



**ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ХИМИИ**

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Лекция 5

Углеводы. Моносахариды и их производные

**Лектор: Ирина Петровна Степанова, доктор биологических наук,
профессор, зав. кафедрой химии**

ЦЕЛИ ЛЕКЦИИ

ОБУЧАЮЩАЯ: сформировать знания о строении, номенклатуре и реакционной способности моносахаридов.

РАЗВИВАЮЩАЯ: расширить кругозор обучающихся на основе интеграции знаний, развить логическое мышление.

ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ: содействовать формированию у обучающихся устойчивого интереса к изучению дисциплины.

ПЛАН ЛЕКЦИИ

- **Классификация**
- **Моносахариды, строение**
- **Химические свойства моносахаридов**
- **Производные моносахаридов, строение**

Медико-биологическое значение темы



Зерна крахмала в
клетках картофеля:
амилопласты

Углеводы входят в состав клеток и тканей всех растительных и животных организмов, где соответственно составляют 80% и 2% от массы сухого остатка.

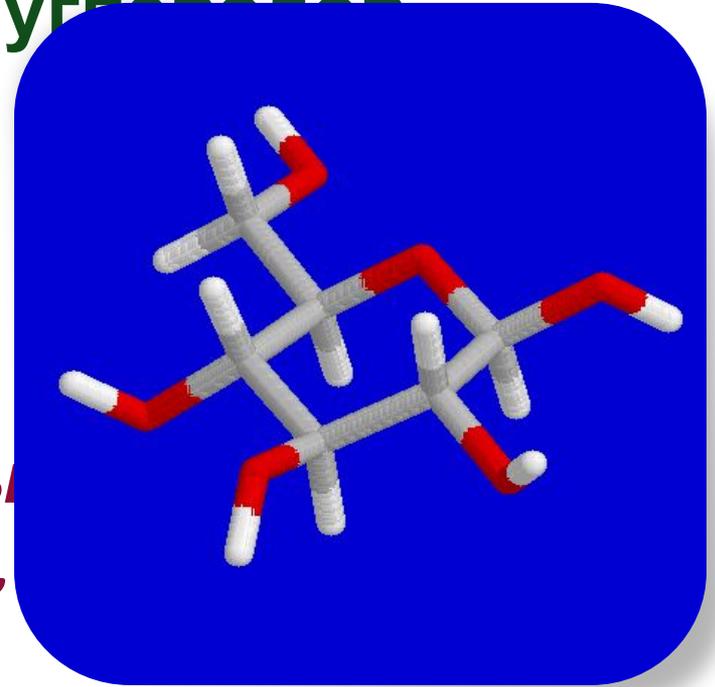
Биологические функции углеводов

1. Энергетическая.

Углеводы –

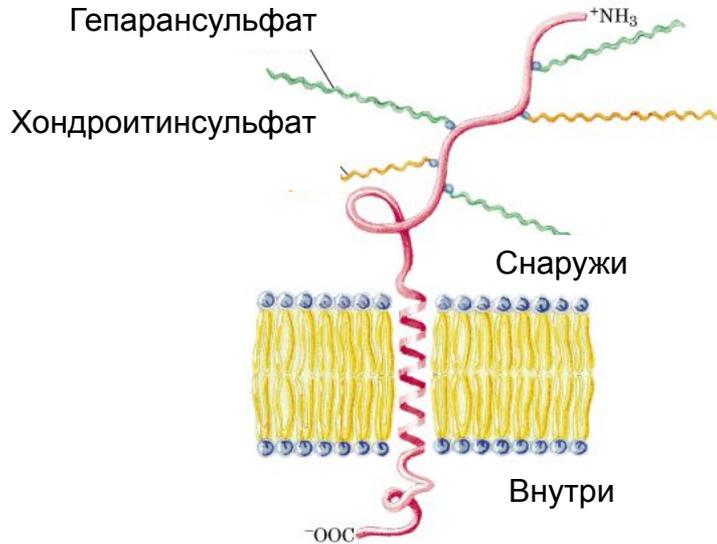
главный вид клеточного топлива.

При сгорании 1 моль глюкозы выделяется 3060 Дж энергии, которая расходуется в эндотермических биологических процессах и частично аккумулируется в АТФ.



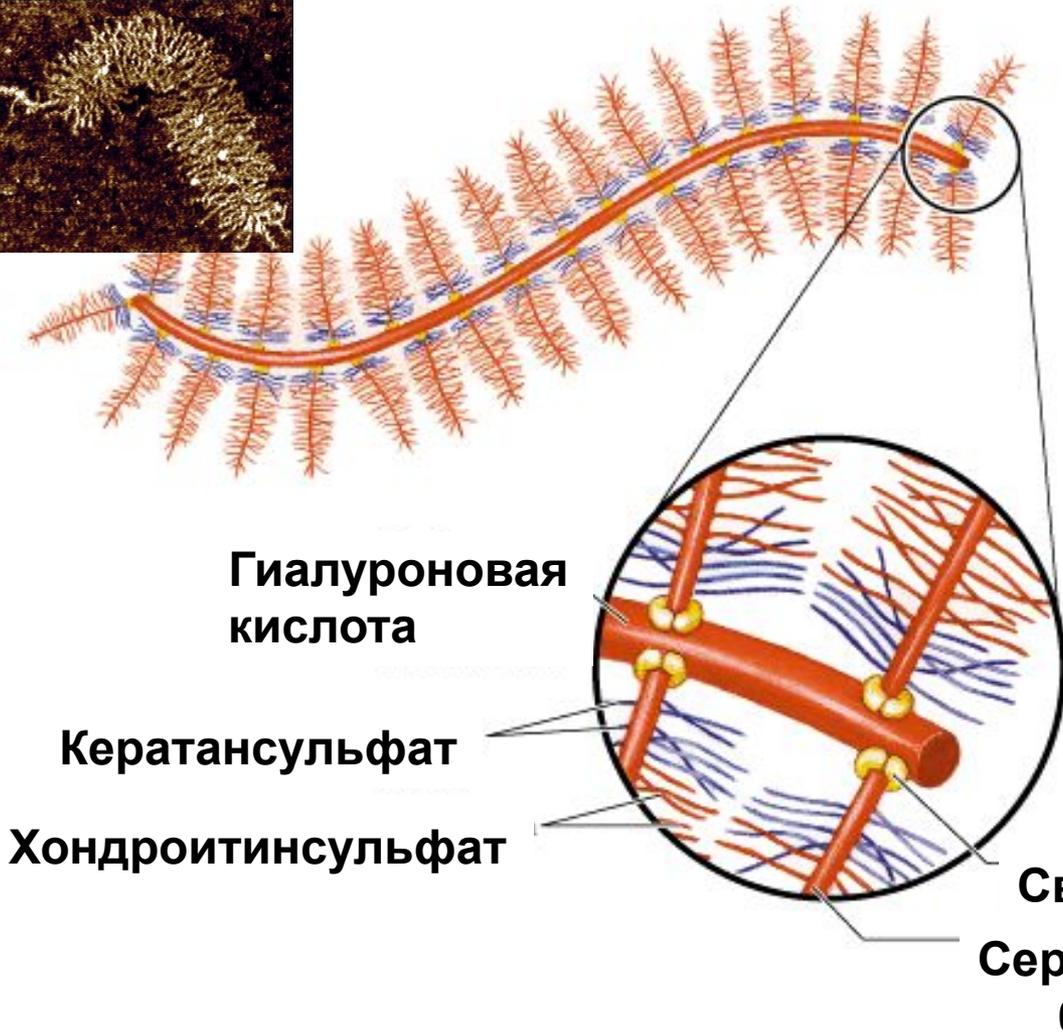
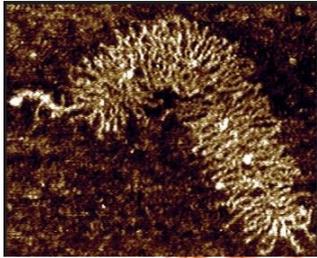
Биологические функции углеводов

2. Пластическая.



Углеводы являются обязательным компонентом внутриклеточных структур и мембран растительного и животного происхождения.

Биологические функции углеводов



Основную субстанцию межклеточного матрикса соединительной ткани составляют протеогликаны – углеводобелковые компоненты.

Гиалуроновая кислота

Кератансульфат

Хондроитинсульфат

Связующие белки

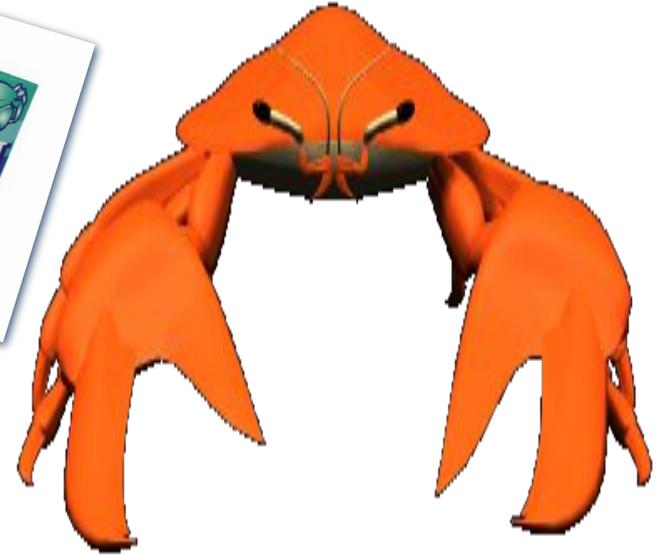
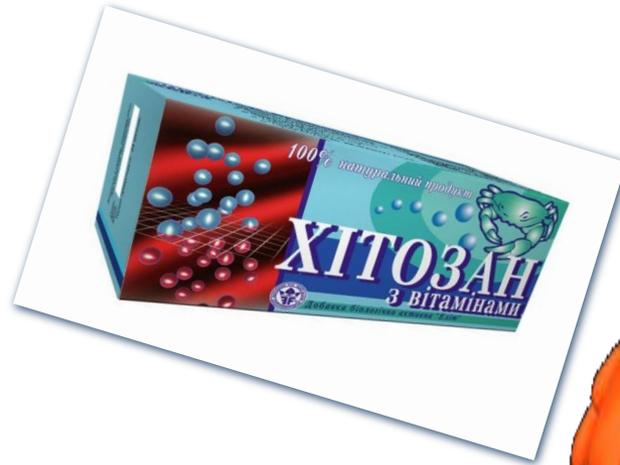
Сердцевидный белок

Биологические функции углеводов



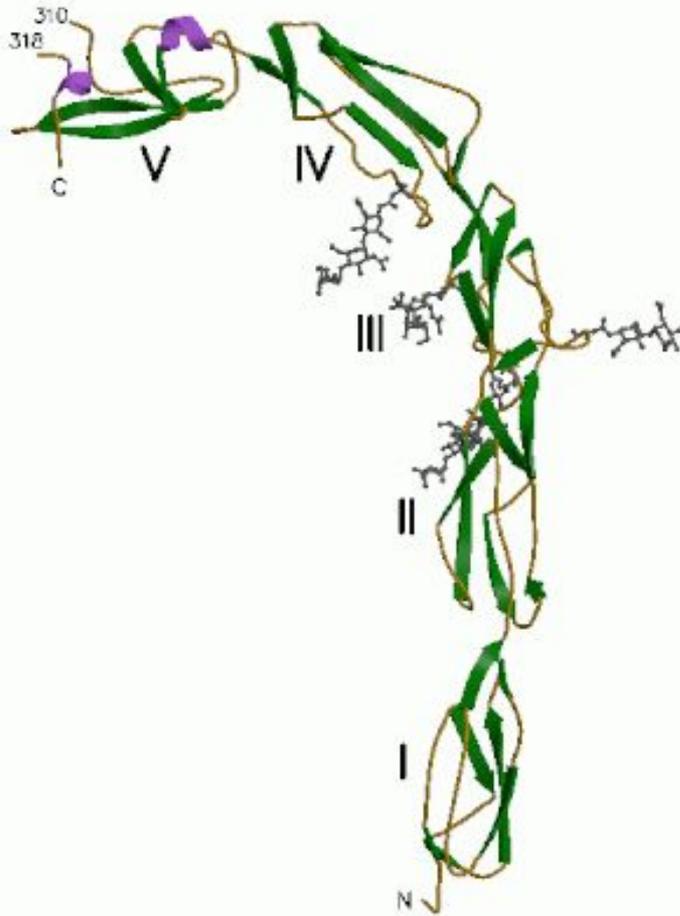
В состав внеклеточного матрикса также входят гликопротеины и гиалуроновая кислота.

Биологические функции углеводов



Полисахарид хитин ($C_8H_{13}NO_5$)_n (от греч. χιτών: хитон — одежда, кожа, оболочка) — основной компонент кутикулы членистоногих и ряда других беспозвоночных, входит в состав клеточной стенки грибов и бактерий.

Биологические функции углеводов

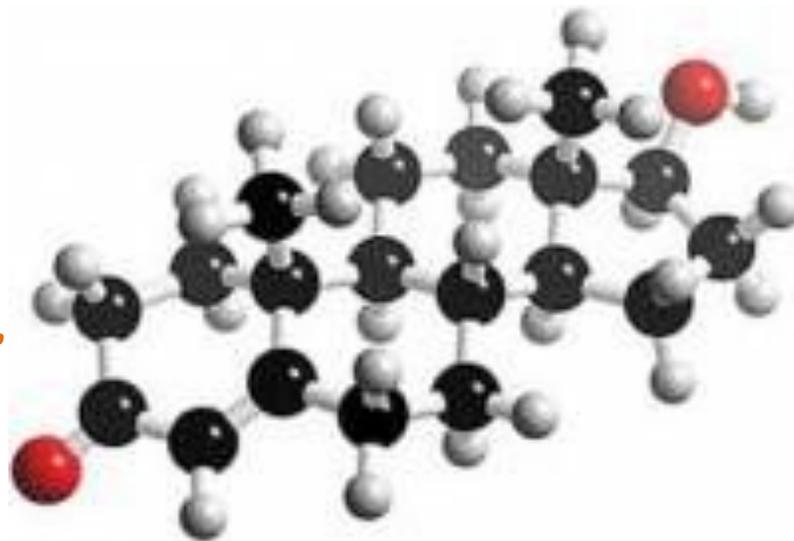


β 2-Гликопротеин I

3. Синтетическая.
Углеводы участвуют
в синтезе
нуклеиновых кислот,
входят в состав
коферментов,
гликолипидов,
гликопротеинов.

Биологические функции углеводов

4. Защитная. Углеводы участвуют в поддержании иммунитета организма. Например, тиреотропный гормон, контролирующий функцию и развитие щитовидной железы, является гликопротеином.



Тиреотропный гормон

Биологические функции углеводов

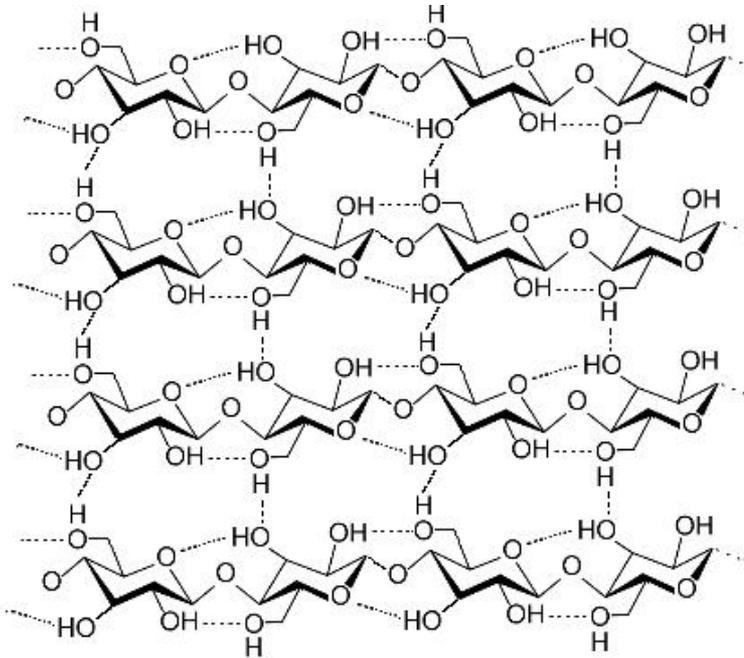
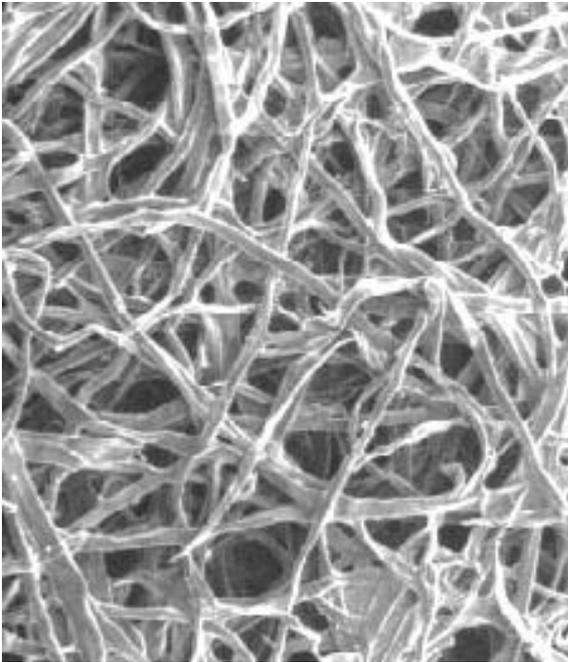
5. Специфическая. Отдельные углеводы участвуют в проведении нервных импульсов, образовании антител, обеспечении специфичности группы крови.

Например, гликолипиды входят в состав миелиновой оболочки аксона.



Биологические функции углеводов

6. Регуляторная. Растительная пища содержит полисахарид - целлюлозу, которая улучшает работу кишечника и повышает секрецию в желудке.



Биологические функции углеводов

Для оптимального обеспечения организма человека углеводами в среднем необходимо 450 г. в сутки.



Высокоуглеводный рацион питания может привести к ожирению.

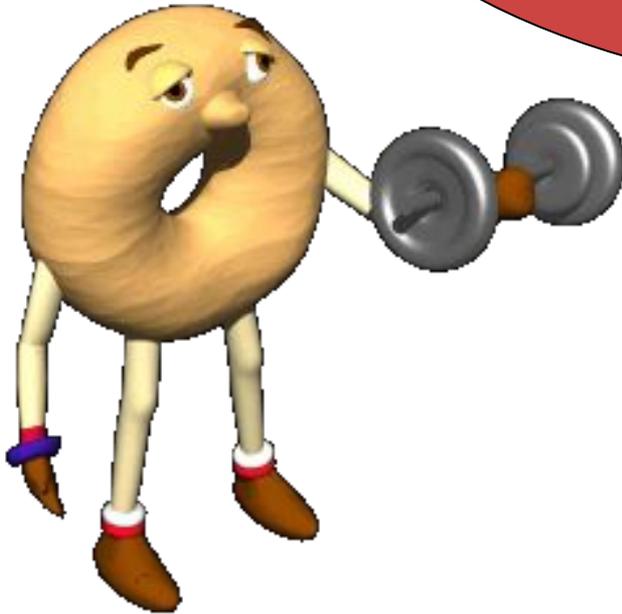
Биологические функции углеводов

Прием легкоферментируемых углеводов (кондитерские изделия, белый хлеб, картофель) приводит к развитию кариеса и пародонтоза.



Биологические функции углеводов

Хорошо, что появилась низкоуглеводная диета. Сейчас никто не хочет есть меня, потому что думают, что я сделаю их толстыми.



