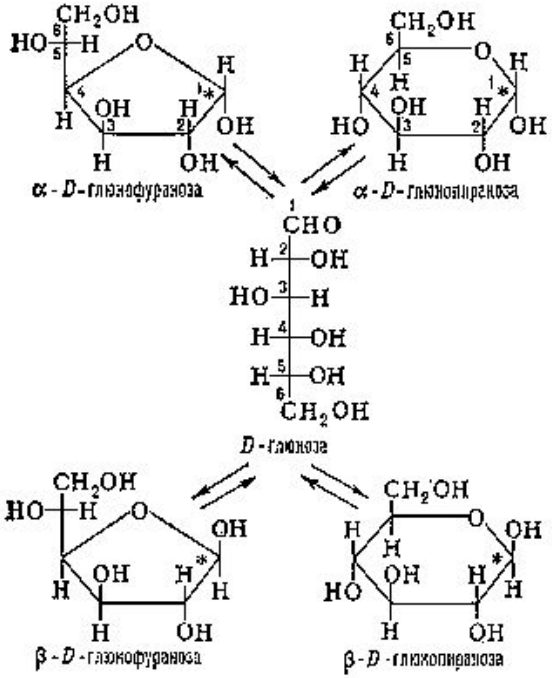

α - D - глюкофураноза
α - D - глюкопираноза
D - глюкоза
β - D - глюкофураноза
β - D - глюкопираноза

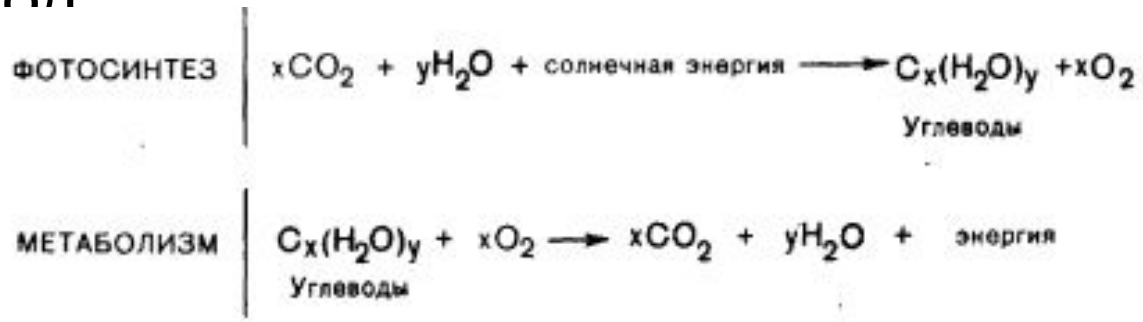
Углеводы

- Впервые термин «углеводы» был предложен профессором Дерптского (ныне Тартуского) университета К.Г. Шмидтом в 1844 г
- В то время предполагали, что все углеводы имеют общую формулу $\mathbf{C_m(H_2O)_n}$

  т.е. углевод + вода
- глюкоза и фруктоза имеют формулу $C(H_2O)_6$
- тростниковый сахар (сахароза) $C_{12}(H_2O)_{11}$
- крахмал $[C_6(H_2O)_5]_n$

Углеводы

- К классу углеводов относят органические соединения, содержащую альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых гидроксилов
- **Углеводы** – органические вещества, которые часто встречаются в живой природе: в растительных и животных организмах.
- Растения производят углеводы путем восстановительной конденсации оксида углерода IV, используя для этого зеленый пигмент хлорофилл и лучистую энергию в процессе фотосинтеза. Наряду с углеводами растения производят при этом кислород



Функции углеводов в организме

1. Углеводы служат материалом, при окислении которого выделяется энергия, используемая в биохимических реакциях
2. Промежуточные продукты окисления углеводов служат исходными веществами для синтеза многих других органических соединений
3. Углеводы используются для построения субклеточных структур, клеточных оболочек и других образований, выполняющие в организме опорные, защитные и иные функции

Классификация углеводов

- Низшие углеводы называются сахарами, соединения сложной структуры – сахаридами.
- По правилам номенклатуры название углеводов оканчивается частицей "-**оза**". Широко применяются тривиальные названия

Классификацию углеводов ведут по признакам:

– **Количество атомов углерода в цепи**: четыре – тетрозы, пять – пентозы, шесть – гексозы, семь – гептозы, ...

– **Тип карбонильной группы**: альдегидная группа – альдозы, кетогруппа – кетозы

– **Способность окисляться слабыми окислителями** (реактив Толленса, реактив Фелинга): восстанавливающие или не восстанавливающие.

– **Количество углеводов, входящих в состав молекулы**: один – простые сахара, несколько– сложные сахариды.

Сложные сахариды различаются на дисахариды, олигосахариды, полисахариды.

Классификация углеводов

- Глюкоза
- Фруктоза
- Рибоза
- Галактоза
- Манноза

- Мальтоза
- Изомальтоза
- Целлобиоза
- Лактоза
- Сахароза

Гомополисахариды:
- крахмал
- гликоген
- целлюлоза

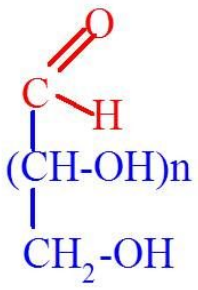
Гетерополисахариды:
- гликозамингликаны

Моносахариды

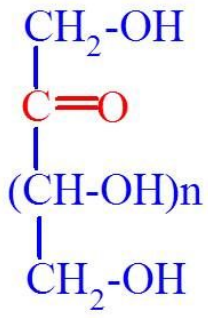
Моносахариды

- **Моносахариды можно рассматривать как производные многоатомных спиртов, содержащие карбонильную (альдегидную или кетонную) группу**
- Если карбонильная группа находится в конце цепи, то моносахарид представляет собой альдегид и называется **альдозой**
- при любом другом положении этой группы моносахарид является кетоном и называется **кетозой**

