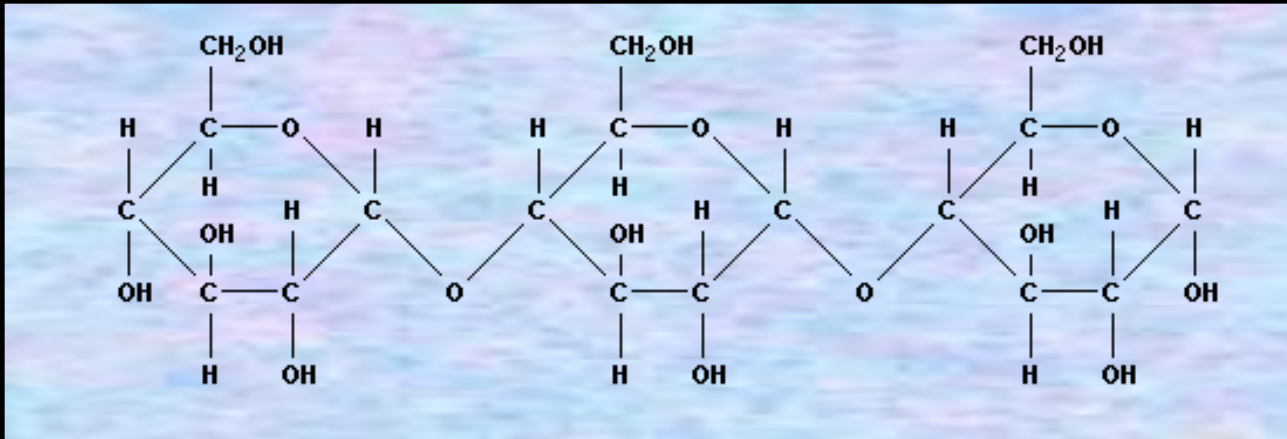




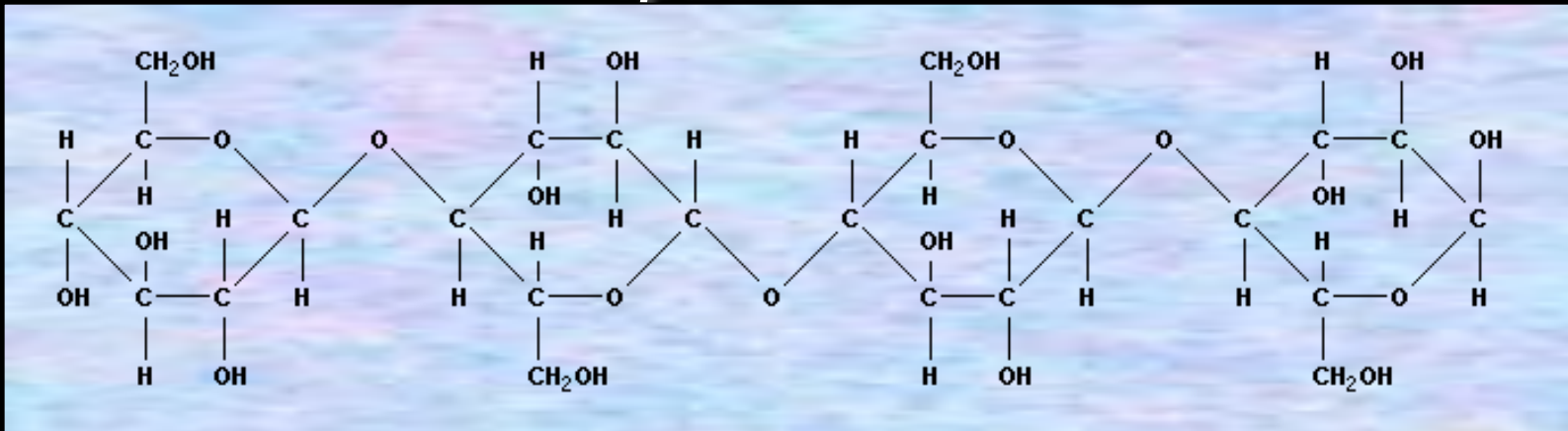
# Химия

**Инулин** — резервный полисахарид растений, гидролизуется во фруктозу.

Структура молекул крахмала и целлюлозы приведена ниже:



*крахмал*



*целлюлоза*