Медико-биологическое значение темы

Моносахариды

**Углеводы входят
в состав фарм.
препаратов.**



Медико-биологическое значение темы

Полисахариды



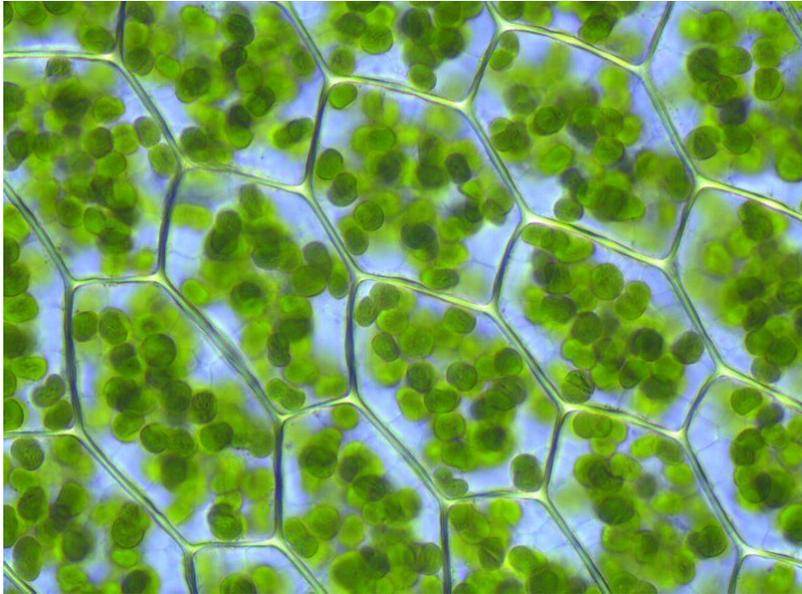
Медико-биологическое значение темы

**Находит применение
бактериальная целлюлоза.**

Чайный гриб – симбиоз
дрожжеподобного
гриба *Saccharomyces ludwigii*
и бактерий *Acetobacter xylinum*



Образование углеводов



Хлоропласты в клетках листа

1. Углеводы образуются в процессе фотосинтеза в хлоропластах клеток растений (от греч. *Φωτο* - свет и *σύνθεσις* - синтез, совмещение, помещение вместе) из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов.



Образование углеводов



Elysia chlorotica

Elysia chlorotica — вид морских слизней, относящийся к морским брюхоногим моллюскам, способным к осуществлению фотосинтеза.

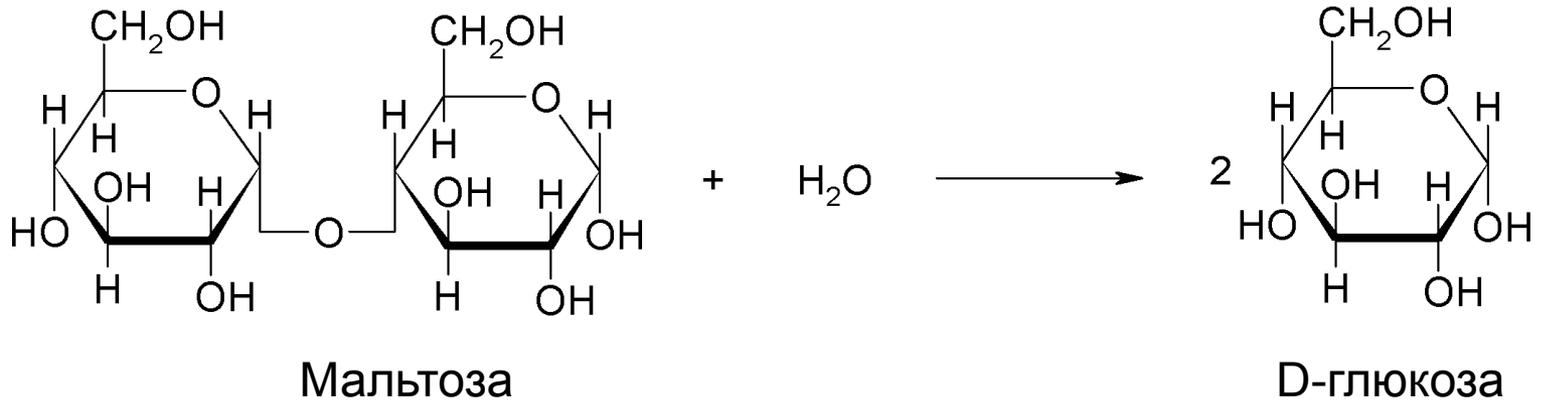


Моллюск использует хлоропласты морской водоросли *Vaucheria litorea*, которую употребляет в пищу.

Геном моллюска кодирует некоторые белки, необходимые хлоропластам для фотосинтеза.

2. Углеводы образуются в результате

Гидролиза дисахаридов, олигосахаридов и полисахаридов в присутствии кислот или ферментов.



Углеводы

Углеводы - гетерофункциональные соединения полигидроксикарбонильного ряда и их производные.

Общая формула простых моносахаридов:



Ранее сахара считали гидратированными формами углерода, что объясняет этимологию слова “углевод”.

Англ. *Carbohydrate* происходит от *carbon* (углерод) и гидрат (от греч. *υδωρ* – вода).

Классификация углеводов

По способности к гидролизу углеводы делятся на 2 класса:

1. Простые (греч. *τοπος* – один)
– не подвергаются гидролизу;
2. сложные - гидролизуются с образованием простых углеводов.

Классификация углеводов

Углеводы

```
graph TD; A[Углеводы] --> B[Простые]; A --> C[Сложные]; B --> D[Моносахариды (МС)]; B --> E[Производные МС]; C --> F[Олигосахариды (ОС)]; C --> G[Полисахариды (ПС)];
```

Простые

Сложные

**Моносахариды
(МС)**

**Производные
МС**

**Олигосахариды
(ОС)**

**Полисахариды
(ПС)**

Классификация углеводов

Олигосахариды содержат от 2 до 10 остатков моносахаридов, а полисахариды – несколько десятков тысяч. И те, и другие являются продуктами поликонденсации моносахаридов.

Полисахариды подразделяются на:

- гомополисахариды - однородные по составу сложные углеводы;**
- гетерополисахариды - сложные углеводы, включающие остатки разных моносахаридов.**

Моносахариды

Моносахариды относятся к полигидроксикарбонильным соединениям.

Классификация моносахаридов:

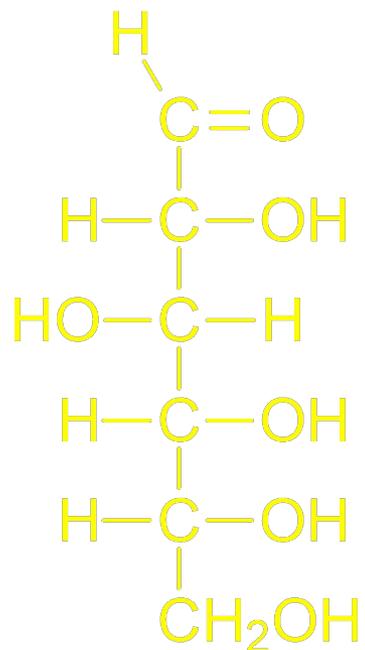
Моносахариды делят по функциональной принадлежности на:

- 1. альдозы – полигидроксиальдегиды;**
- 2. кетозы – полигидроксикетоны.**

По числу атомов углерода в цепи различают:

- 1. триозы;**
- 2. тетрозы;**
- 3. пентозы;**
- 4. гексозы;**
- 5. высшие сахара.**

Номенклатура



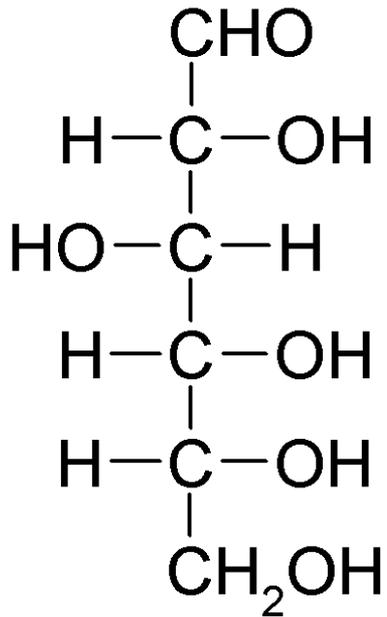
D-глюкоза

В основном применяется тривиальная номенклатура.

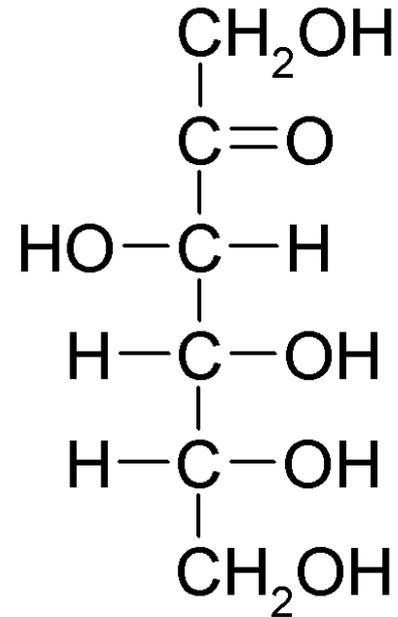
**Название D-глюкозы по номенклатуре IUPAC:
(2R, 3S, 4R, 5R) – 2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь.**

Структурная изомерия

Альдозы изомерны кетозам: глюкоза является изомером фруктозы.



D-глюкоза

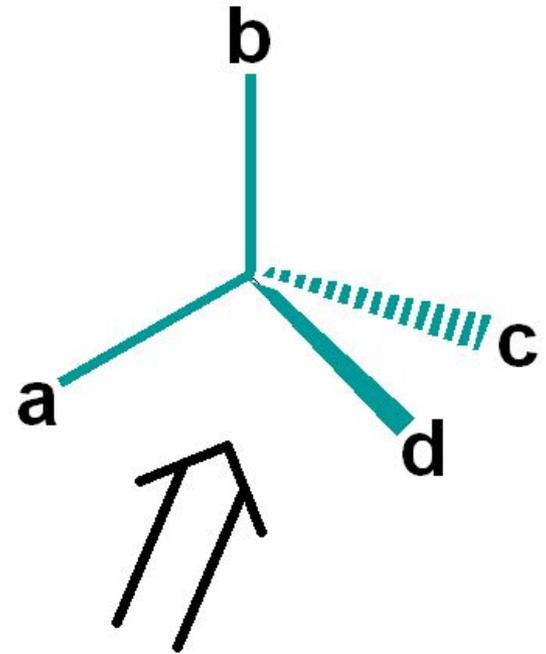


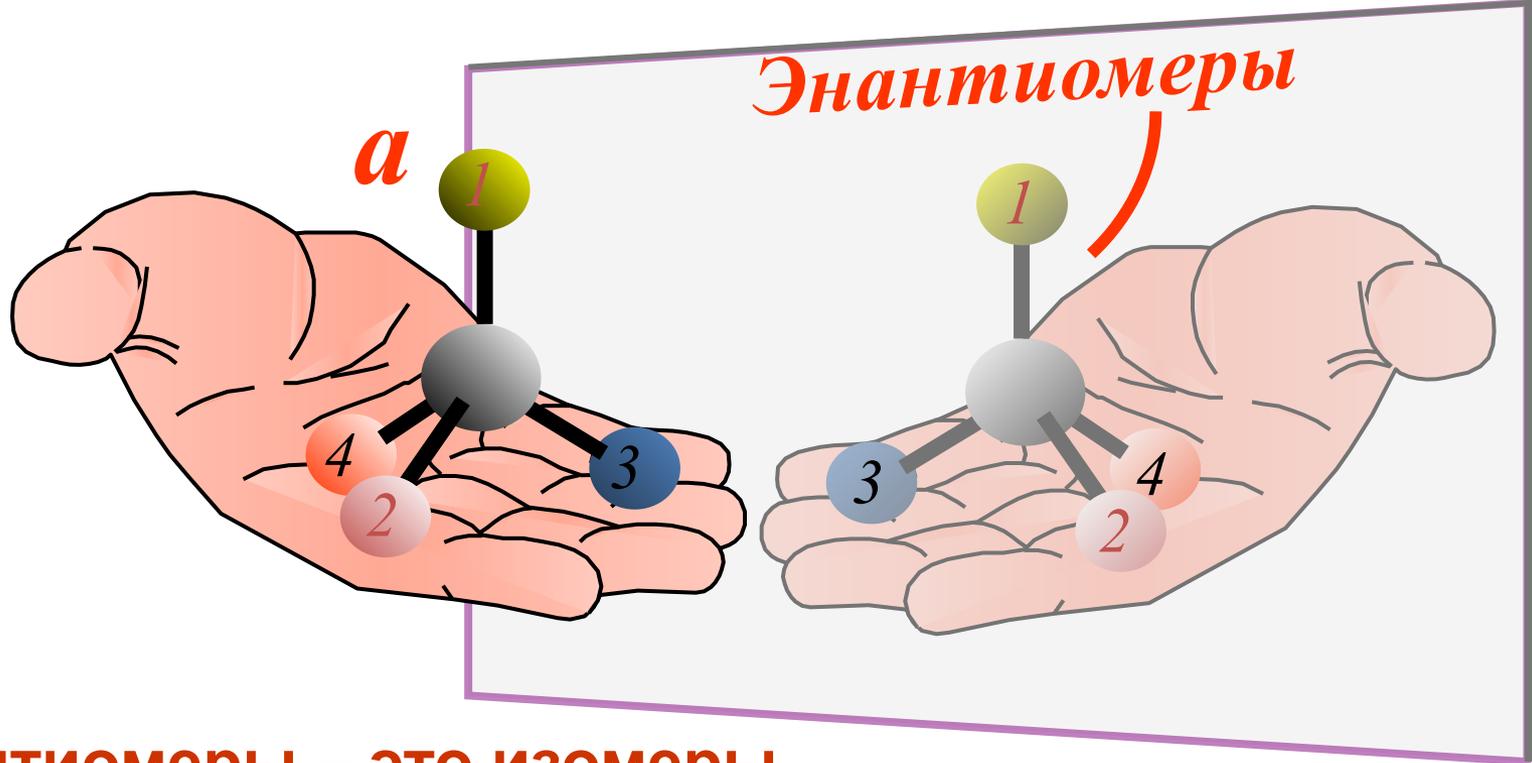
D-фруктоза

Стереοизомерия

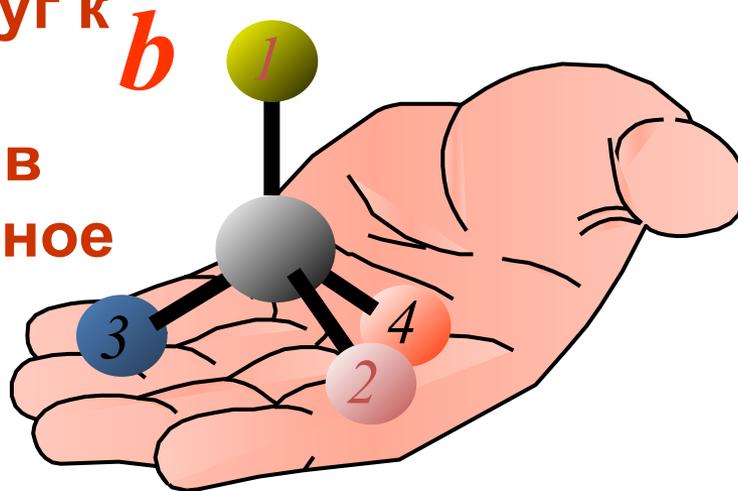
Молекулы моносахаридов имеют несколько центров хиральности (от греч. *chiro* – рука).

Хиральным центром называют sp^3 -гибридный атом углерода, соединенный с 4-мя разными заместителями.



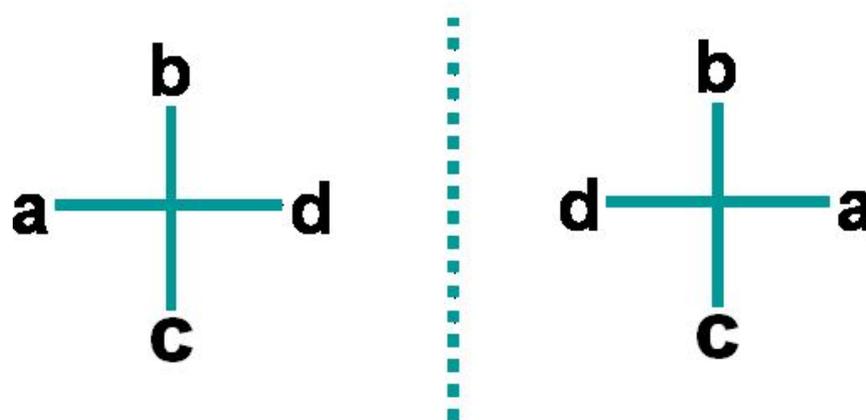
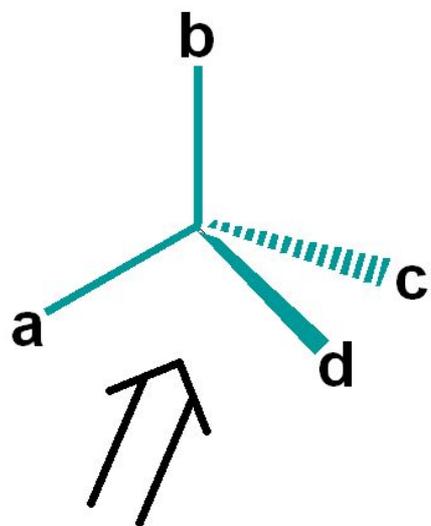


Энанτιομεры – это изомеры, которые относятся друг к другу как предмет и несовместимое с ним в пространстве зеркальное отражение.



Энантиомерия

Проекции Фишера



энантиомеры



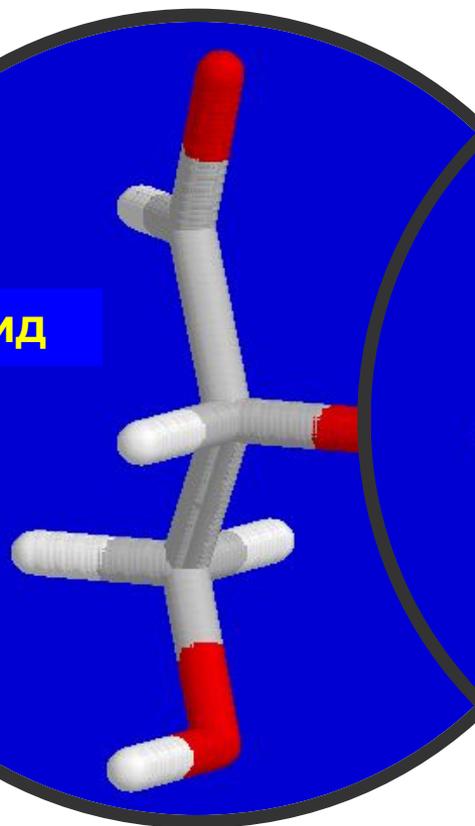
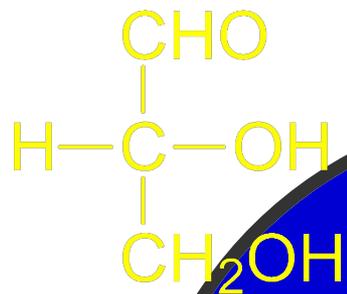
Энантиомерия

В зависимости от конфигурации хирального центра различают D- и L- конфигурации (формы).

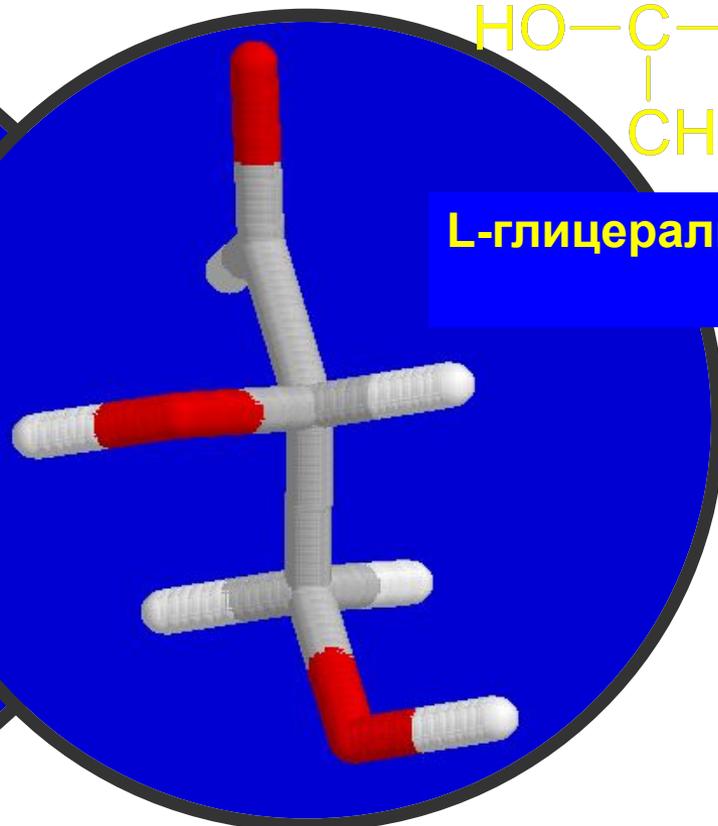
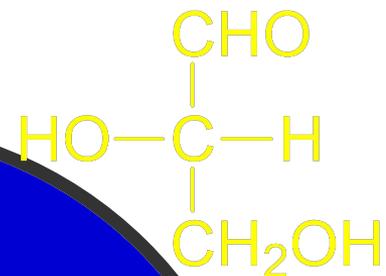
В D-форме гидроксильная (-ОН) функциональная группа хирального центра располагается справа от углеродной цепи;

В L-форме – функциональная гидроксильная (-ОН) группа хирального центра располагается слева от углеродной цепи.