альдозы

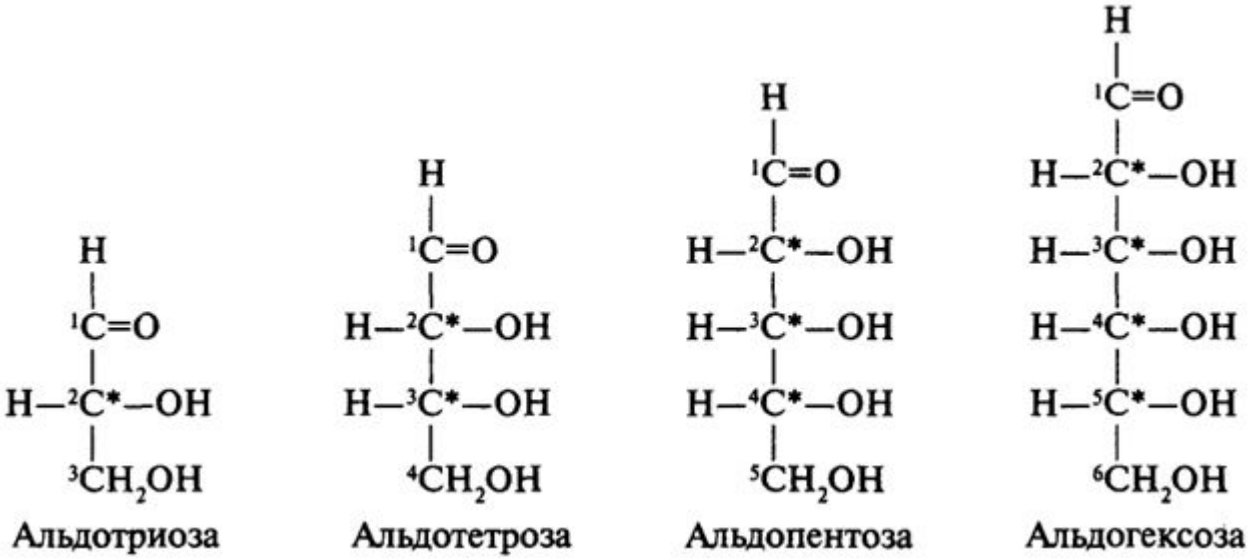


кетозы



По числу атомов углерода моносахариды делят на:

- Треозы (3)
- Тетрозы (4)
- Пентозы (5)
- Гексозы (6)
- Гептозы (7)

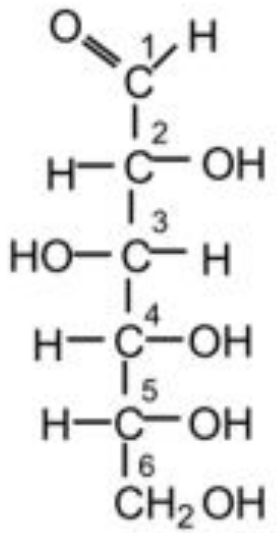


Изомерия моносахаридов

- Моносахариды обладают оптической активностью
- Из шести атомов углерода, составляющих углеродную цепь молекулы глюкозы, четыре являются ассиметричными.
- Глюкозе соответствуют (24)= 16 стереоизомеров, которые образуют восемь пар энантиомеров.
- **Эмиль Фишер в 1891 году** (Нобелевская премия 1902 года) предложил простую методику единообразного изображения конфигурации каждого ассиметричного атома углерода.

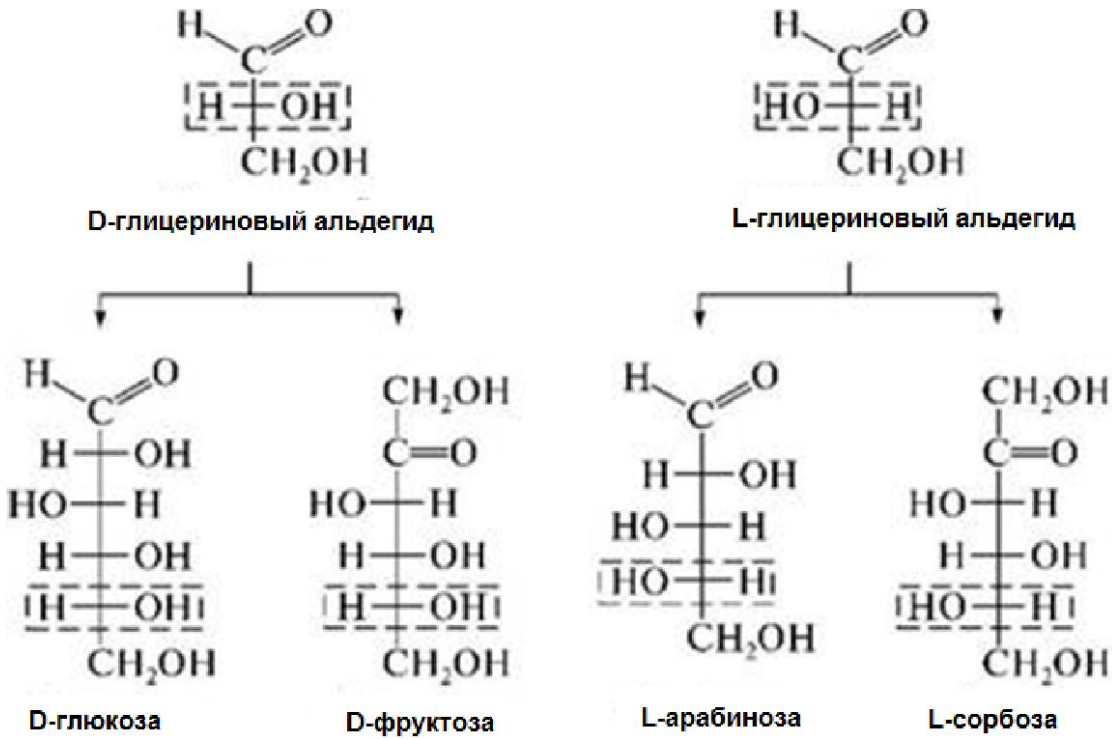
– углеродную цепь располагают по вертикали, на ее концах пишут формулы первой и последней функциональных групп (при этом альдегидную группу всегда пишут вверху);

– атомы водорода и гидроксильные группы располагают слева и справа от цепи в соответствии с тем, как они расположены в молекуле.



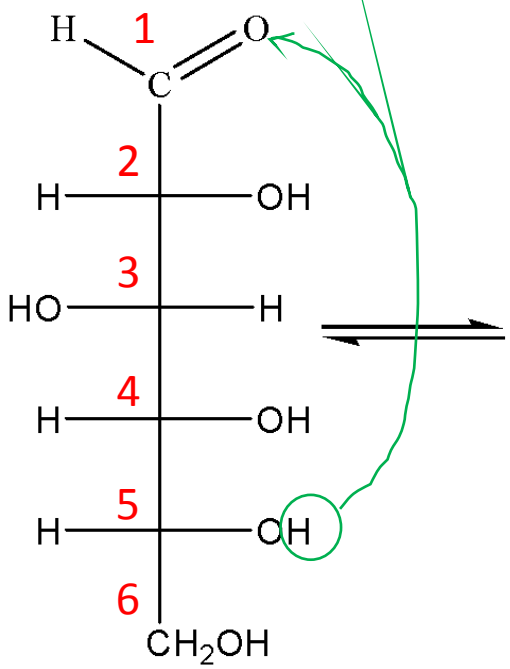
D-Глюкоза

- Э. Фишер предложил сравнивать расположение водорода и гидроксила при втором снизу углеродном атоме в молекуле моносахарида со строением этой группы в глицериновом альдегиде. Глицериновый альдегид – глицероза существует в виде двух оптических антиподов – **правовращающего (D – dextrum – правый)** и **левовращающего (L – levae – левый)**. Все альдозы, у которых конфигурация нижнего стереоцентра такая же, как у D-глицерозы, относятся к D-ряду, а их антиподы – к L-ряду.

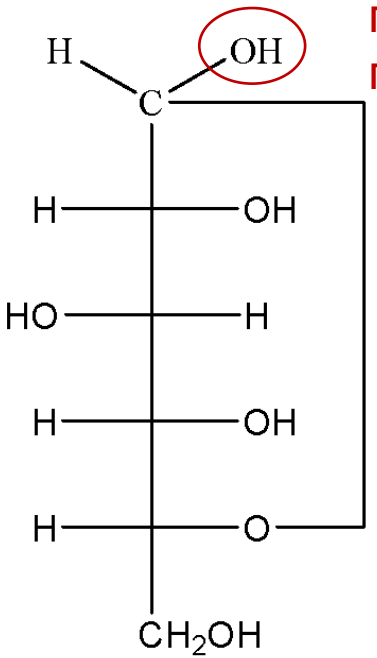


Изомерия моносахаридов

- Характерной особенностью моносахаридов является способность к таутомерным превращениям
- **Кольчато-цепная таутомерия**

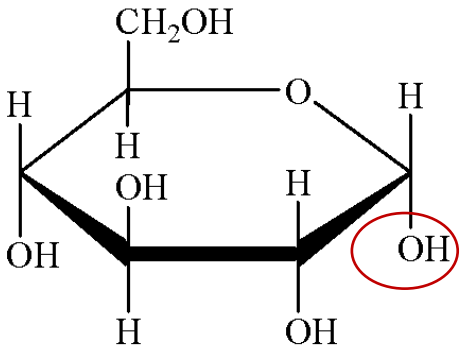


Формула Фишера открытая форма



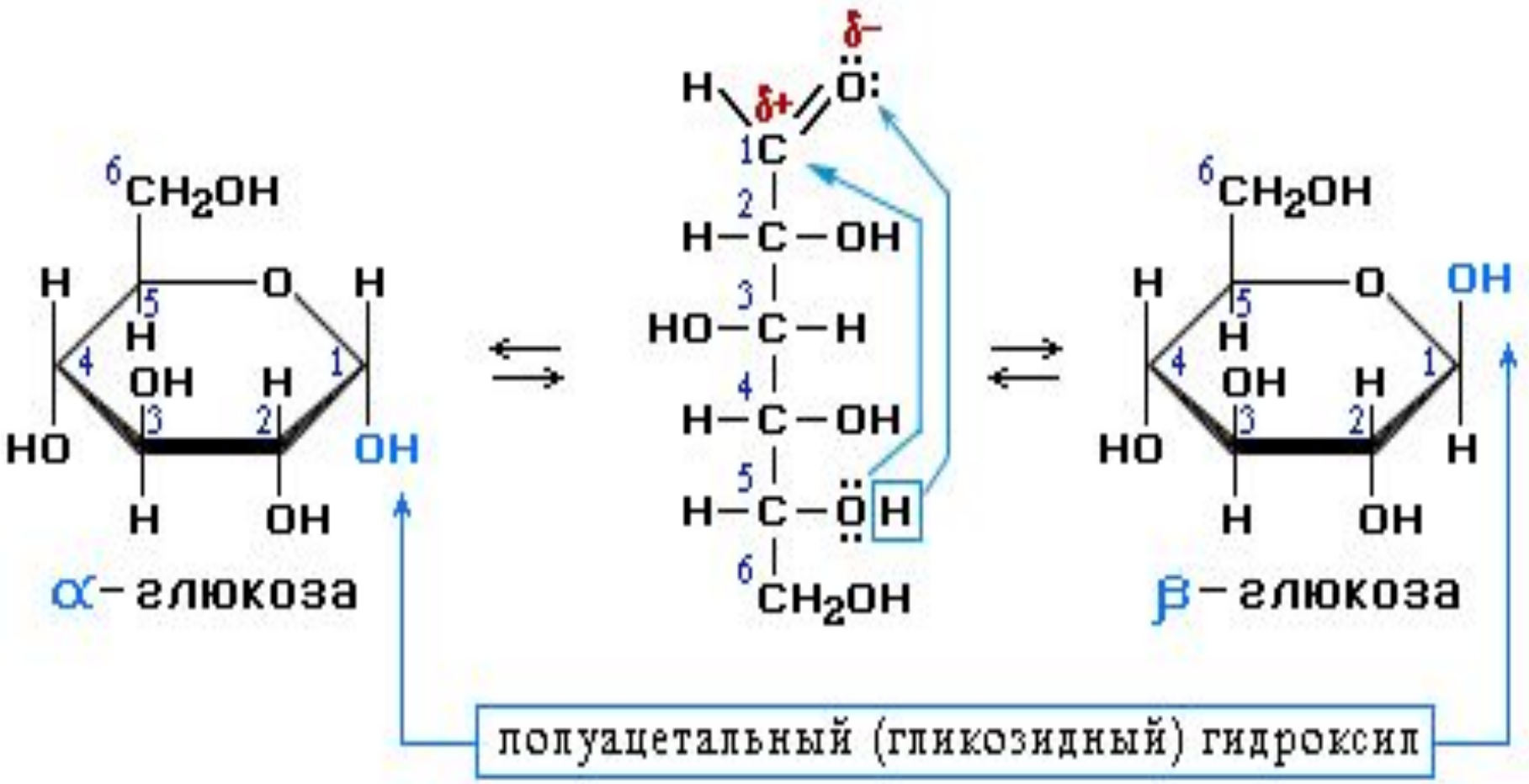
полуацетальный гидроксил

Формула Колли-Толленса