Конфигурационный стандарт - глицеральдегид

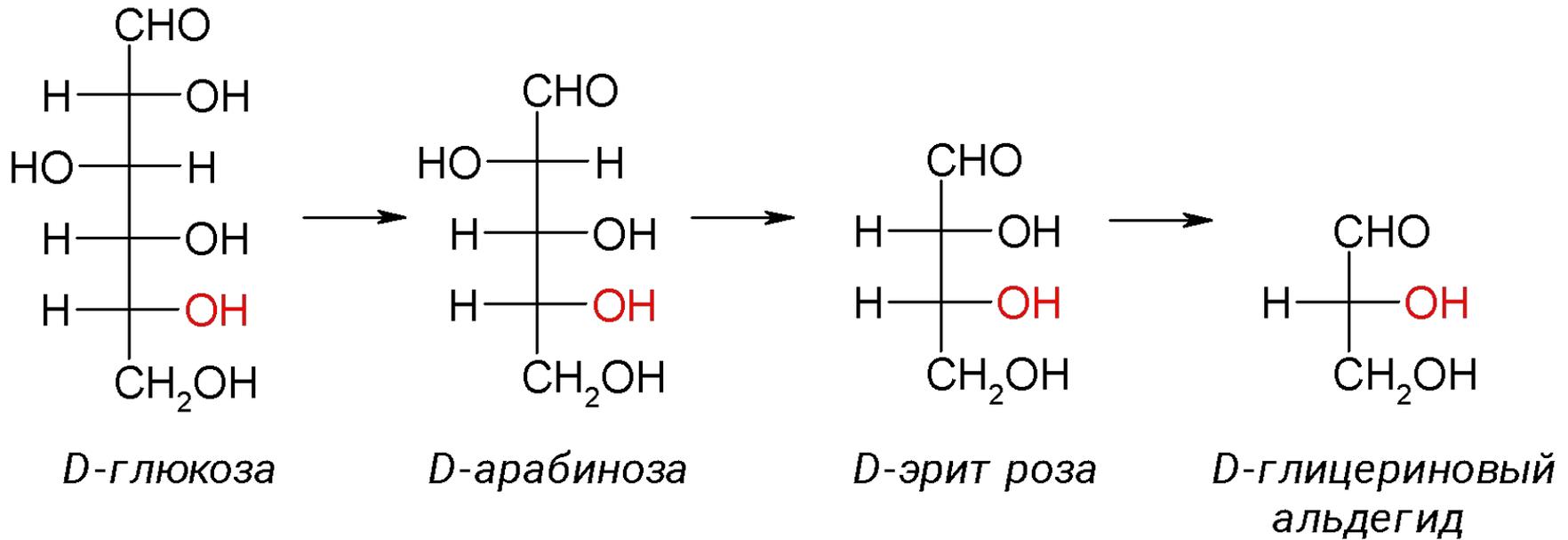


D-глицеральдегид



L-глицеральдегид

Принадлежность к D- или L-ряду у моносахаридов определяется по нижнему крайнему хиральному центру.



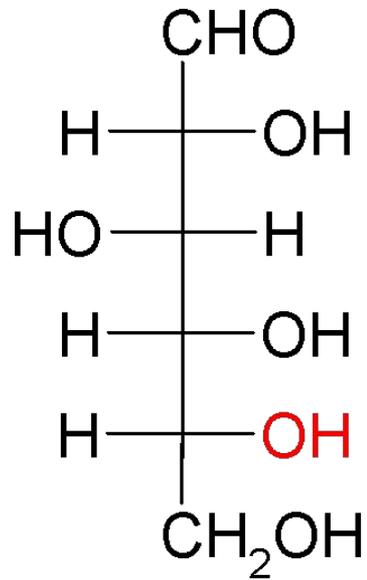
Энантиомерия

Энантиомерам D-ряда углеводов соответствует энантиомер L-ряда с противоположной конфигурацией всех центров хиральности.

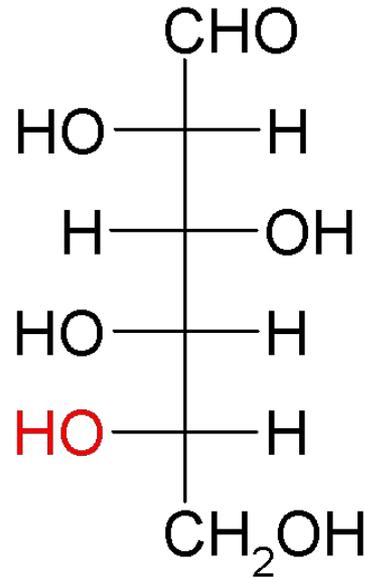
Большинство природных моносахаридов принадлежат D-ряду.

Энантиомерия

Пример: энантиомеры глюкозы



D-глюкоза



L-глюкоза

$$[\alpha] = +52.5^\circ$$

$$-52.5^\circ$$

Энантиомеры обладают одинаковыми физическими и химическими свойствами, но являются оптическими антиподами и имеют различную физиологическую активность.

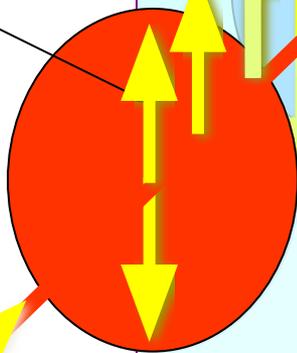
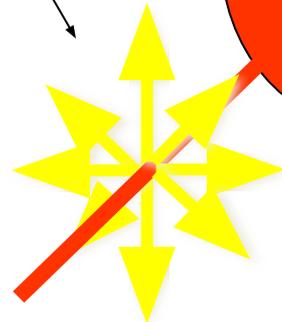
Энантиомерия

Угол вращения плоскости поляризованного света определяется с помощью поляриметра.

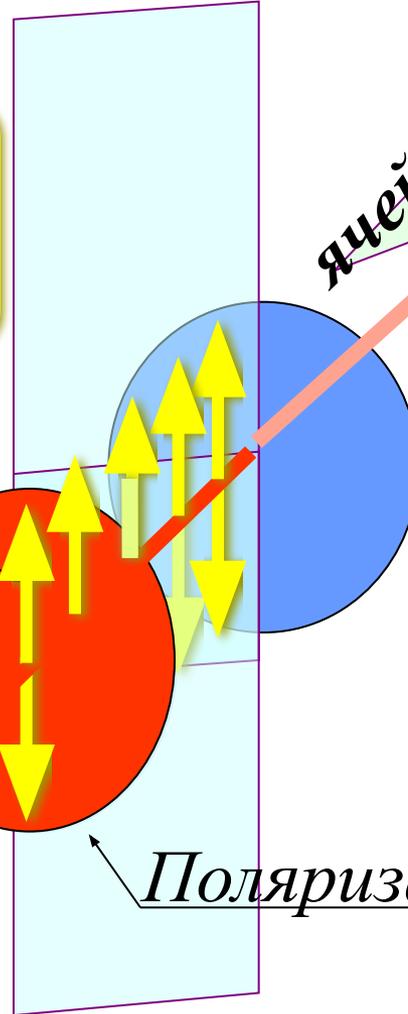
$[\alpha]_D^{25^\circ}$ - удельное вращение

$$[\alpha]_D^{25^\circ} = \frac{\alpha}{l \cdot c}$$

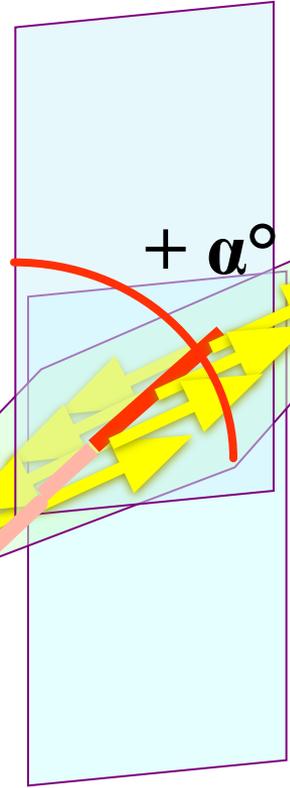
Поляризованный свет
Обычный свет



Поляризатор



ячейка



Поляриметр

σ - Диастереомерия



σ -Диастереомерия возникает в молекулах с 2 и более центрами хиральности.

σ - Диастереомеры – оптические изомеры, не являющиеся зеркальным изображением друг друга.

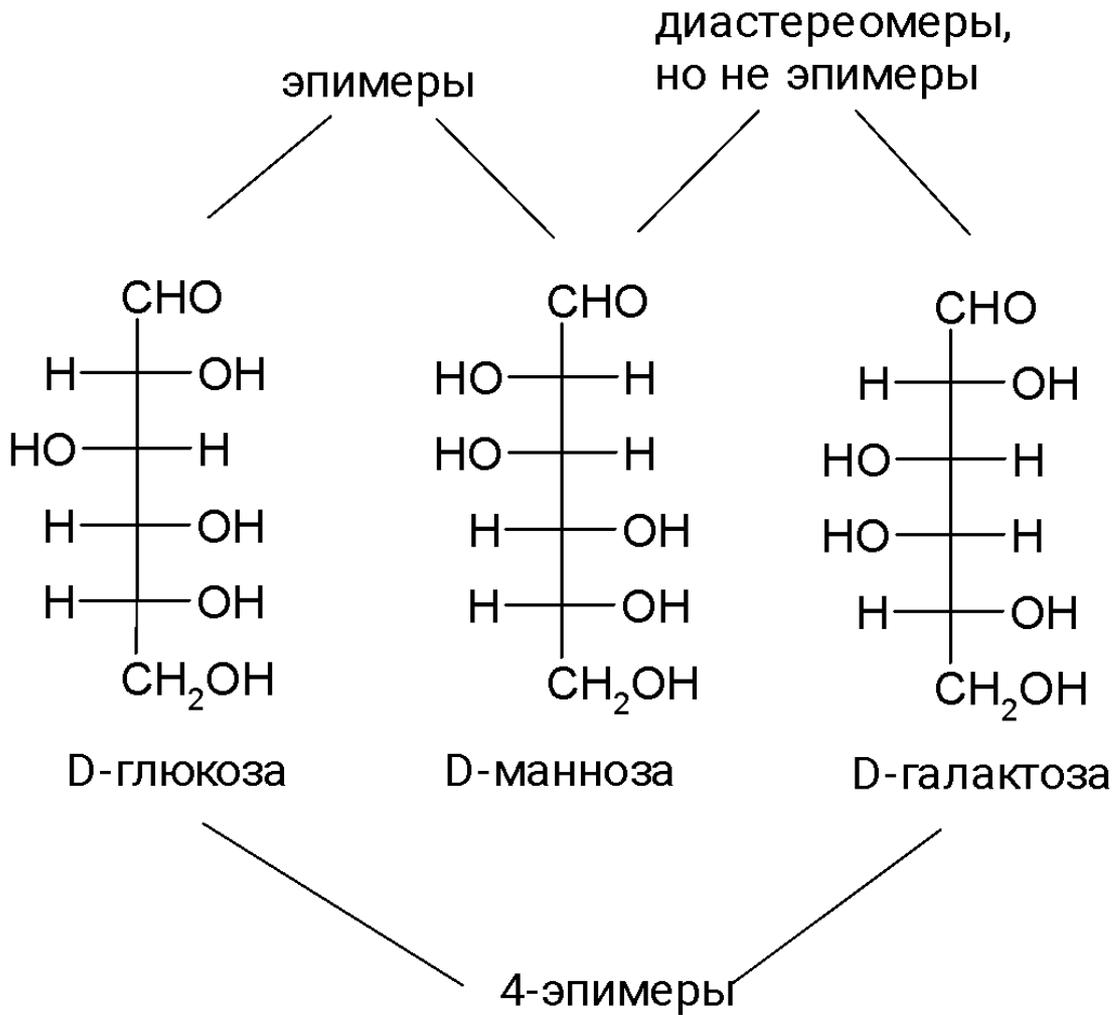


σ - Диастереомерия

**Число стереоизомеров рассчитывают по формуле Фишера: $Z = 2^n$,
где n-число центров хиральности.**

σ– Диастереомеры имеют разные физические и химические свойства и физиологическое действие.

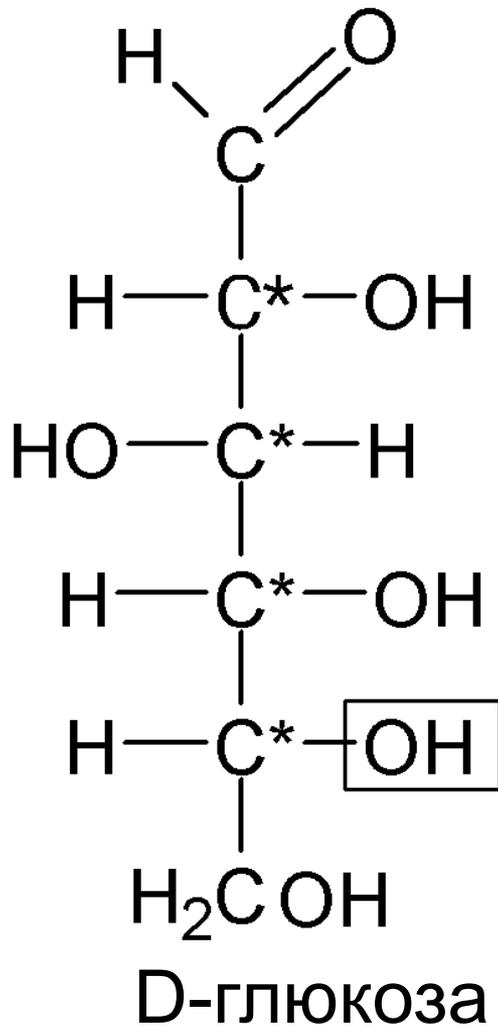
Диастереомерия



σ-Диастереомеры
углеводов,
различающиеся
конфигурацией
только одного
центра
хиральности,
называются
эпимерами.

Альдогексозы

1. Глюкоза (виноградный сахар).
Содержится практически во
всех растительных
организмах. В свободном
состоянии регулирует
осмотическое давление крови.



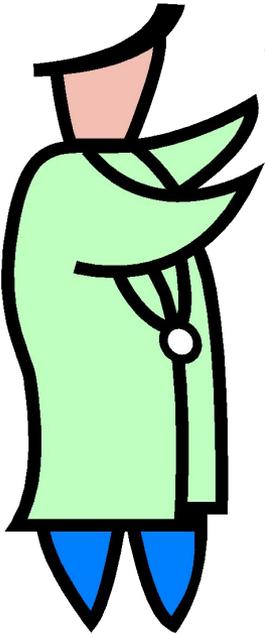
D,L $\text{H}_2\text{C}(\text{OH})\text{CHO}$ $\text{H}_2\text{C}(\text{OH})\text{COOH}$

Альдогексозы

Глюкоза

Международное наименование:
Декстроза (Dextrose)

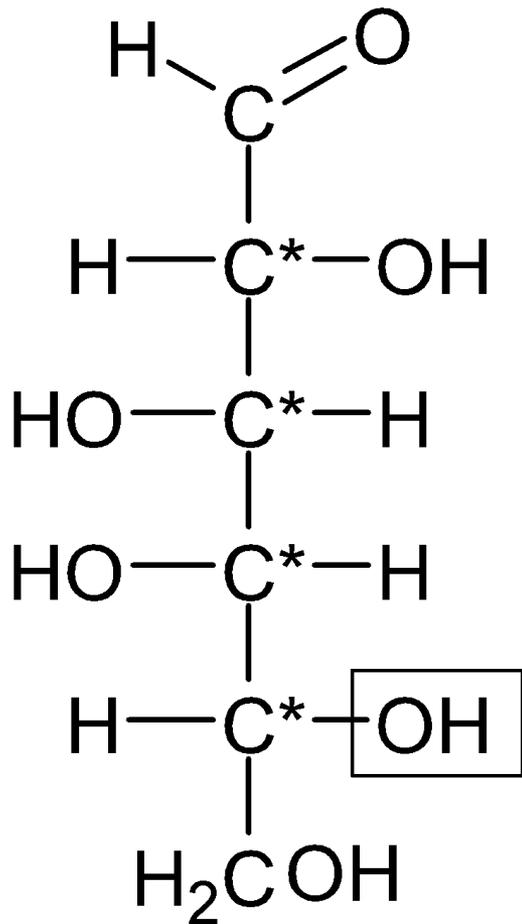
5% Раствор глюкозы оказывает дезинтоксикационное, метаболическое действие, является источником энергии.



Гипертонические растворы (10%, 20%, 40%) повышают осмотическое давление крови, улучшают обмен веществ; повышают сократимость миокарда; улучшают антитоксическую функцию печени, расширяют сосуды, увеличивают диурез.

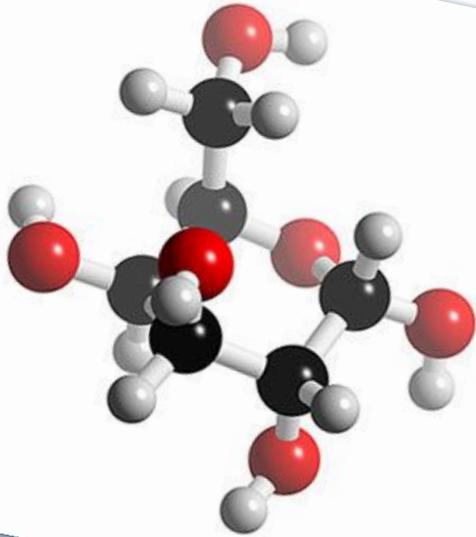
2. Галактоза. Является эписмером глюкозы в четвертом углеродном звене.

D-галактоза входит в состав лактозы и гликолипидов. В печени она легко изомеризуется в глюкозу.



D-галактоза

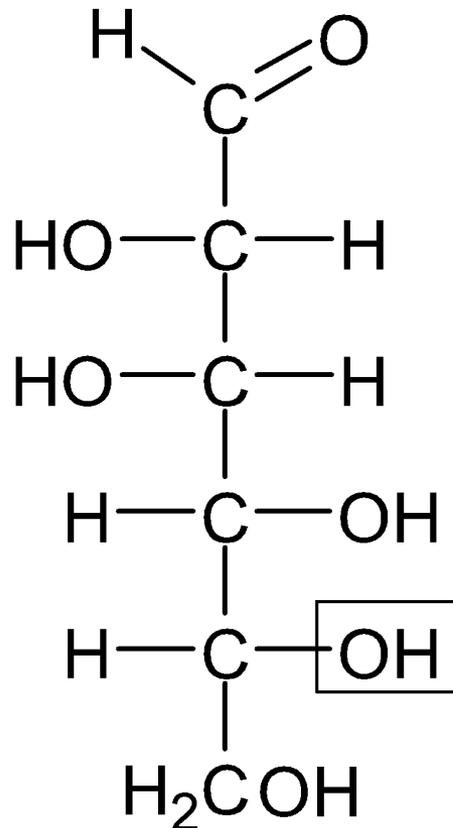
Альдогексозы



**Галактоза
(Galactose) –
ультразвуковое
контрастно-
диагностическое
средство.**



3. Манноза. Является эписимером глюкозы во втором углеродном звене.



D-манноза

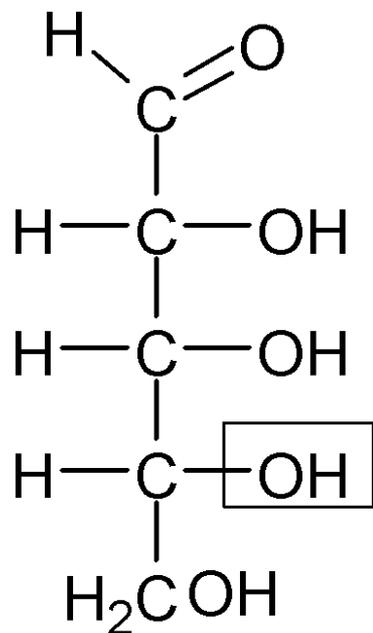
Альдопентозы

1. D-рибоза. Входит в состав нуклеотидов РНК.

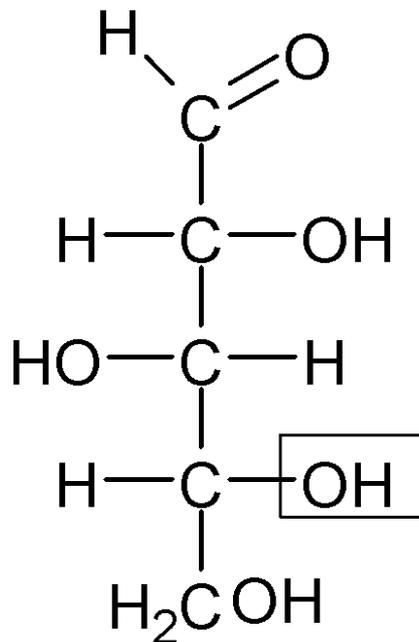
2. D-ксилоза – эпимер рибозы в третьем углеродном звене.

3. Производным рибозы является дезоксисахар – 2-дезокси-D-рибоза (дезоксирибоза) - входит в состав ДНК.

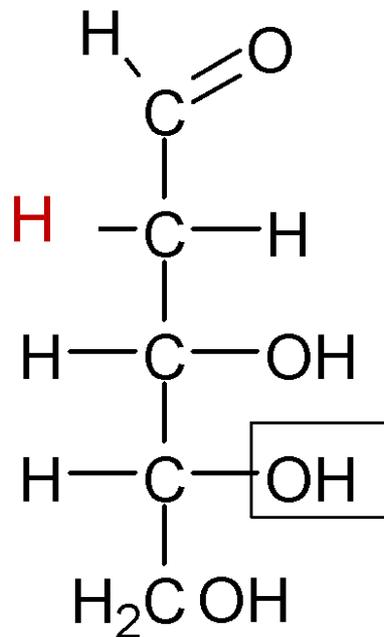
Альдопентозы



D-рибоза



D-ксилоза

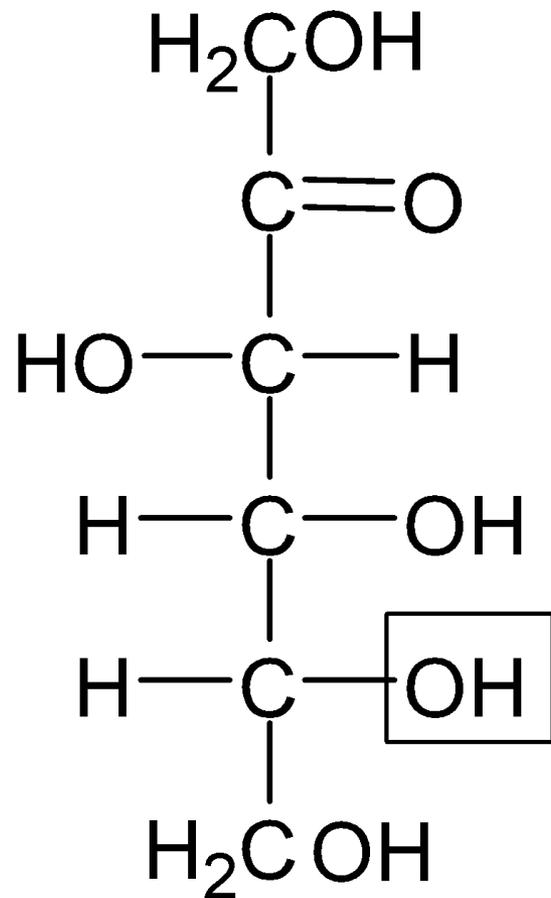


D-дезоксирибоза

эпимеры



Кетогексозы



D-фруктоза

D-фруктоза. Содержится в мёде, фруктах, входит в состав сахарозы, в организме легко изомеризуется в глюкозу.

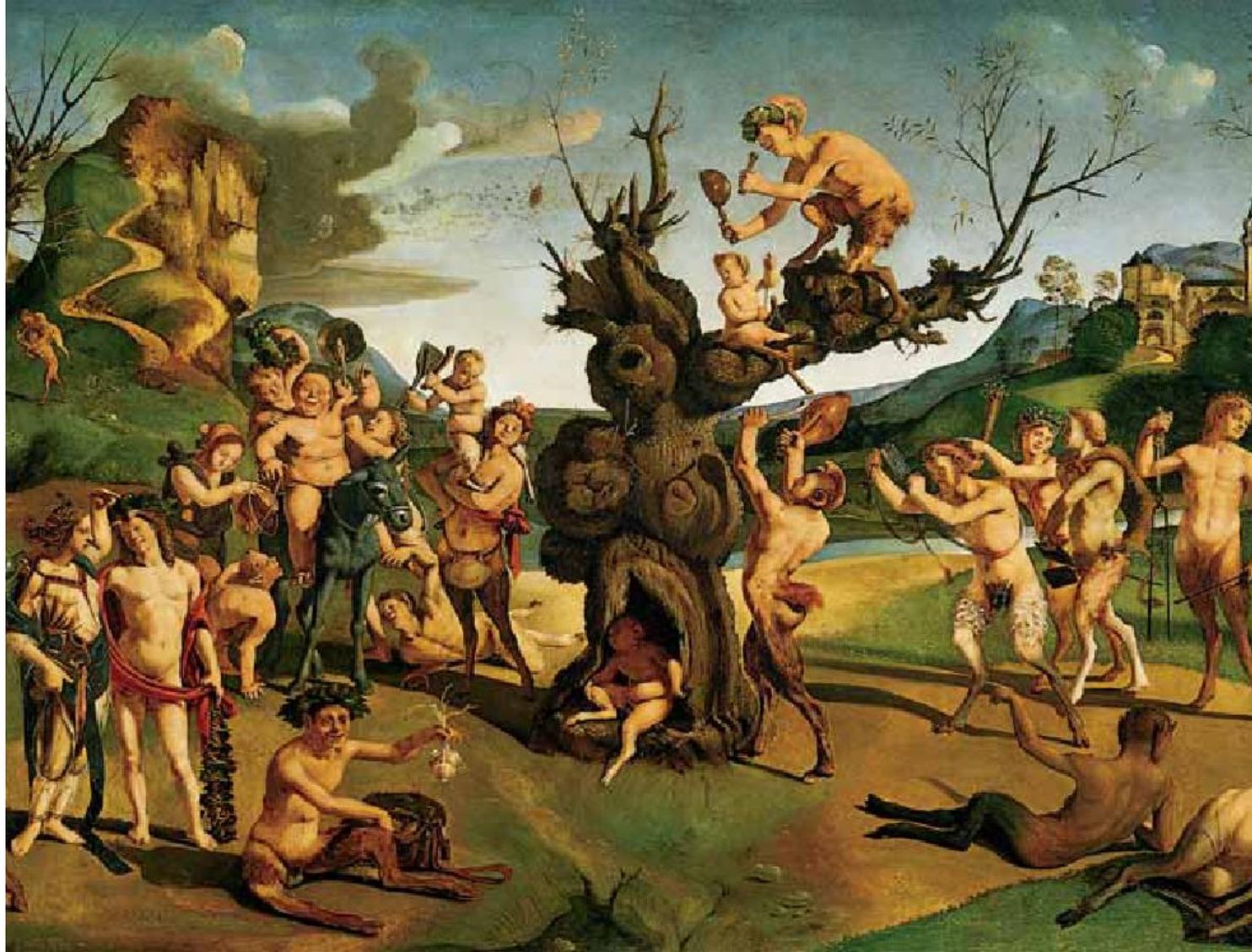


Кетогексозы



**Фруктоза -
парентеральное
средство для
регидратации и
дезинтоксикации.**

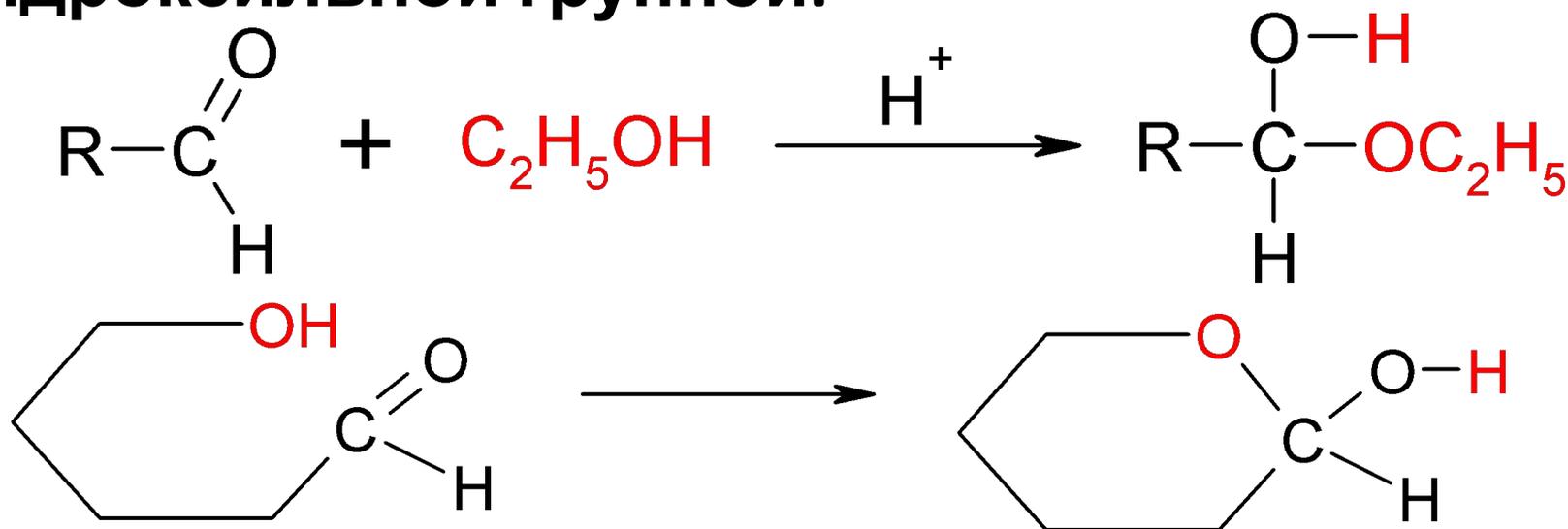




**«Открытие меда» - Пьеро ди Козимо (1462).
(Вустерский «Музей искусств»)**

Циклические формы моносахаридов

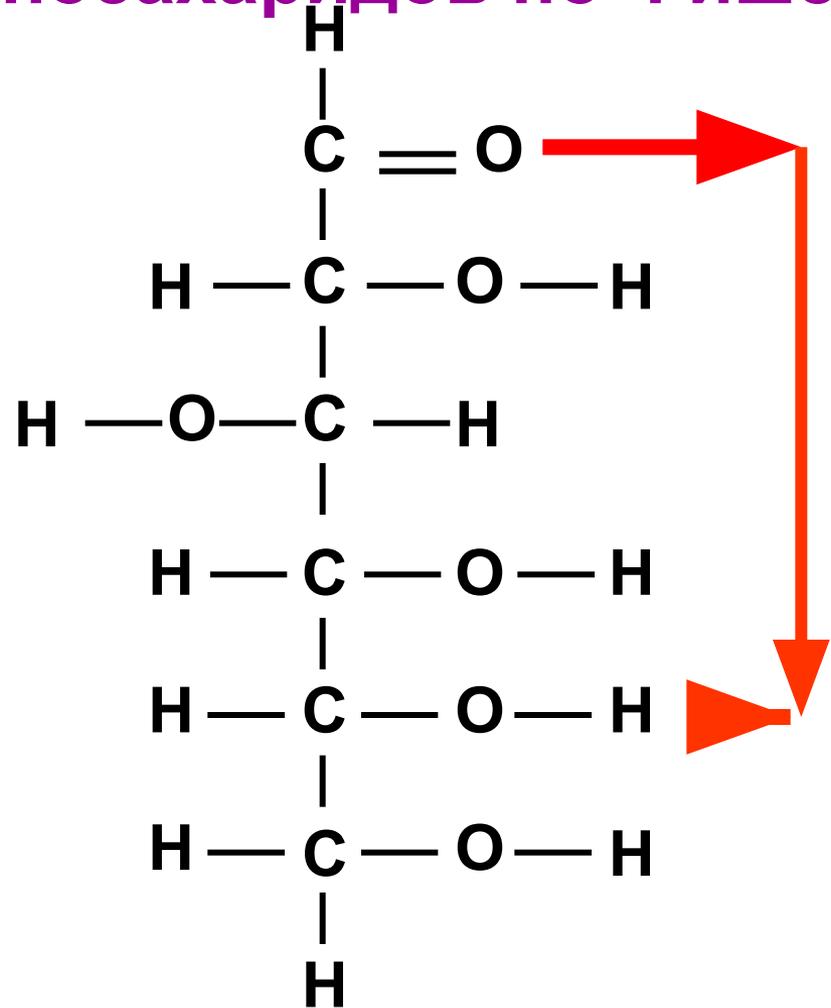
Образование циклических форм связано со способностью углеродной цепи принимать выгодную кляшневидную конформацию и с дальнейшим взаимодействием внутри одной молекулы карбонильной группы с гидроксильной группой.



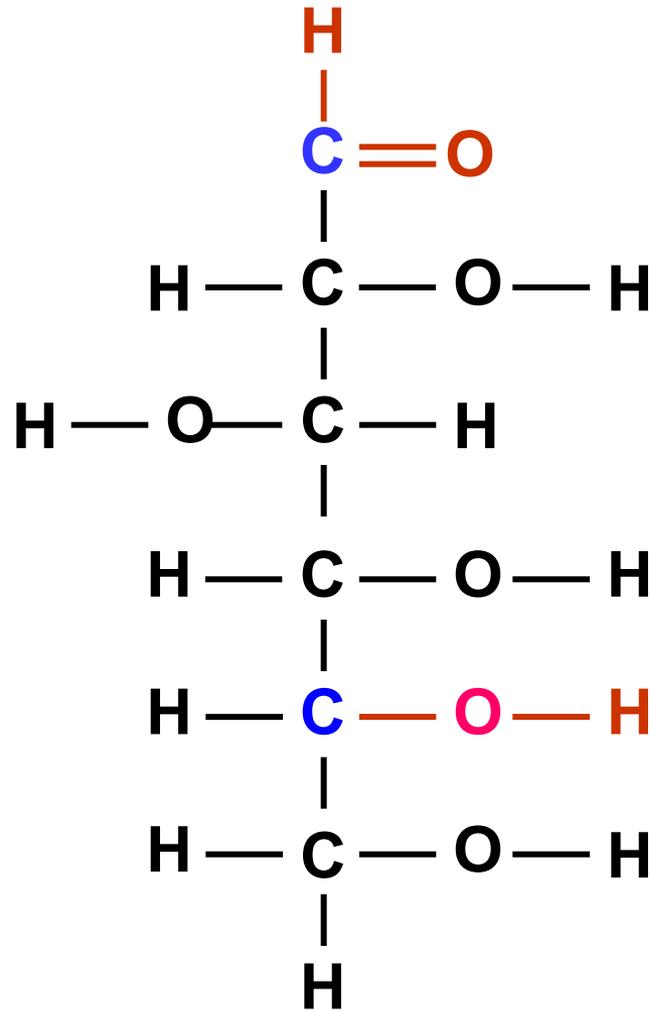
Это взаимодействие приводит к образованию циклического полуацетала. Устойчивыми являются 5- и 6-членные циклы.

Циклические формы моносахаридов по Фишеру

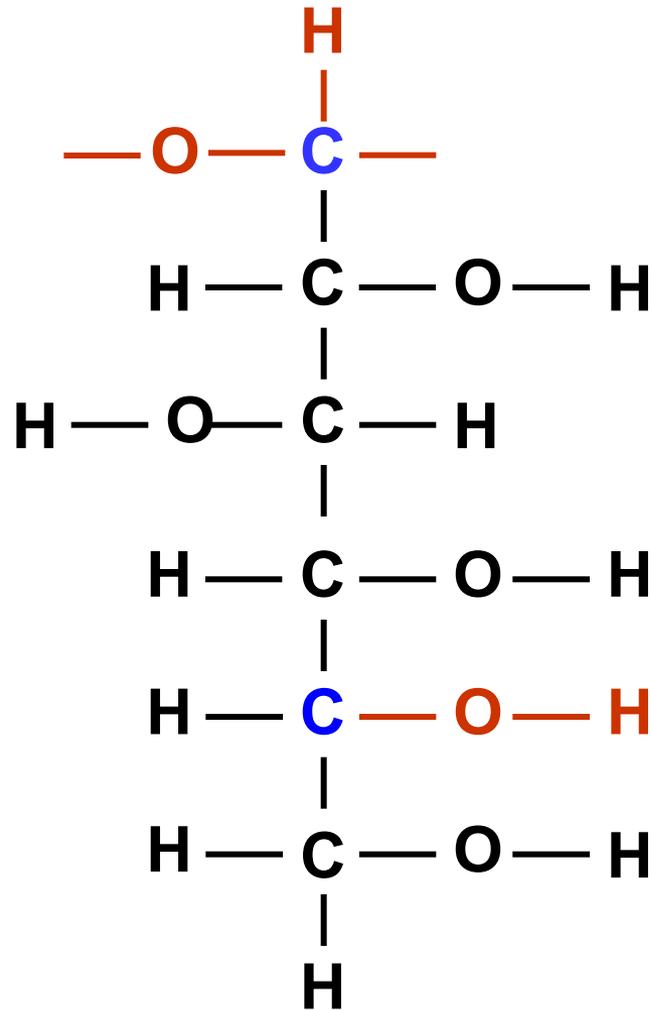
**Пример:
образование
6-членных циклов.**