Циклическая форма

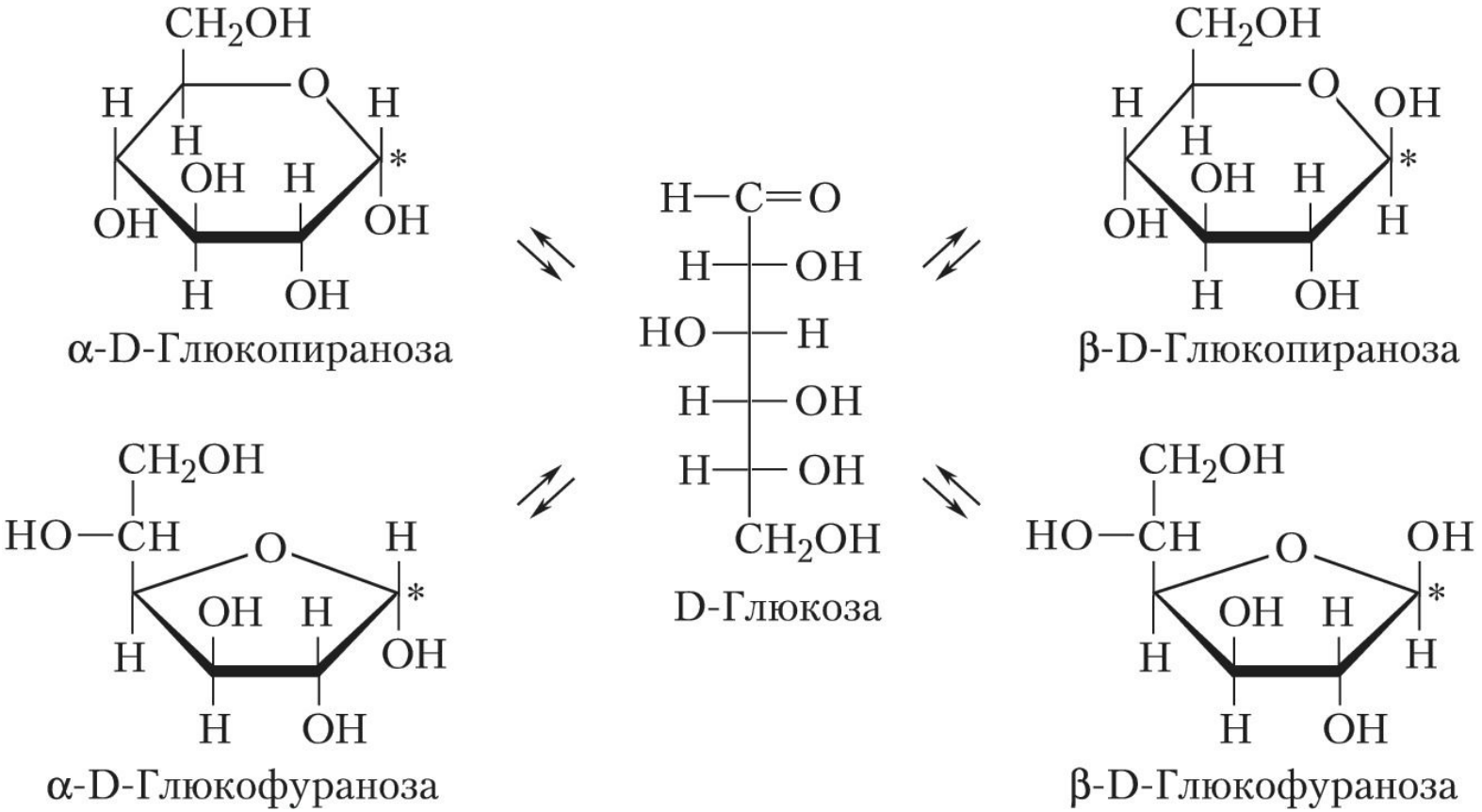
Формула Хеуорса


α-глюкоза
β-глюкоза
полуацетальный (гликозидный) гидроксил

Конформационная изомерия моносахаридов

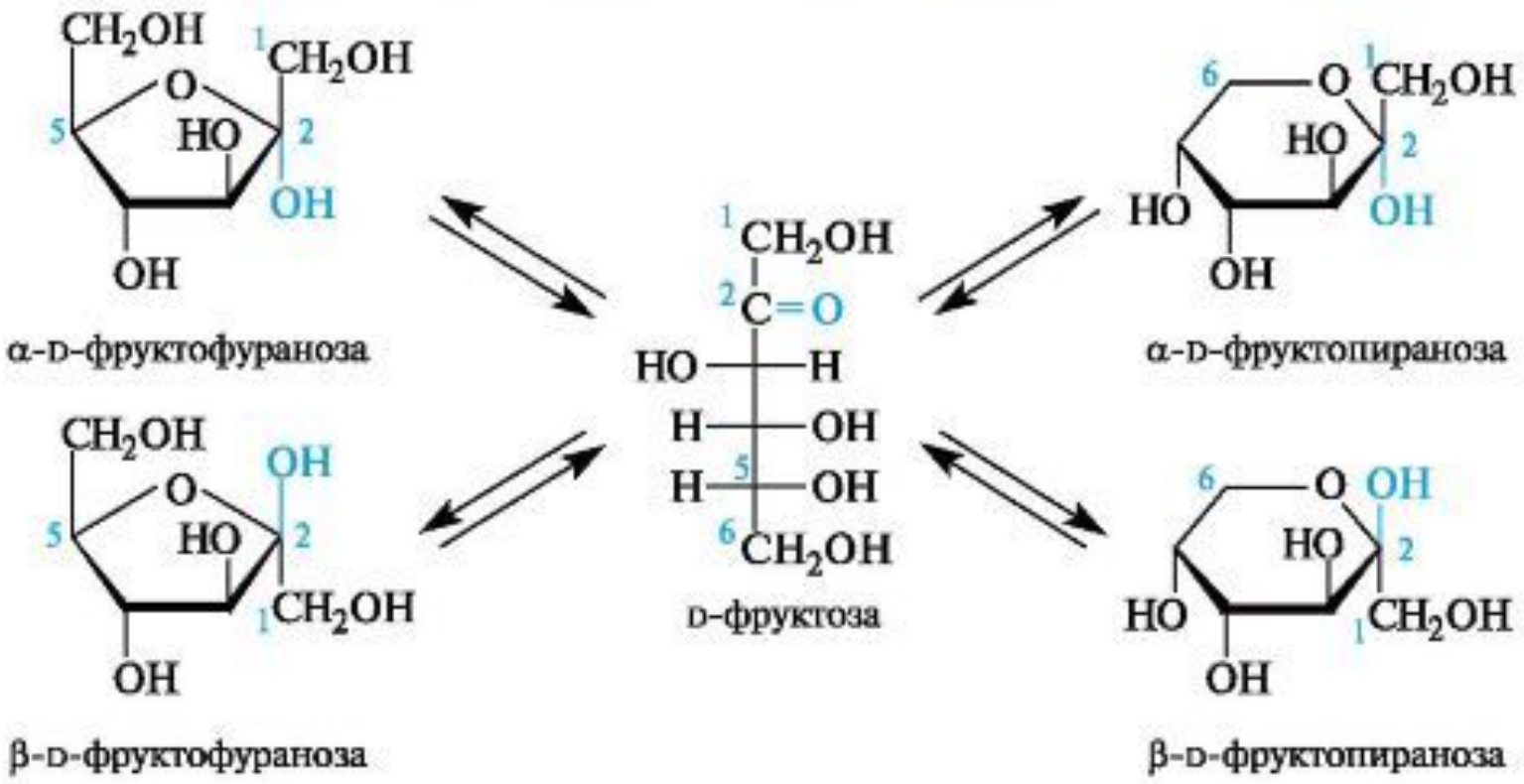
Важнейшие представители моносахаридов

- **Глюкоза**



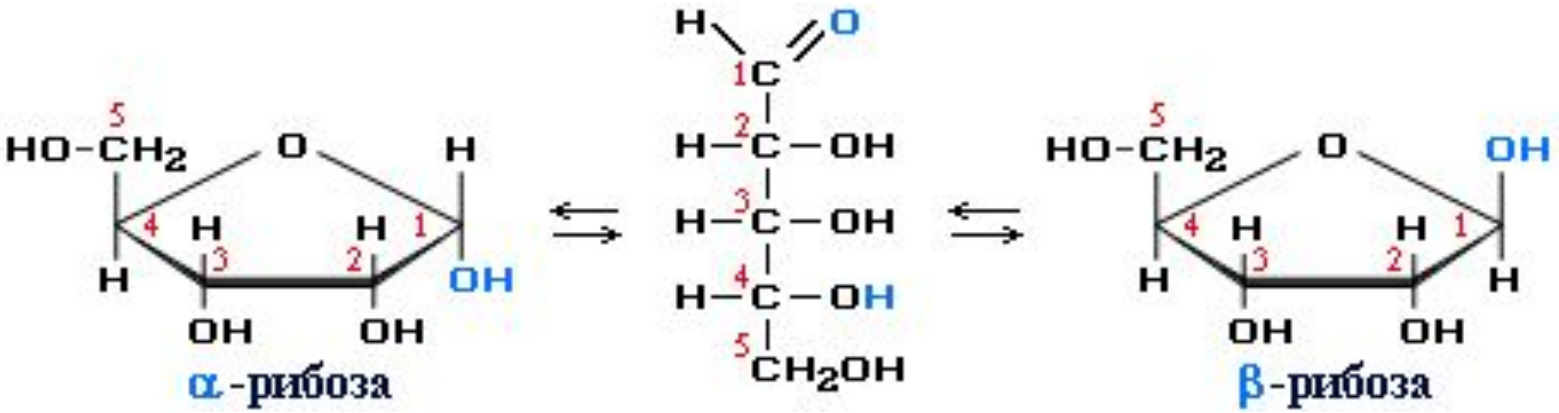
Важнейшие представители моносахаридов

- Фруктоза



Важнейшие представители моносахаридов

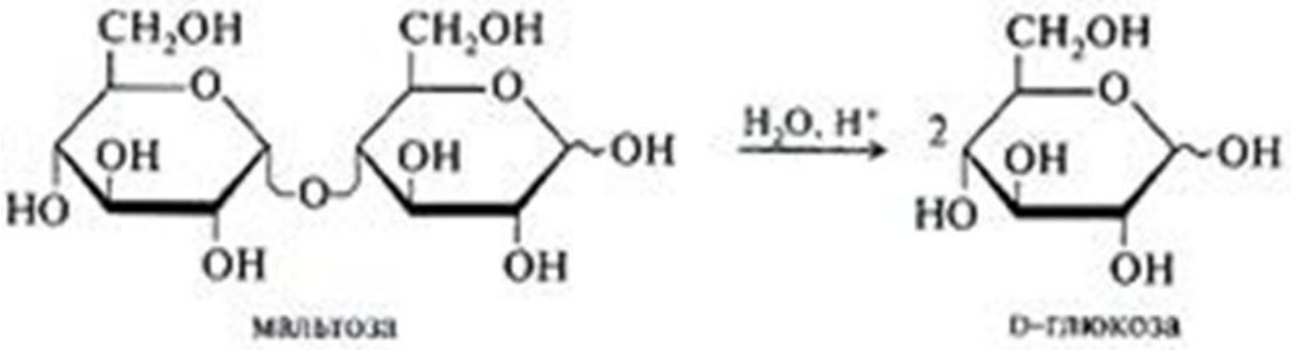
- **Рибоза**



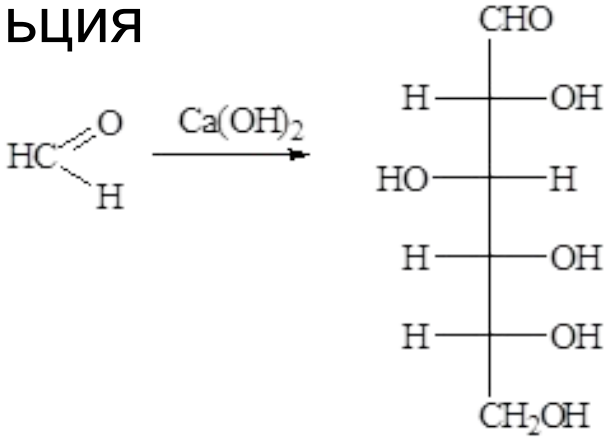
Получение моносахаридов

1) **Фотосинтез**

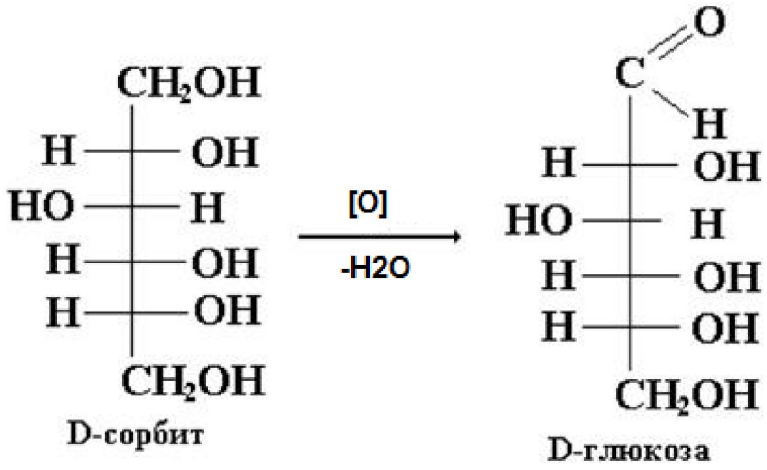
2) **Гидролиз ди- и полисахаридов, который происходит под действием кислот или ферментов**