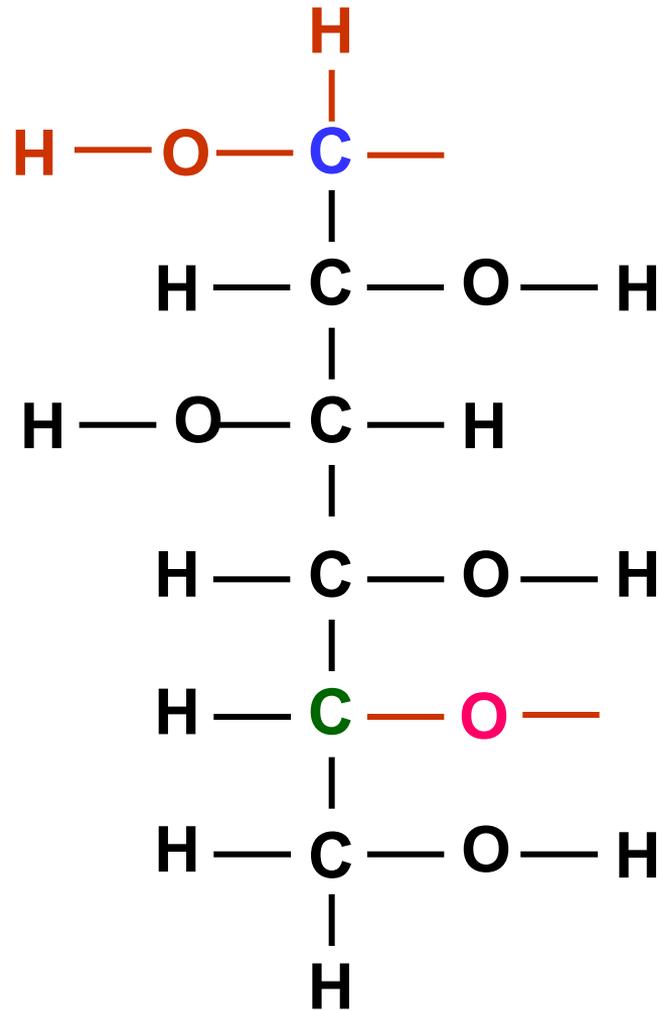
Циклические формы моносахаридов



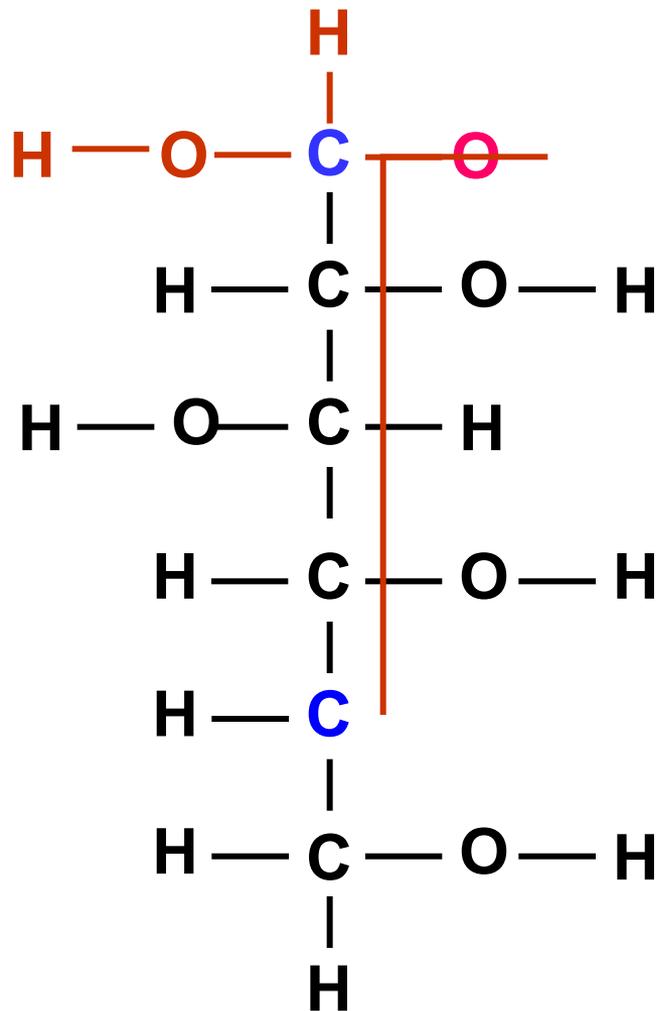
Циклические формы моносахаридов



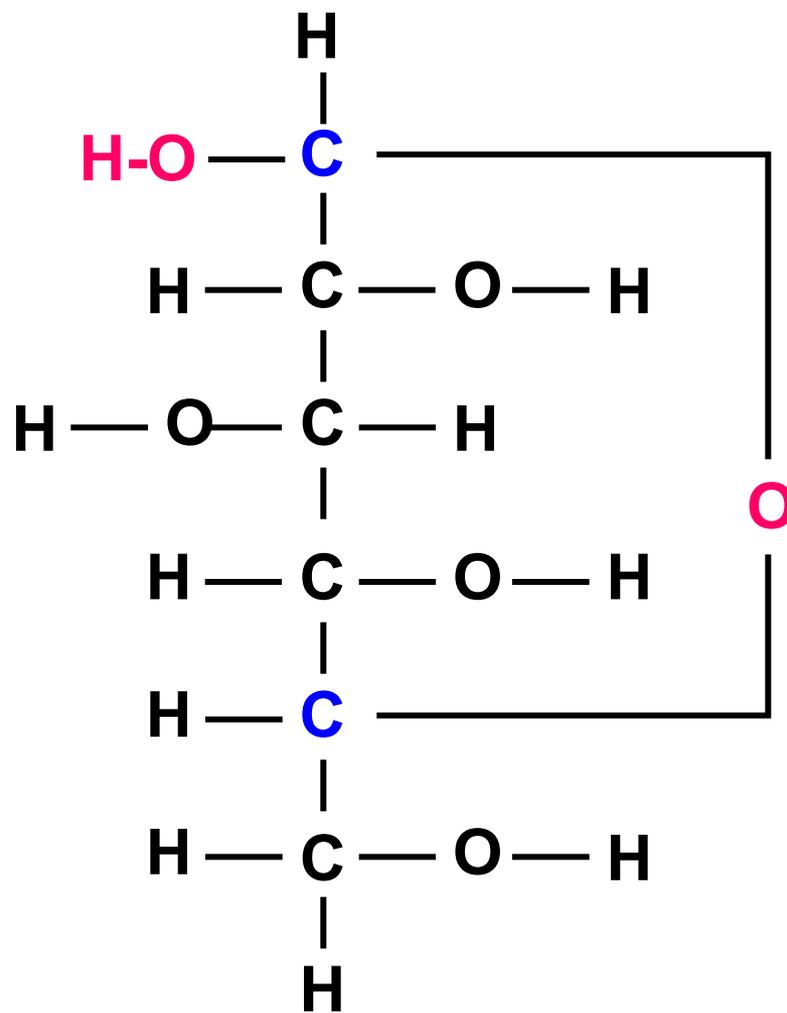
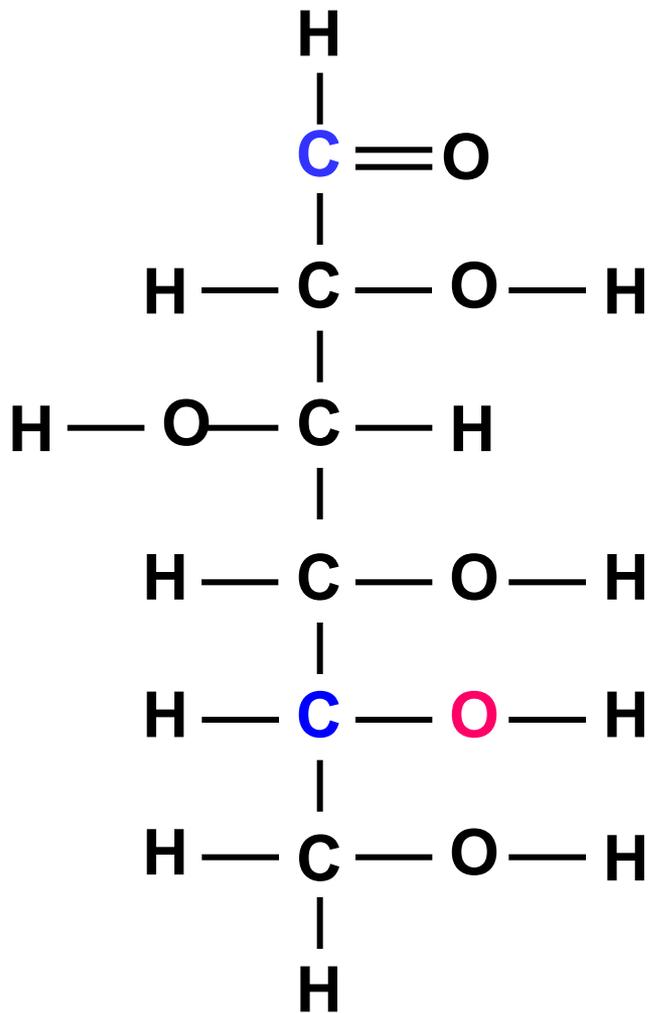
Циклические формы моносахаридов



Циклические формы моносахаридов



Циклические формы моносахаридов

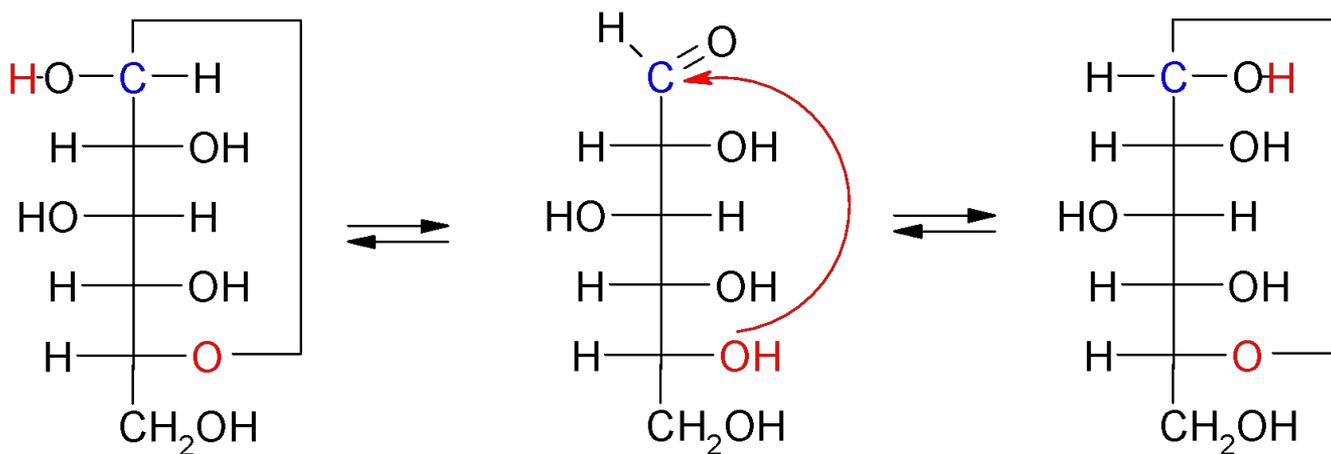


В случае образования циклического полуацетала появляется дополнительный центр хиральности, который называется аномерным атомом углерода.

Два образующихся σ -диастереомера называются аномерами.

Циклические формы моносахаридов

Если у циклической формы конфигурация аномерного центра такая же, как у конечного хирального центра, то это α -аномер, если противоположная, то β -аномер.



β -аномер

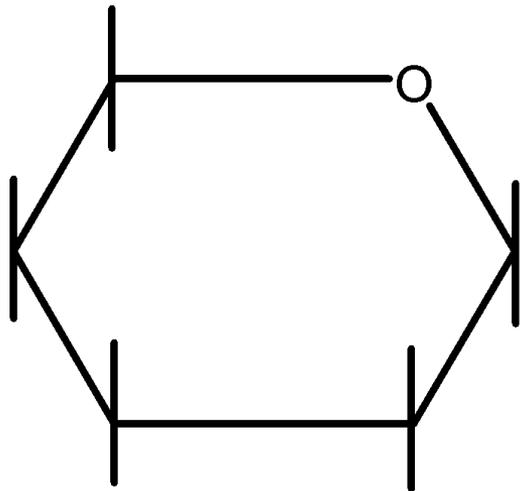
открытая цепь

α -аномер

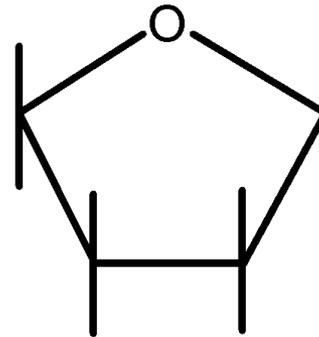
Образующаяся полуацетальная OH-группа называется гликозидной гидроксигруппой.

Формулы Хеуорса

5-членный цикл называется фуранозным (фураноза), 6-членный цикл – пиранозным (пираноза).



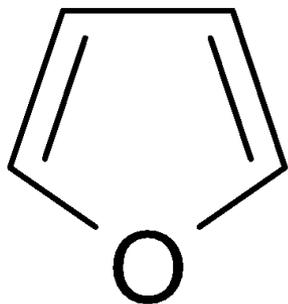
пираноза



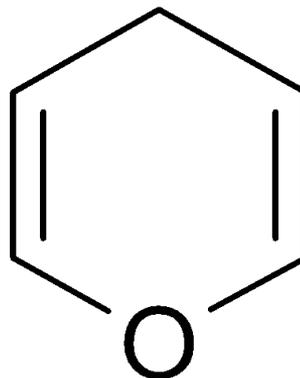
фураноза

Моносахариды

Названия циклов происходят от названия родственных гетероциклов: фурана и пирана.



Фуран



Пиран

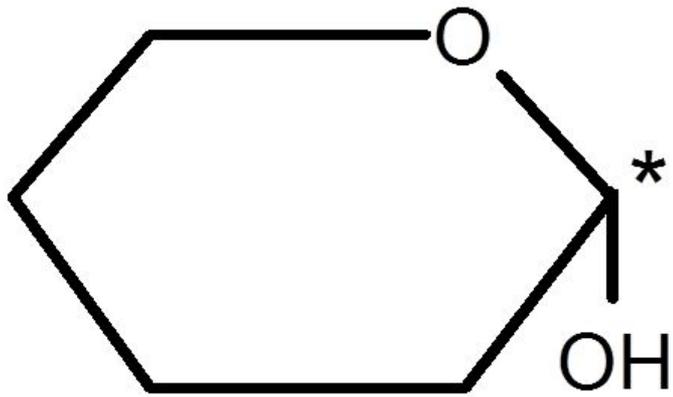
В названиях циклических форм наряду с названием моносахарида указывается размер цикла в виде окончания «фураноза» или «пираноза».

Нумерацию цепи в формулах Хеуорса ведут от крайнего правого положения по часовой стрелке. Последнее звено $-\text{CH}_2\text{OH}$ выносят над плоскостью цикла, что является дополнительным D-признаком по Хеуорсу.

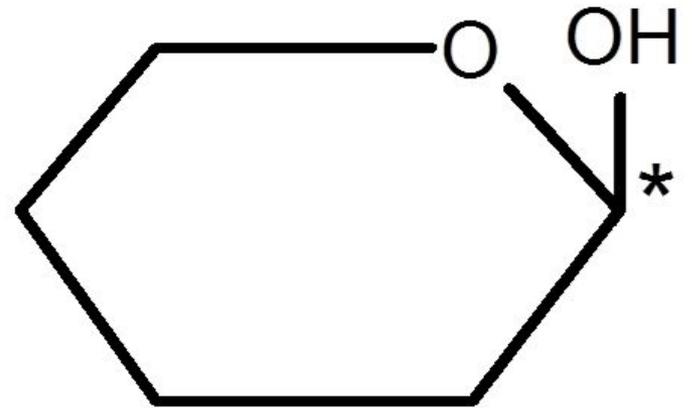
Если полуацетальный гидроксил расположен под плоскостью цикла, то имеем *α -аномер*.

Если полуацетальный гидроксил расположен над плоскостью цикла - *β -аномер*.

Моносахариды

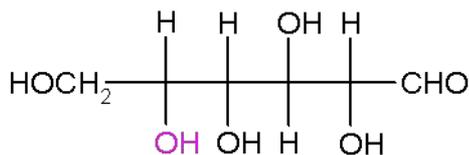
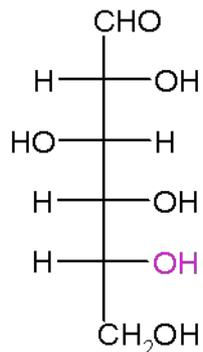


α -аномер



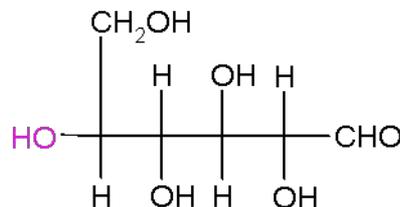
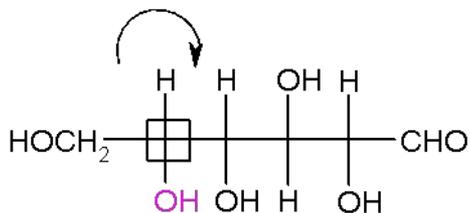
β -аномер

Переход линейной формы в циклическую

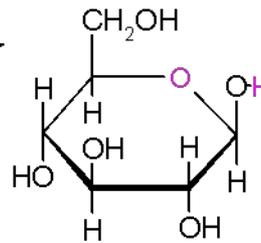
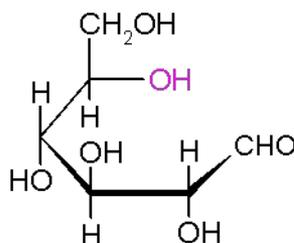
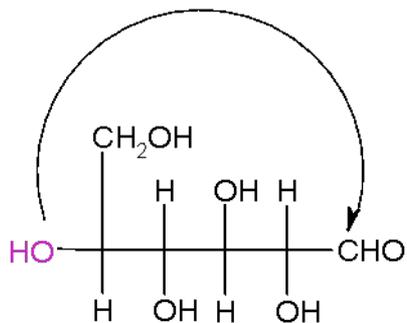


1. Поворот структуры на 90° направо.

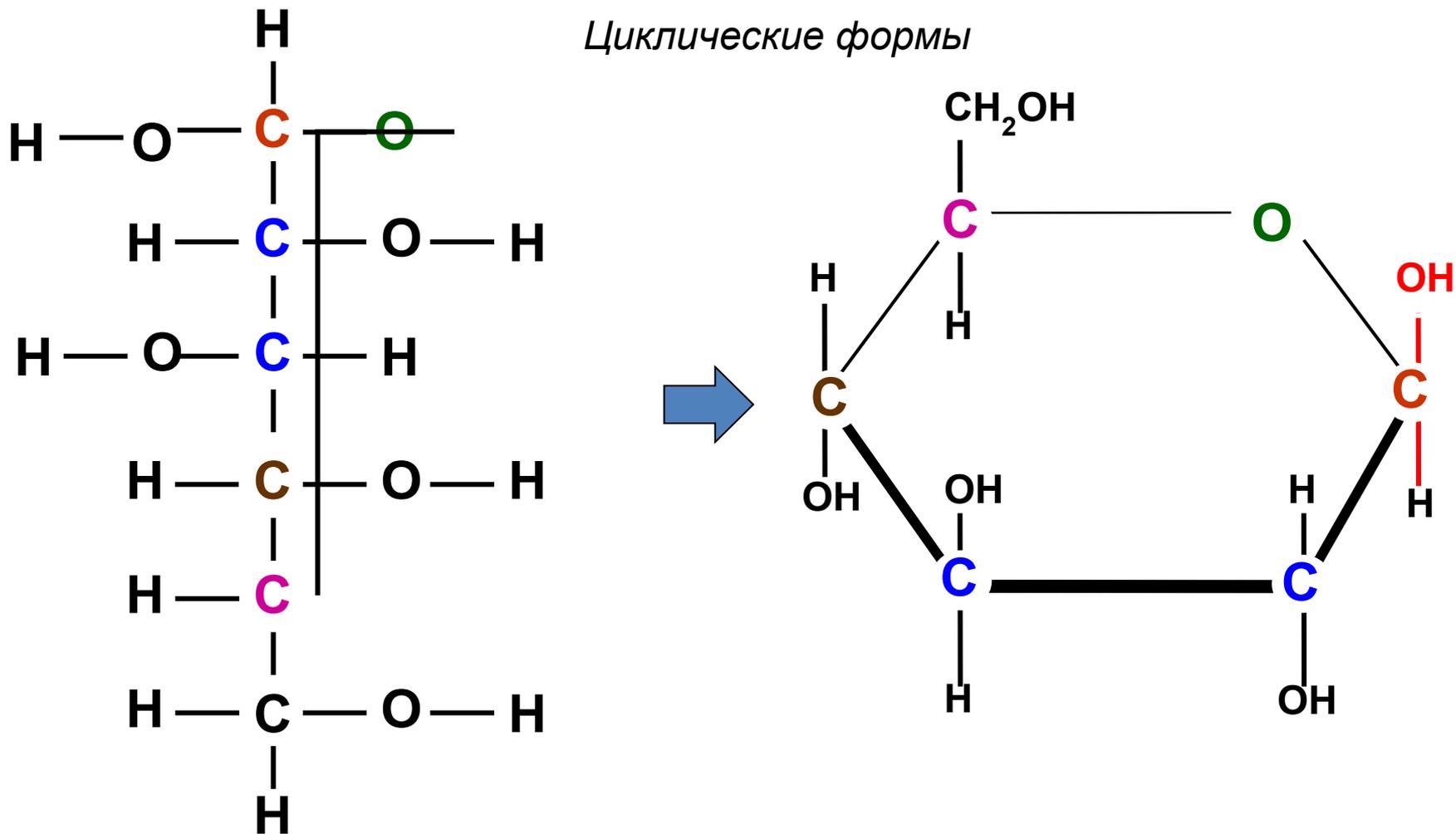
2. Поворот на 90° группы, содержащей гидроксигруппу, образующую полуацеталь.



3. Образование полуацетала.