3) Альдольная конденсация формальдегида – первый синтез сахаров был произведен еще А.М. Бутлеровым, в качестве катализатора используют гидроксид кальция

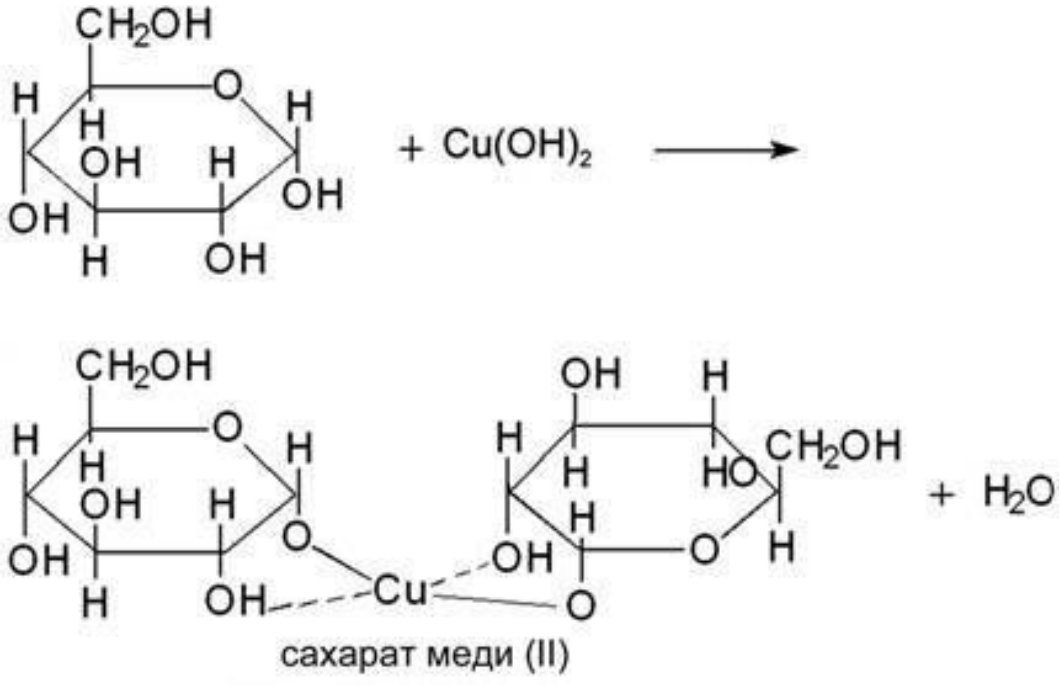


4) Окисление многоатомных спиртов



Химические свойства

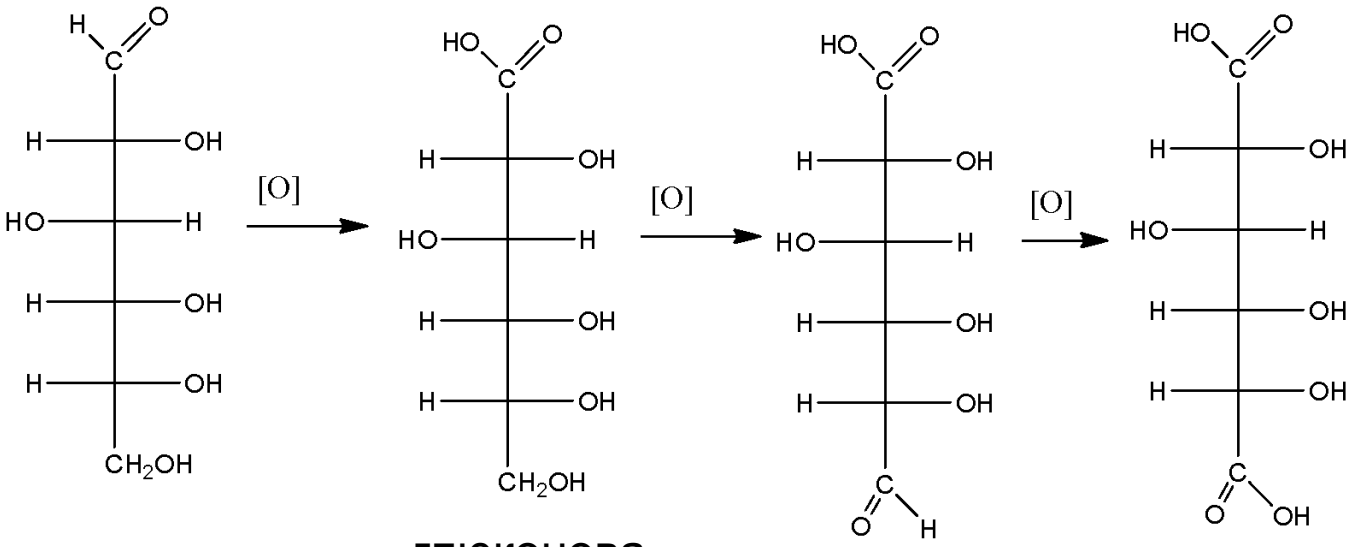
1) Реакции как многоатомных спиртов. Взаимодействие с $Cu(OH)_2$



Химические свойства

2) Реакции по альдегидной группе

Окисление (реакция серебряное зеркало, Троммера, с жидкостью Фелинга)

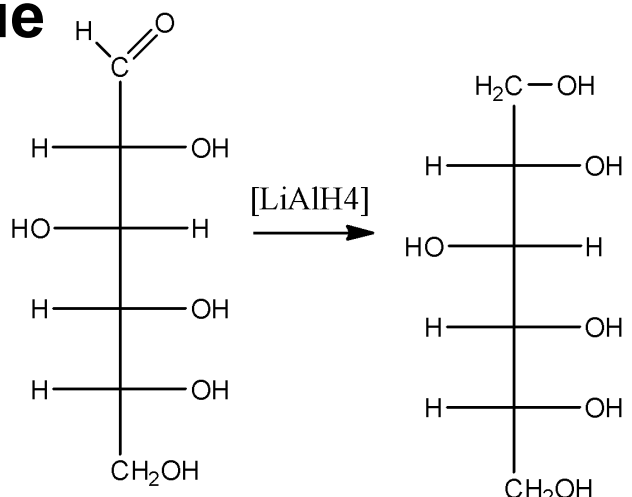


глюконовая кислота

глюкуроновая кислота

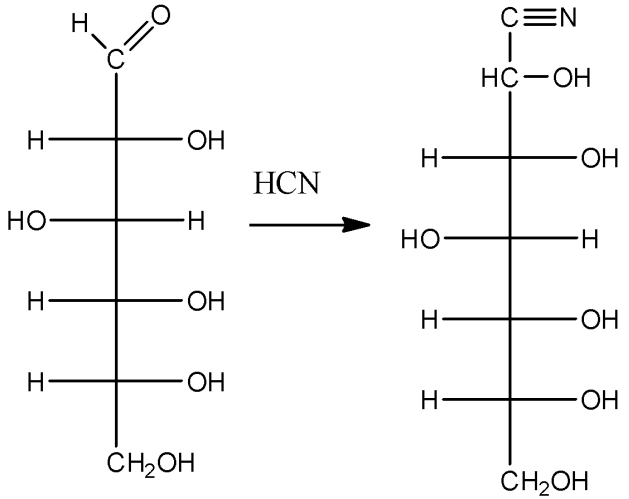
глюкаровая (сахарная) кислота

- **Восстановление**



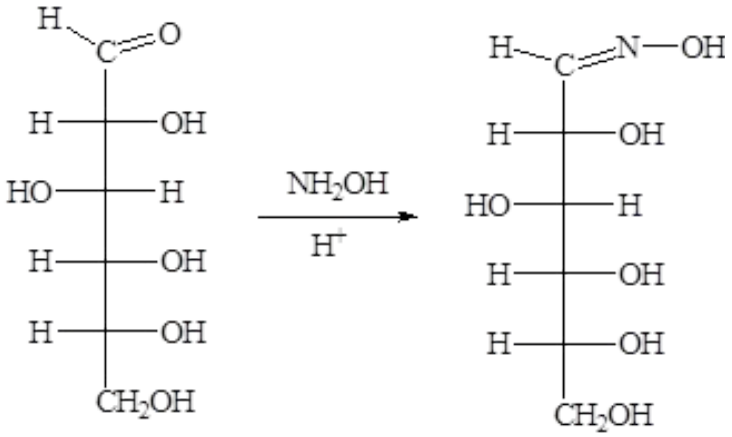
сорбит

- **Взаимодействие с HCN**



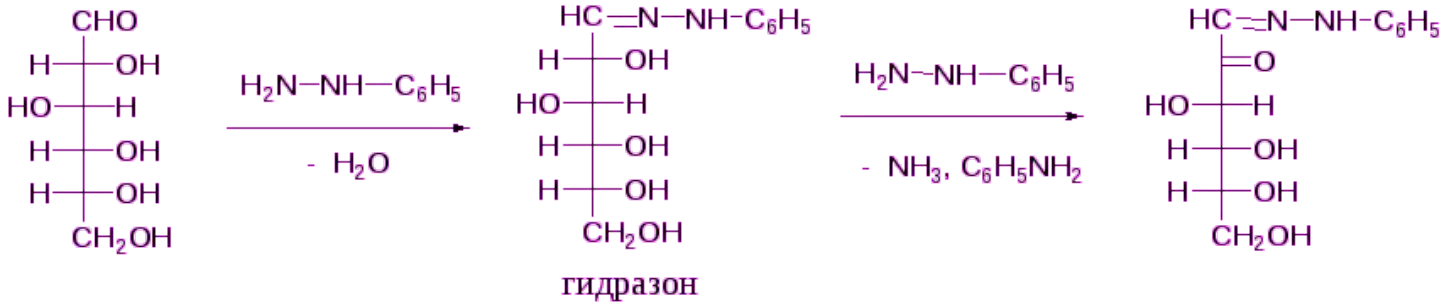
гептоза

- **Взаимодействие с гидроксиламином**

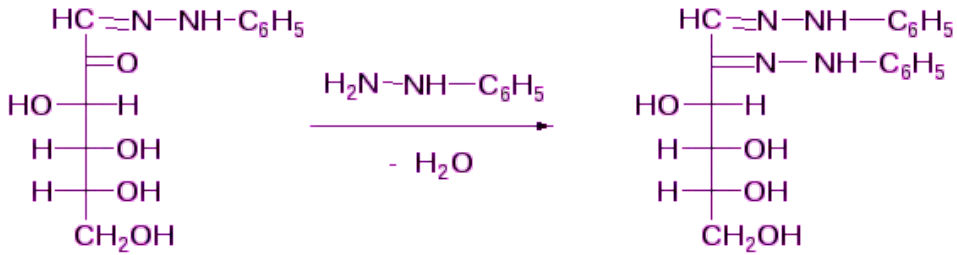


оксим

- **Взаимодействие с фенилгидразином**



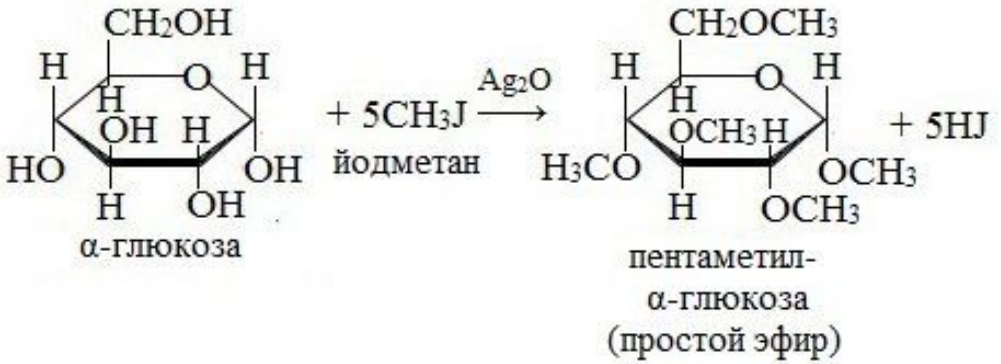