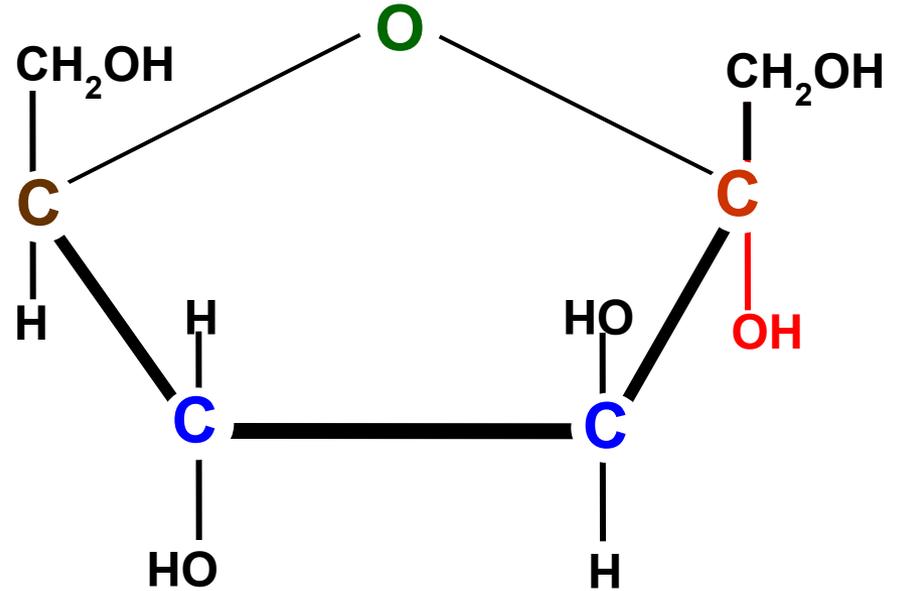
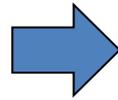
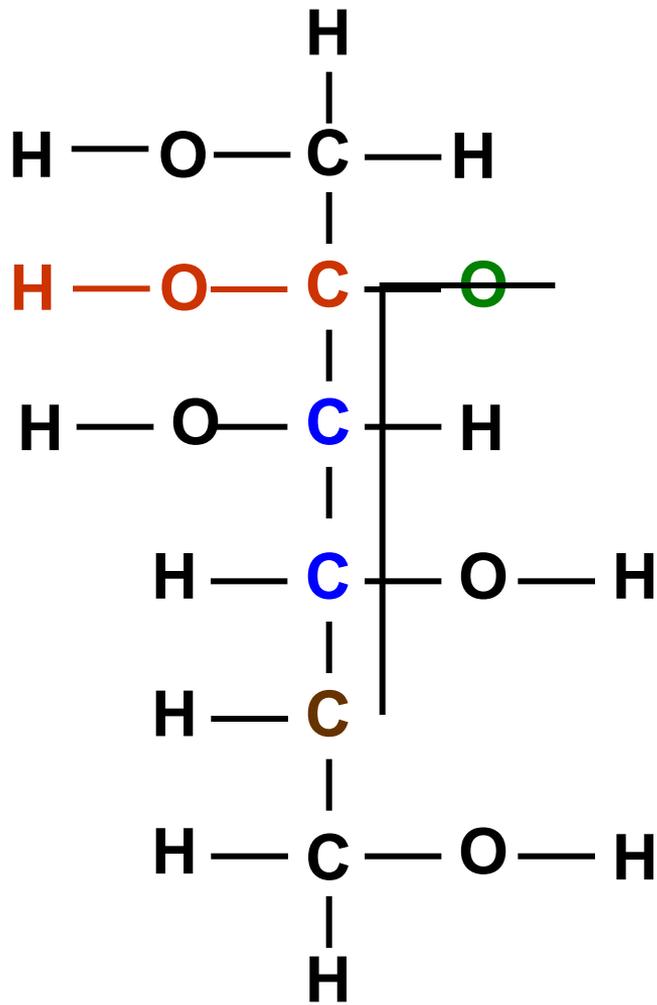


Циклические формы



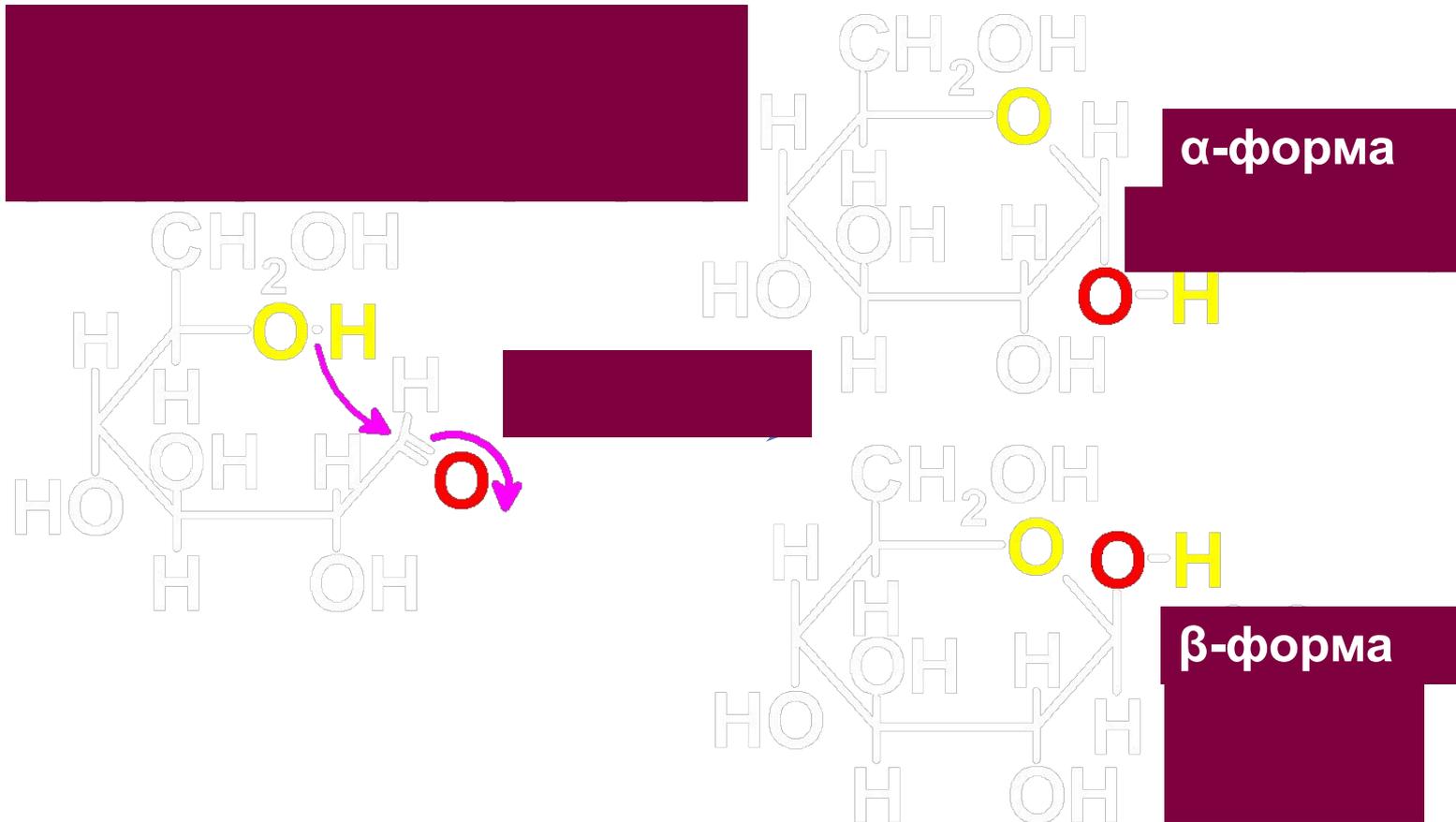
Для альдоз образование фуранозного цикла происходит при взаимодействии карбонильного звена C¹ с гидроксигруппой C⁴, а пиранозный цикл образуется между C¹ и C⁵.

Циклические формы



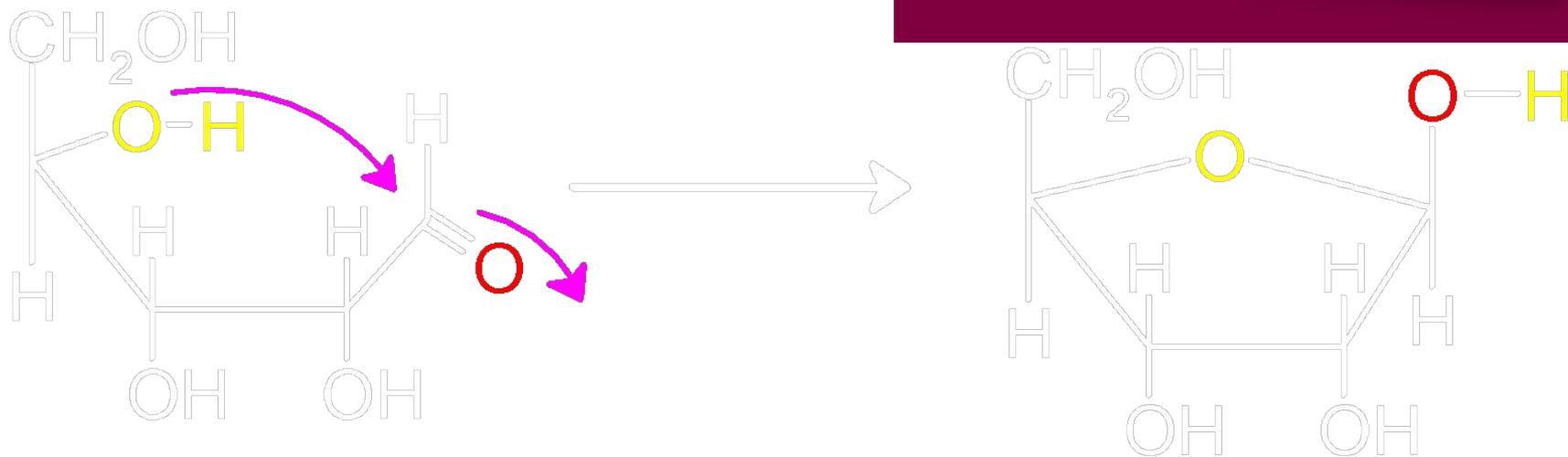
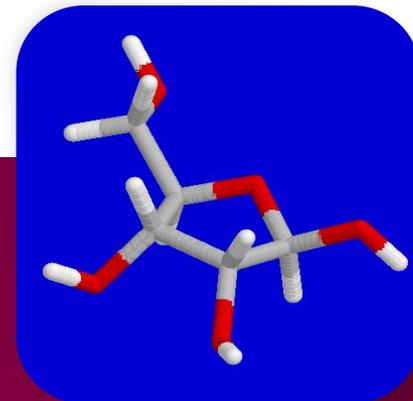
Для кетоз в образовании фуранозного цикла участвует карбонильное звено C^2 и гидроксигруппа C^5 , а пиранозный цикл образуется между C^2 и C^6 .

Если полуацетальный гидроксил расположен под плоскостью цикла, то это α -аномер, над плоскостью цикла - β -аномер.



Пример: схема образования пиранозных α - и β -форм D-глюкозы.

Циклические формы



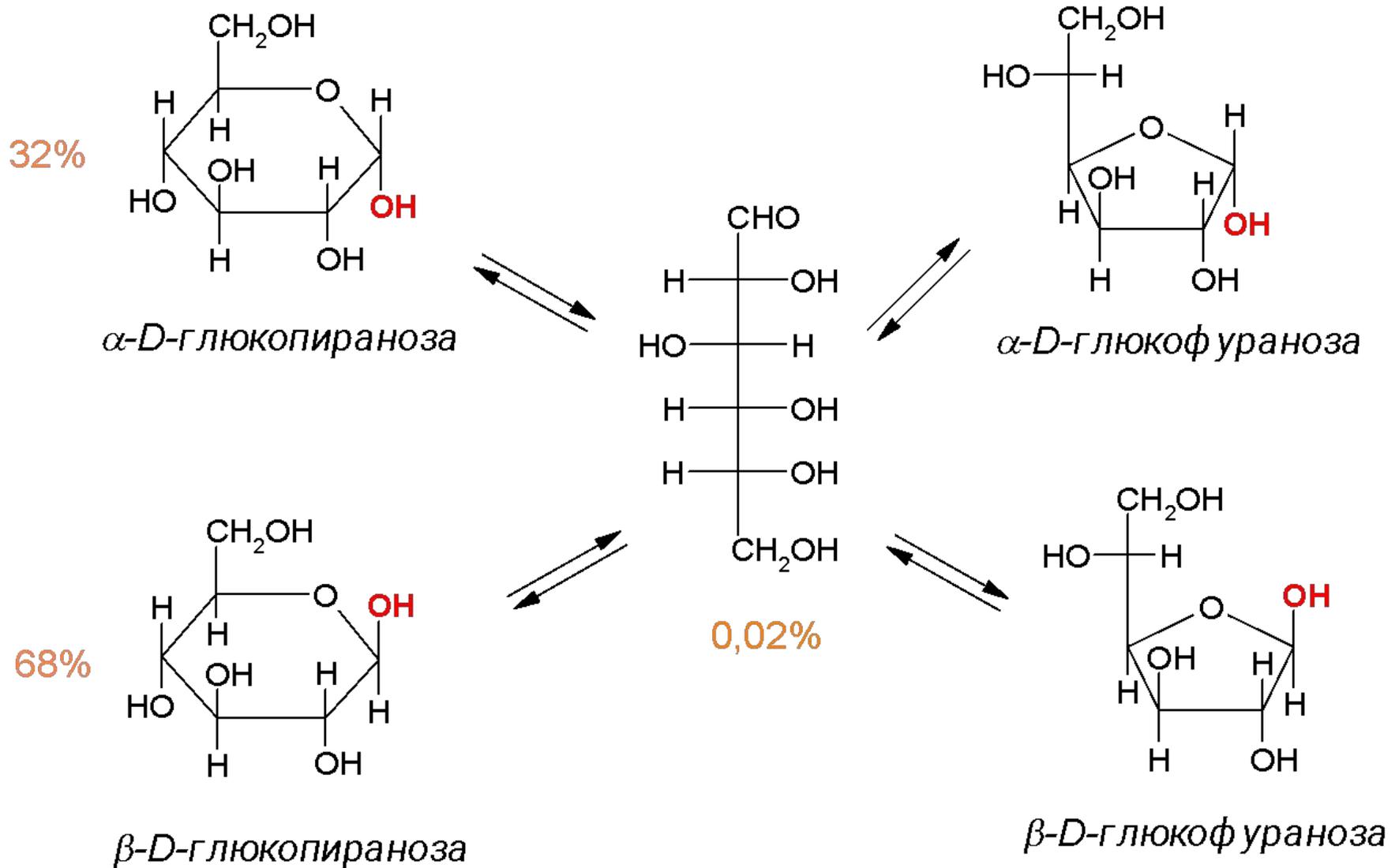
Пример: схема образования β -D-рибофуранозы.

Моносахариды

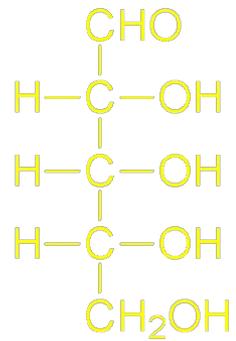
В растворе моносахариды присутствуют в открытых и циклических формах, способных свободно переходить друг в друга. Такой вид изомерии называется **цикло-оксо-таутомерией (кольчато-цепной таутомерией).**

Изомеры, взаимно переходящие друг в друга и находящиеся в состоянии динамического равновесия, называются таутомерами.

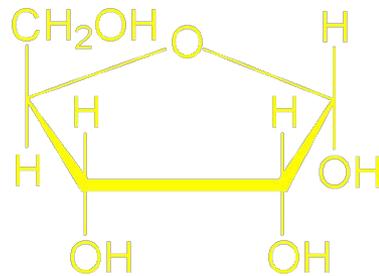
Кольчато-цепная таутомерия



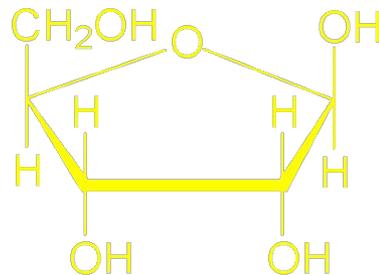
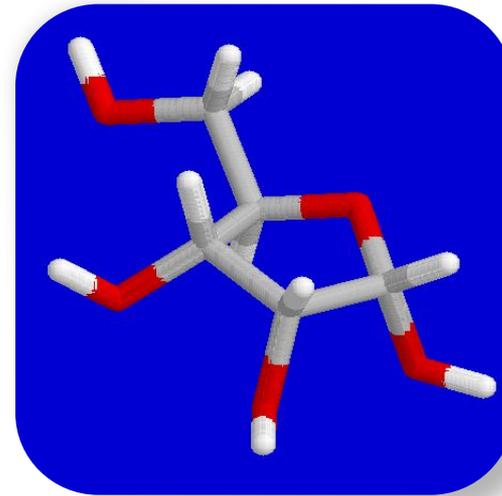
Фуранозные формы D-рибозы



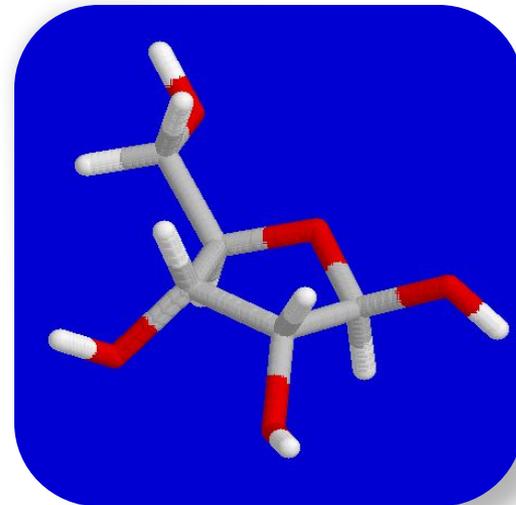
D-рибоза



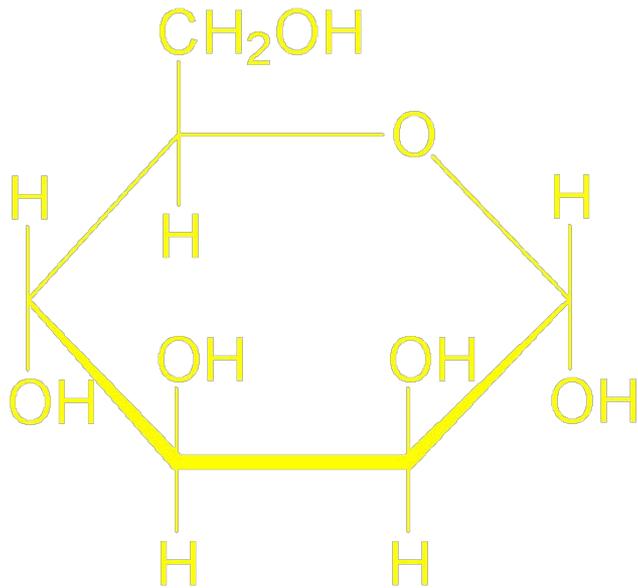
α -D-рибофураноза



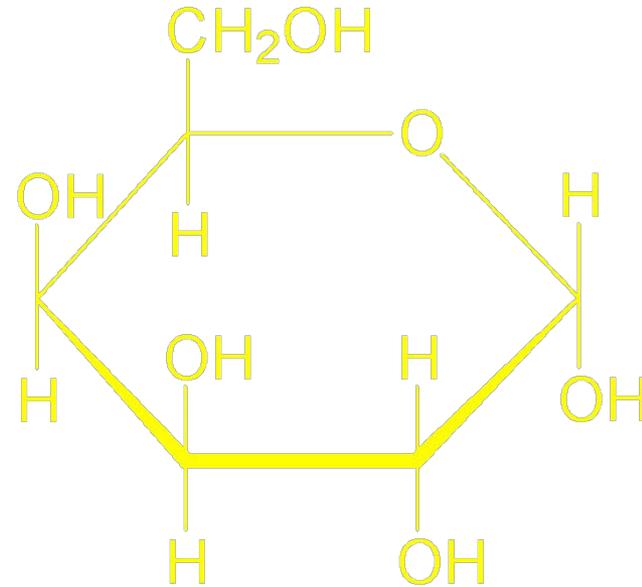
β -D-рибофураноза



Пиранозные формы D-маннозы

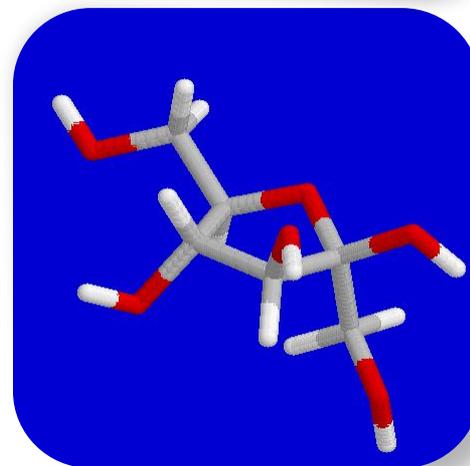
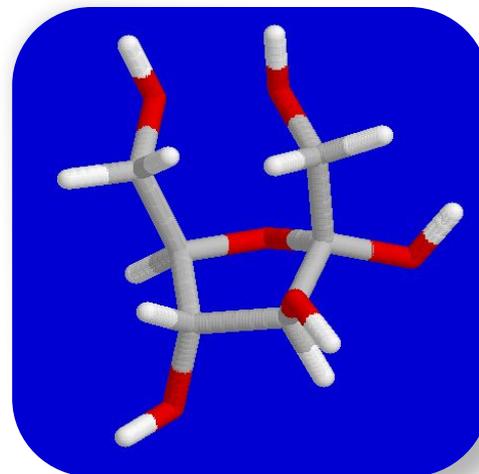
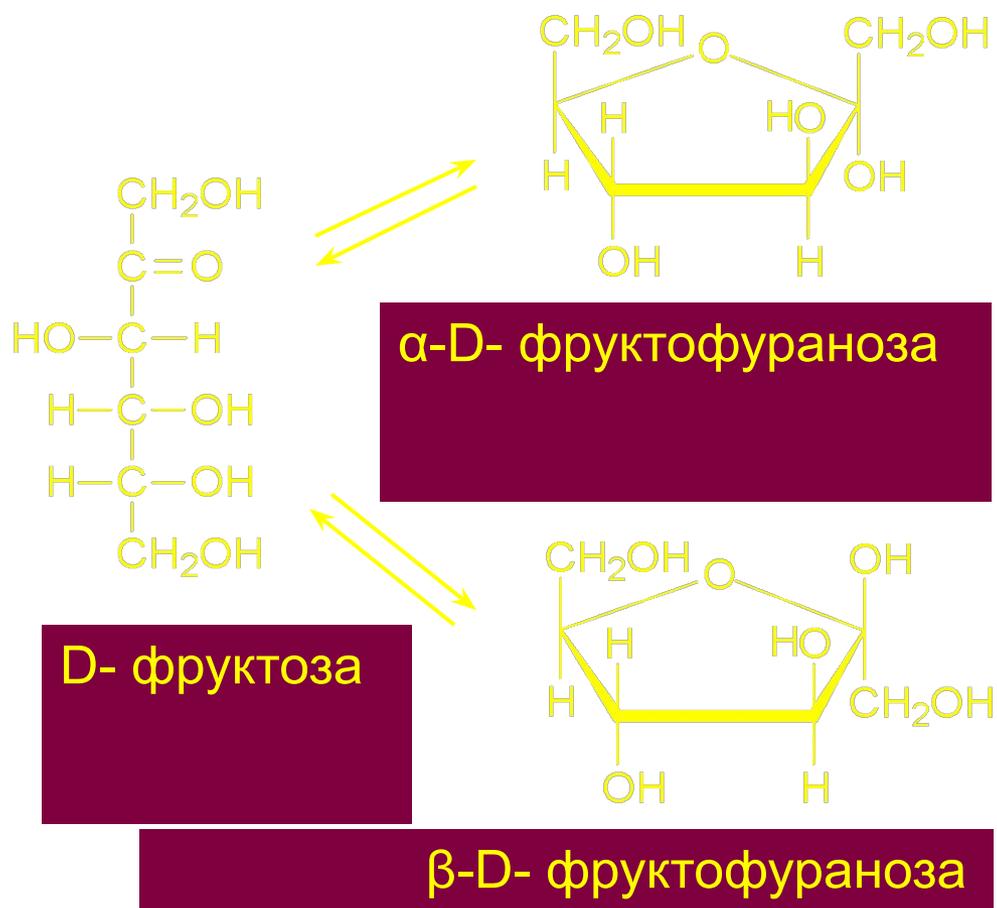


α -D-маннопираноза



β -D-маннопираноза

Фуранозные формы D-фруктозы



Таутомерия

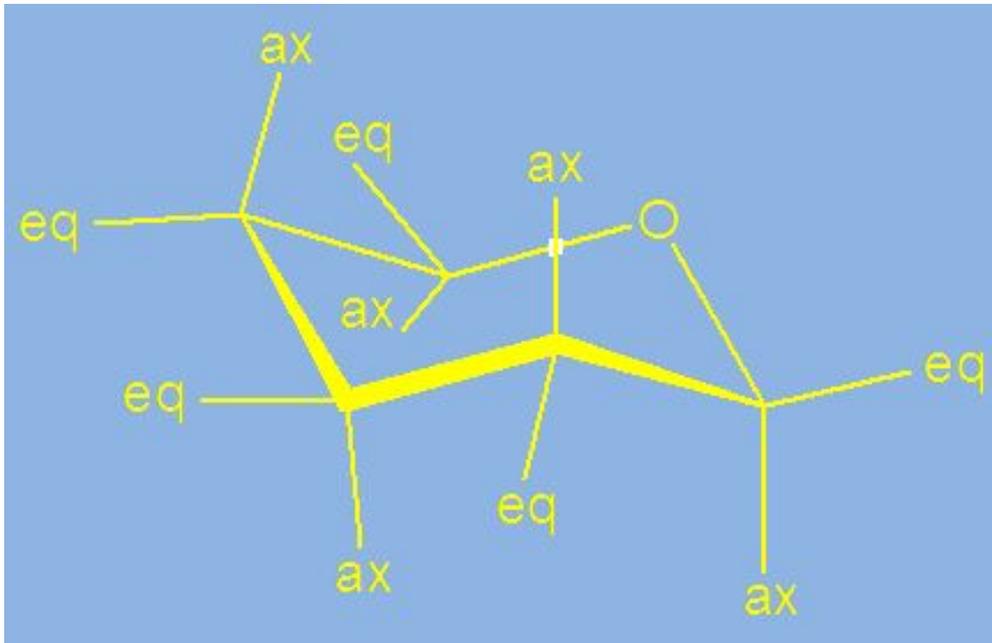
Кольчато-цепная таутомерия сопровождается закономерным явлением – мутаротацией.

Мутаротация (от лат. *mutare* – изменять, *rotatio* – вращение) в данном случае - это изменение вращения плоскости поляризации света свежеприготовленными растворами разных аномеров.

Например, α-D-глюкопираноза имеет удельное вращение $[\alpha] = +112^\circ$, а β-D-глюкопираноза имеет $[\alpha] = +19^\circ$. При стоянии свежеприготовленных растворов каждого из аномеров удельное вращение изменяется и достигает значения $+52,5^\circ$, соответствующего равновесию.

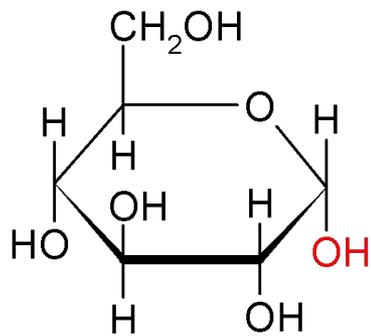
Конформации молекул моносахаридов

В реальности пиранозные формы принимают конформацию кресло – наиболее энергетически выгодную в случае шестичленных циклов.

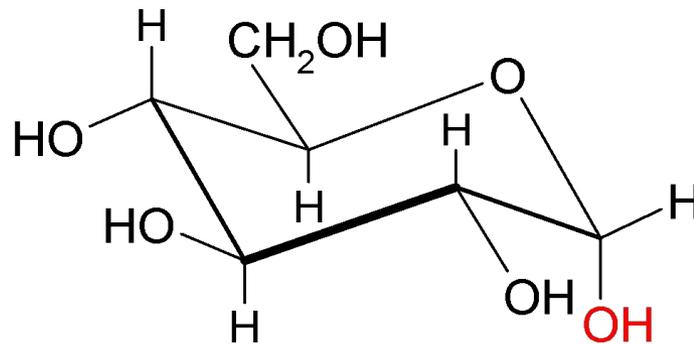


Конформации молекул моносахаридов

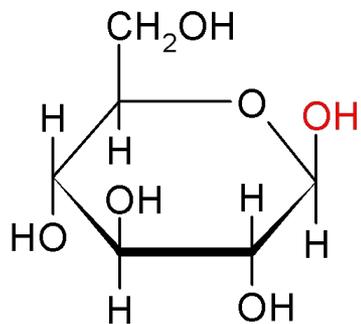
В случае β -аномера все объемные заместители занимают экваториальные положения, что энергетически выгодно.



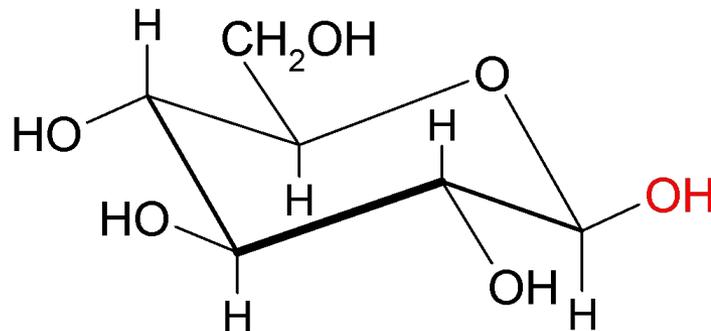
α -D-глюкопираноза



α -D-глюкопираноза

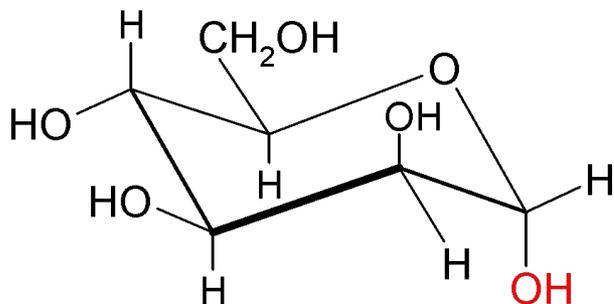


β -D-маннопираноза

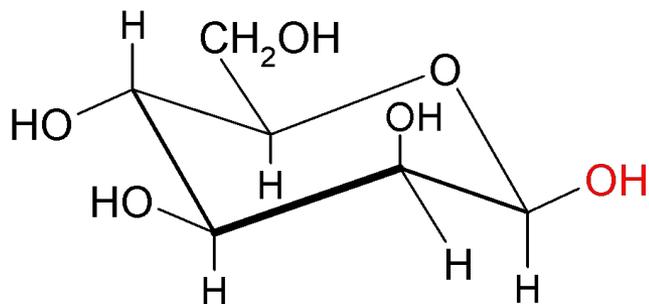


β -D-глюкопираноза

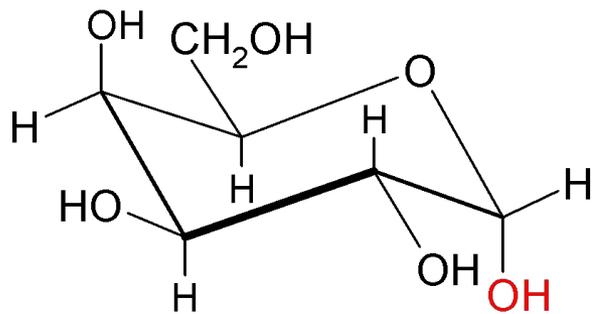
Конформации молекул моносахаридов



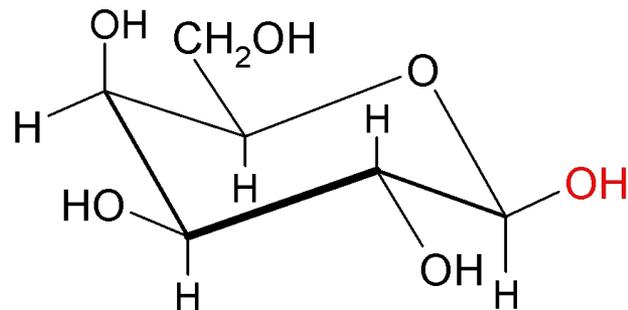
α -D-маннопираноза



β -D-маннопираноза



α -D-галактопираноза



β -D-галактопираноза

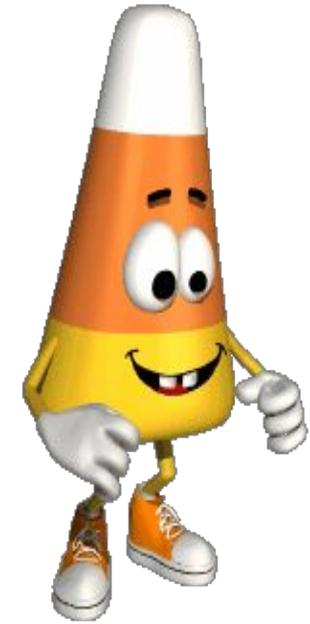
Физические свойства

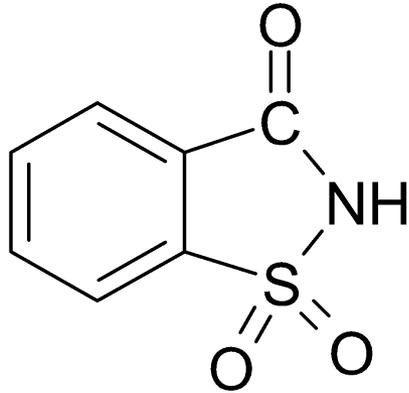
Моносахариды представляют собой бесцветные кристаллические вещества очень хорошо растворимые в воде. Моносахариды трудно растворяются в спирте, очень плохо в гидрофобных растворителях.

Концентрированные растворы сахаров в воде называются сиропами.

Физические свойства

Вещество	Относительная сладость
Фруктоза	173
Сахароза (дисахарид)	100
Глюкоза	74
Мальтоза (дисахарид)	32
Галактоза	32
Лактоза (дисахарид)	16





Физические свойства

Сахарин (E954), 500 раз

Этоксифенилмочевина (дульцин), 200 раз

Ацесульфам (E950), 200 раз

Аспартам (метилловый эфир L-аспартил-L-фенилаланина, E951), 200 раз

Метилфенхилловый эфир L-аспартиламинояланиновой кислоты, 33000 раз

Сукроновая кислота, 200000 раз.

Физические свойства



**Белок монеллин из
тропического растения
Dioscoreophyllum cumminsii
в 3000 раз слаще сахарозы.**

Физические свойства

Белок тауматин (E957) из тропического растения *Thaumasoccus daniellii* слаще сахарозы в 750-1000 раз, а его комплекс с ионами алюминия – талин – уже в 35000 раз.



Thaumasoccus daniellii

Физические свойства



Synsepalum dulcificum

Белок миракулин из *Synsepalum dulcificum* имеет уникальное свойство воздействовать на вкусовые рецепторы, отключая на время восприятие кислого и горького вкусов, при этом все остальные вкусовые ощущения остаются.

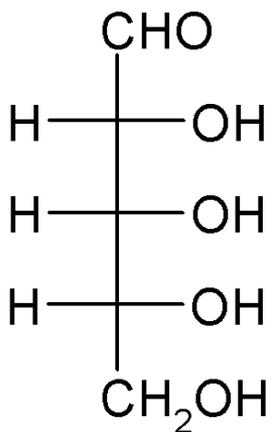
Физические свойства

Фрукт *Synsepalum dulcificum* сам по себе не сладкий, но может использоваться как натуральный подсластитель.

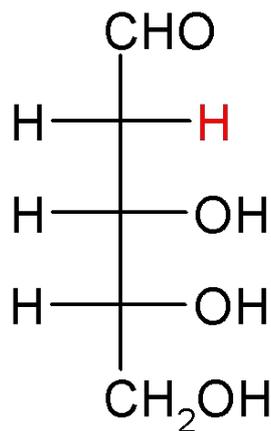


Производные моносахаридов

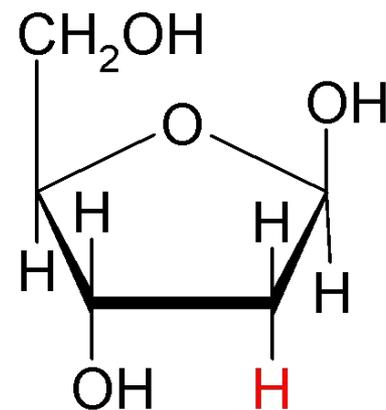
Дезоксисахара - моносахариды, содержащие в молекуле один или несколько атомов водорода вместо гидроксильных групп.



рибоза



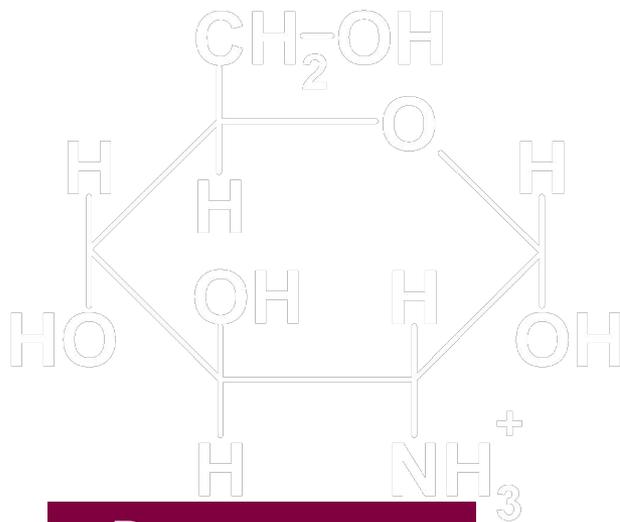
2-дезоксид-рибоза



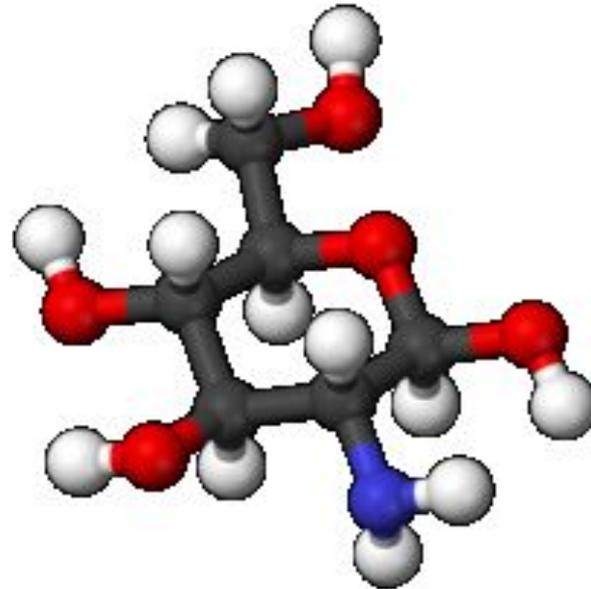
β-2-дезоксид-рибофураноза

Производные моносахаридов

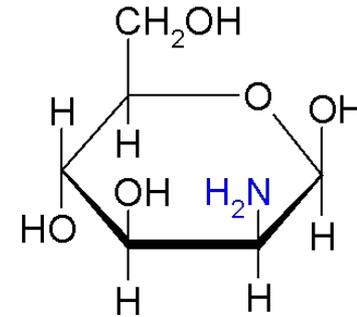
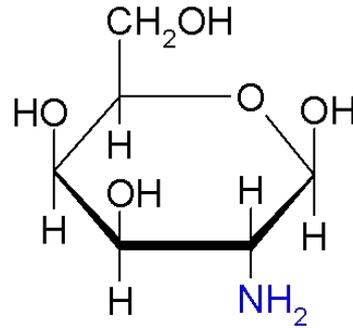
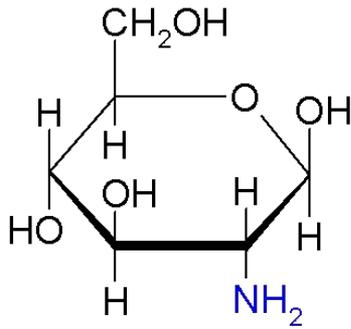
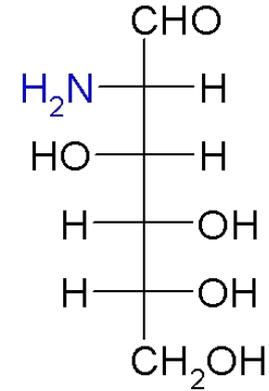
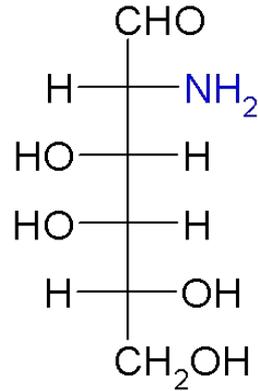
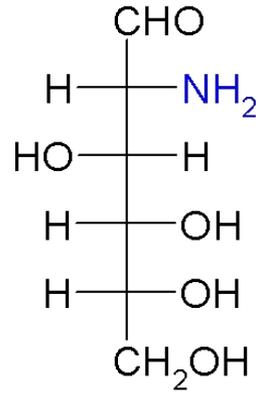
Аминосахара – образуются на основе моносахаридов, в молекулах которых OH-группа второго звена замещена аминогруппой - NH₂.