гидразон



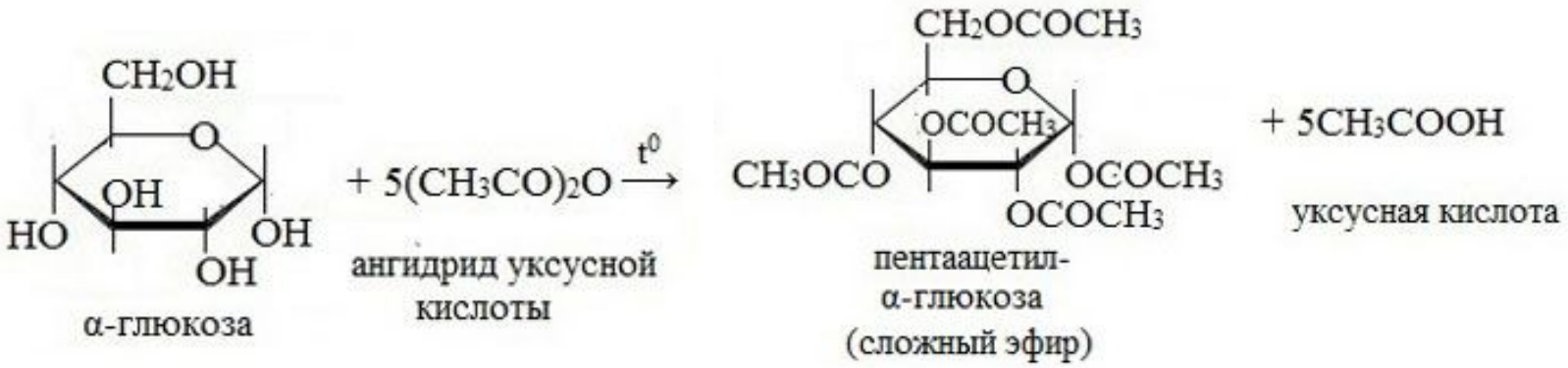
глюкоозазон

3) Реакции циклической формы

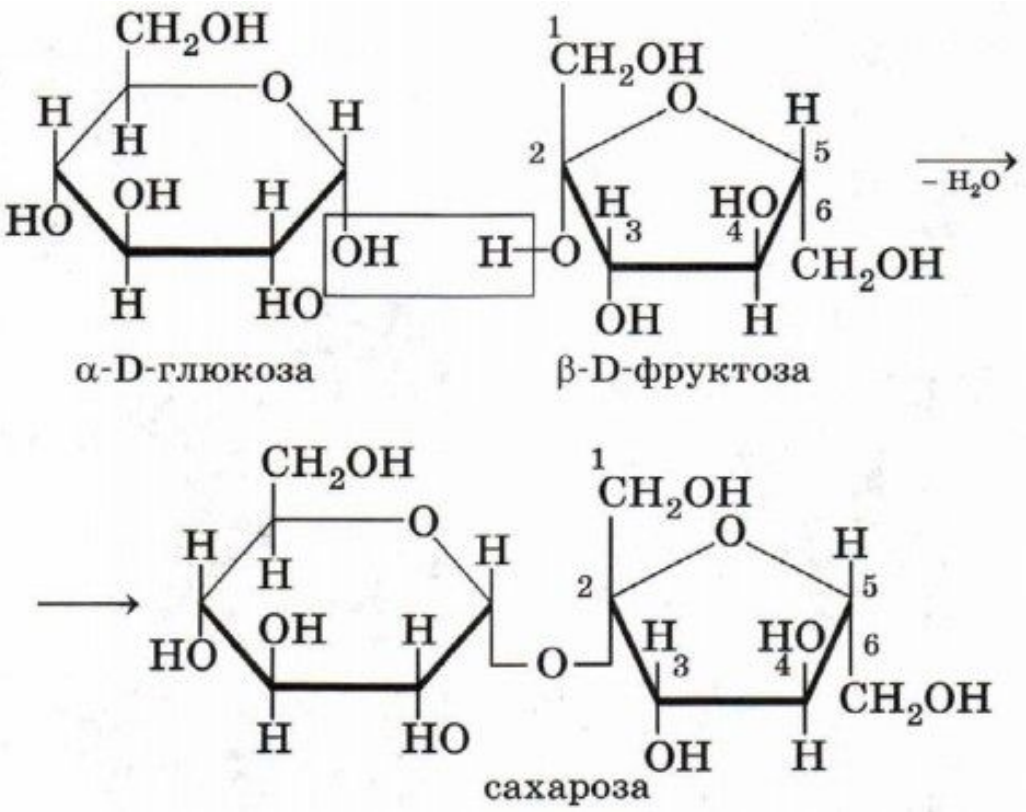
Алкилирование



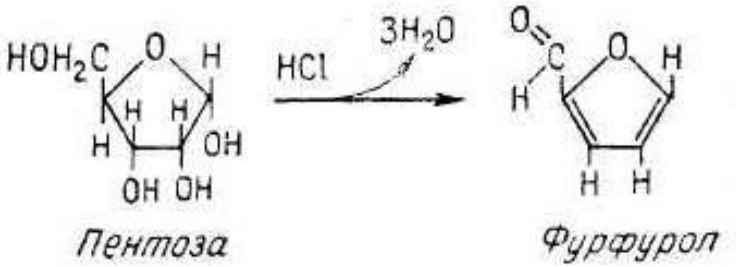
Ацилирование



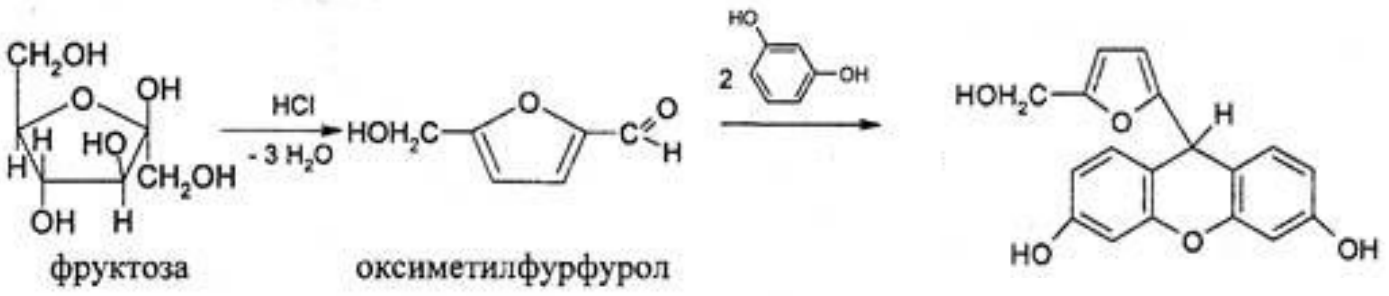
•**Образование дисахаридов**



- **Реакции образование фурфурола и его производных**
- Пентозы при нагревании с минеральными кислотами образуют фурфурол



- Реакция Селиванова на фруктозу



красная окраска