α-D-глюкозамин



Аминосакхара



D-глюкозамин
(2-амино-2-дезоксид-
D-глюкопираноза)

D-галактозамин

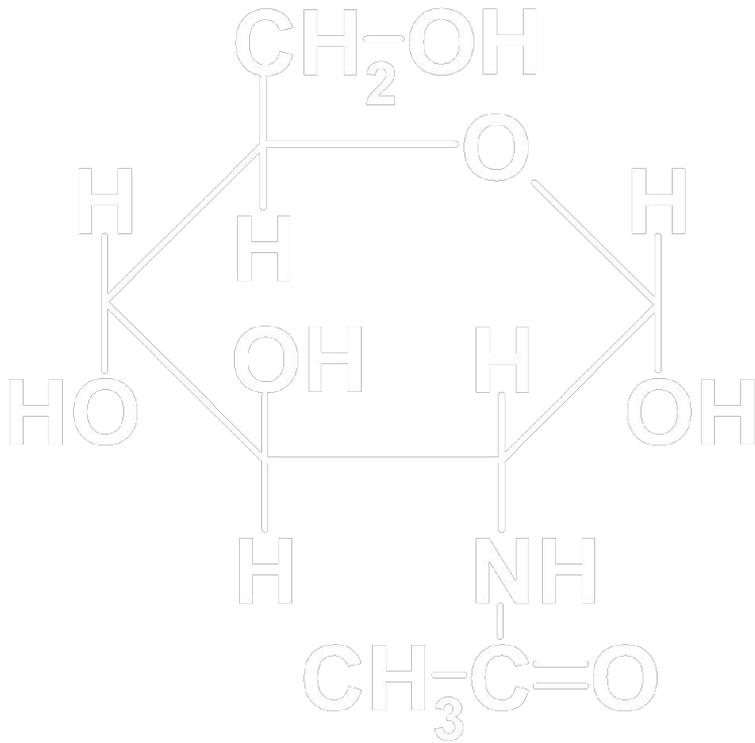
D-маннозамин

Глюкозамин

Глюкозамин применяется в качестве лекарственного средства группы нестероидных противовоспалительных препаратов для восполнения его эндогенного дефицита.



Аминосахара

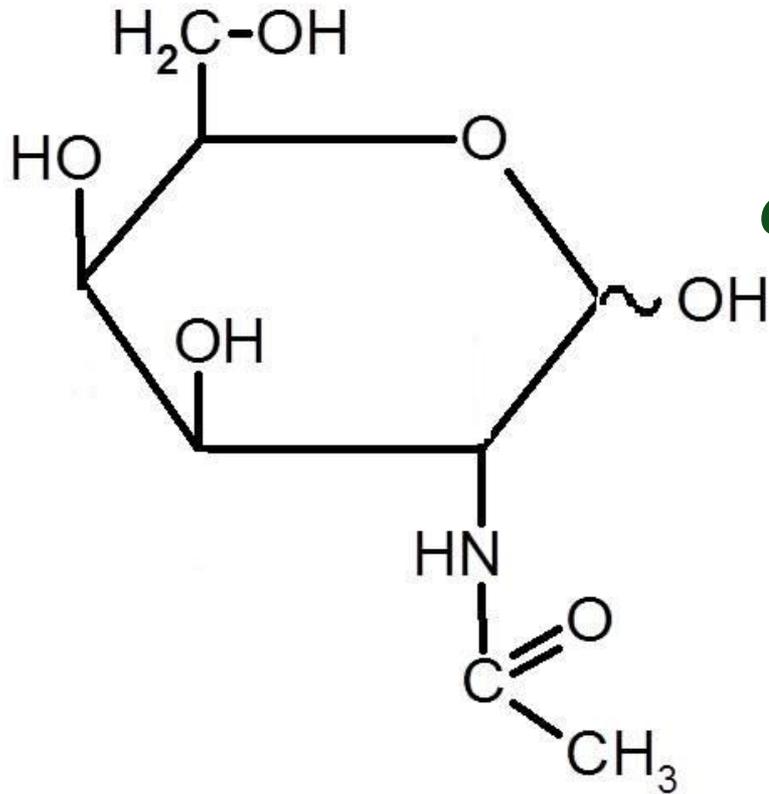


Аминогруппа часто ацилирована остатком уксусной кислоты, при этом образуется амидная группировка: **-NH-CO-**.

***N*-ацетил- α -D-глюкозамин**

2-ацетамидо-2-дезоксид- α -D-глюкопираноза

Аминосахара



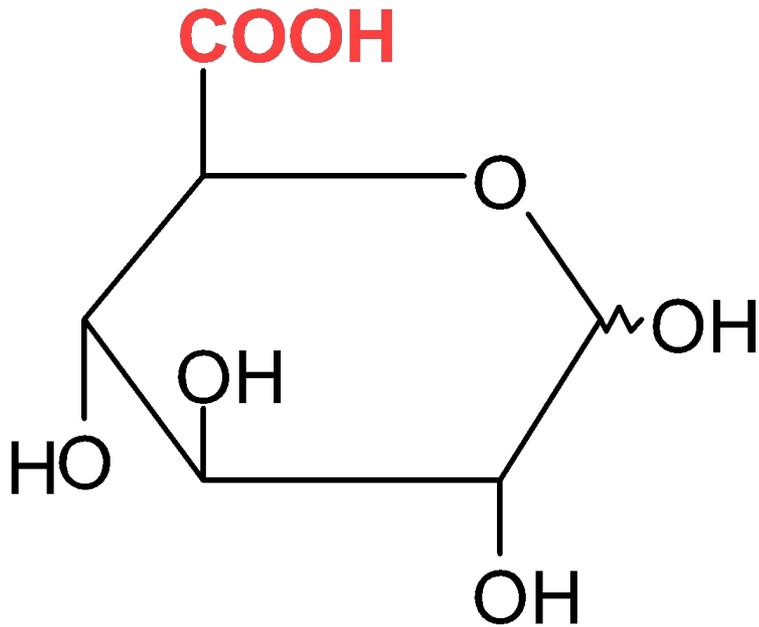
Аминосахара входят в состав групповых веществ крови, определяя их специфичность и являются компонентами структурных полисахаридов.

***N*-ацетил-*D*-галактозамин**

***2*-ацетамидо-*2*-
дезоксид-*D*-
галактопираноза**

Уроновые (сахарные) кислоты

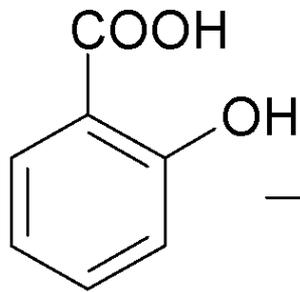
Представителем является *D-глюкуроновая кислота*, образующаяся окислением глюкозы в шестом углеродном звене.



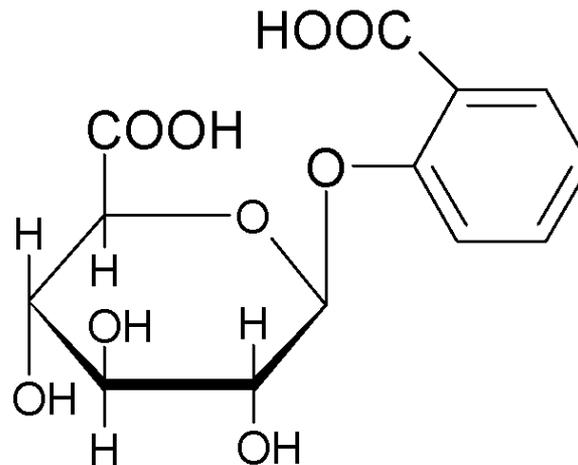
Глюкуроновая кислота является структурным компонентом полисахаридов.

Моносахариды

Уроновые кислоты (от греч. ξενος — чужой и βιος — жизнь) выполняют важную биологическую функцию – вывод из организма ксенобиотиков и токсичных веществ.



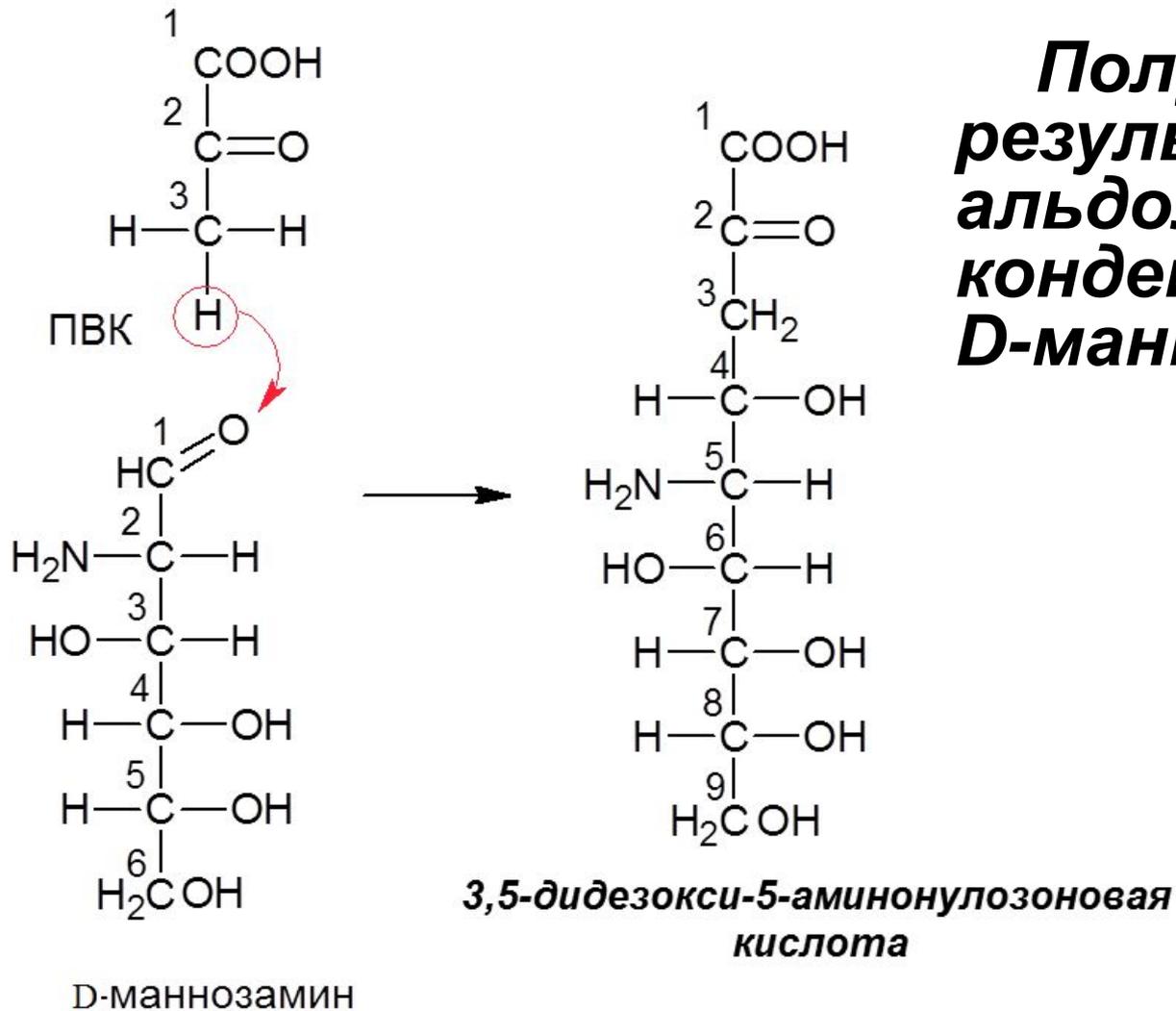
салициловая кислота



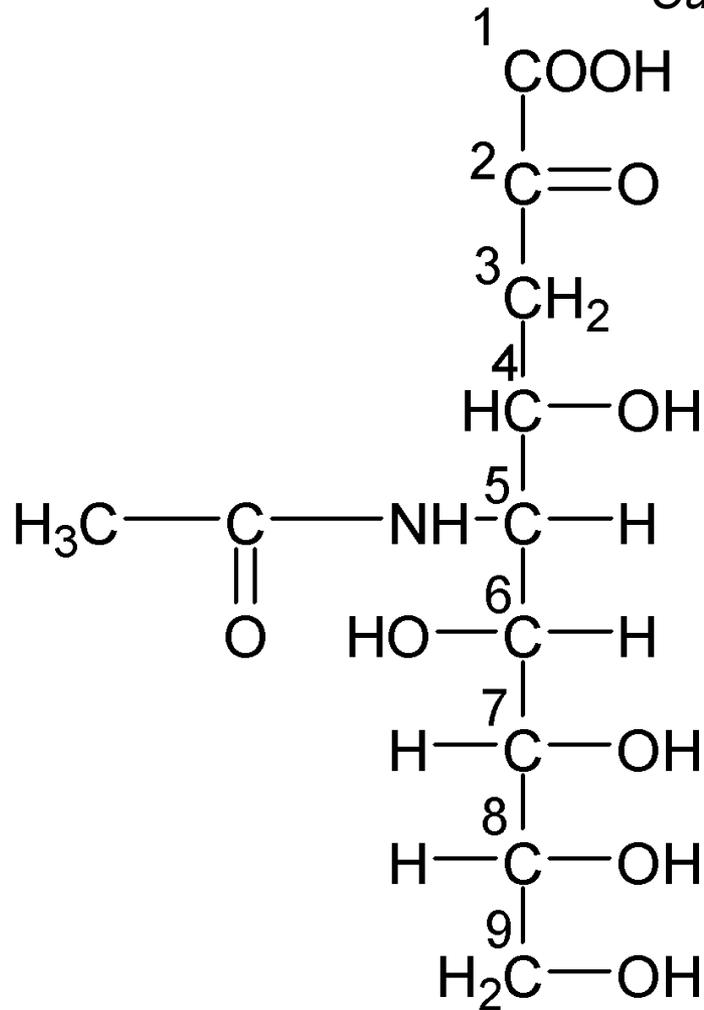
глюкуронид салициловой кислоты

Нейраминовая кислота

Получается в результате альдольной конденсации ПВК и D-маннозамина.



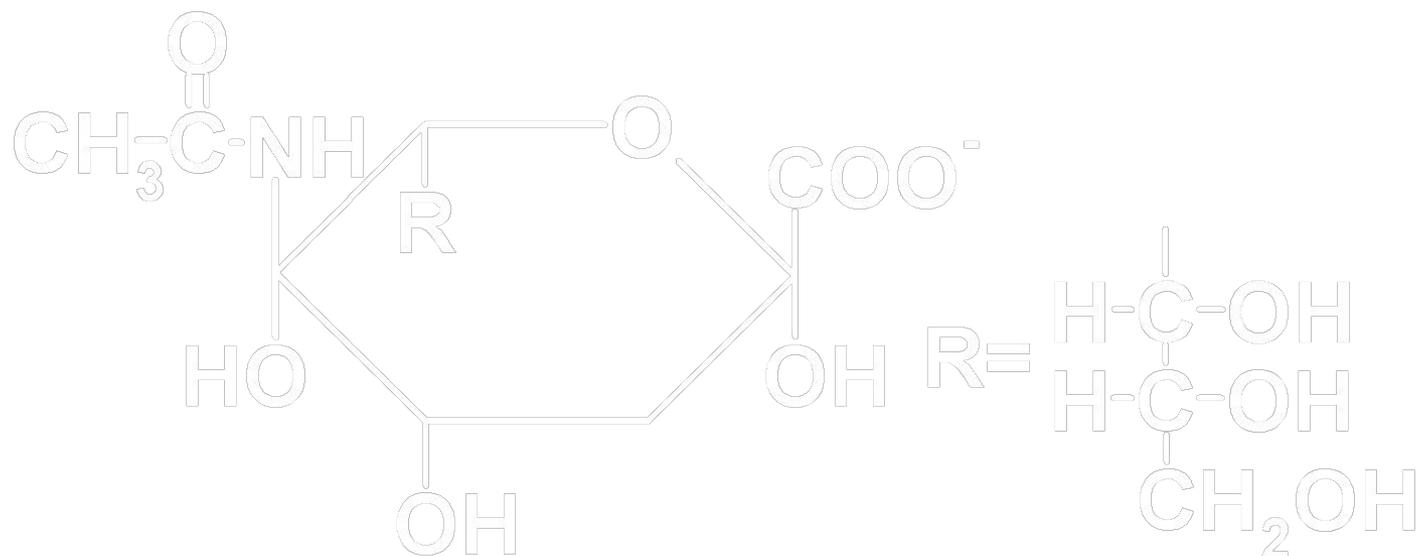
Сиаловые кислоты



**Сиаловые кислоты -
N-ацетильными
производными
нейраминовой кислоты.
Ацилирование
происходит ацетильным
или гидроксацетильным
остатком.**

***N-ацетил-D-нейраминовая
кислота
(сиаловая кислота)***

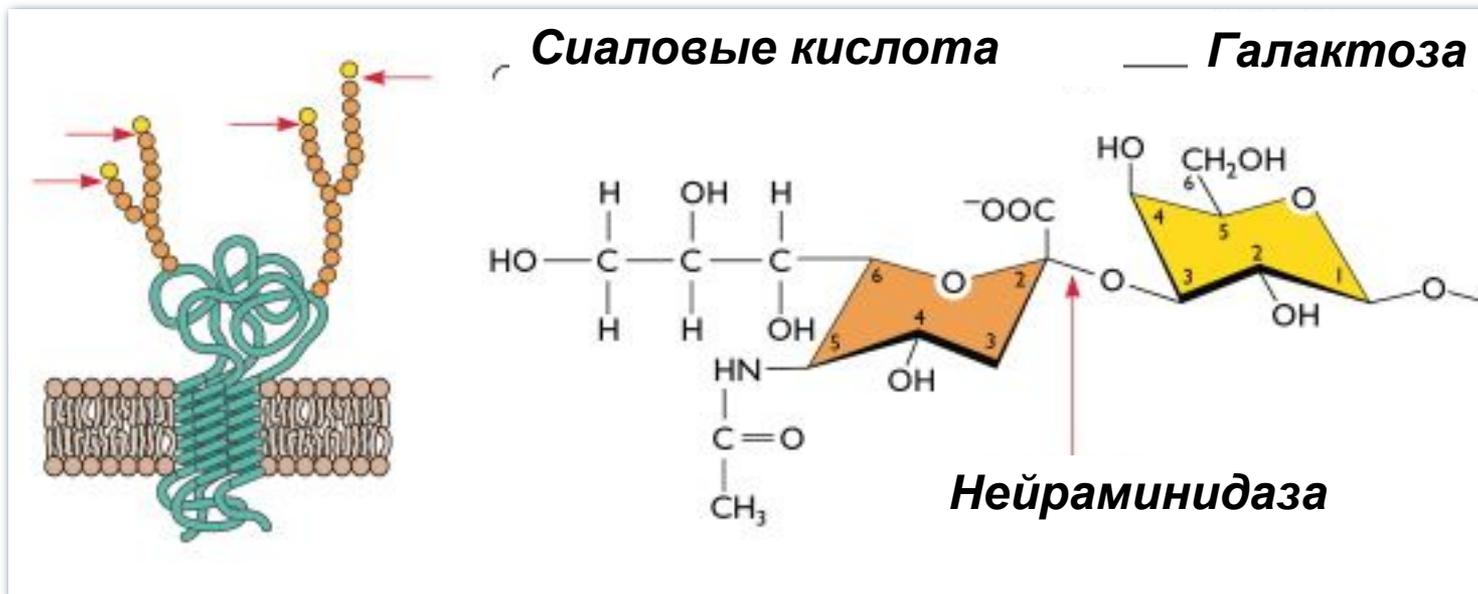
Сиаловые кислоты



***N*-ацетил-*D*-нейраминовая кислота
(сиаловая кислота)**

Моносахариды

Нейраминовые и сиаловые кислоты в свободном состоянии содержатся в спинномозговой жидкости. Сиаловая кислота является компонентом специфических веществ крови, входит в состав ганглиозидов мозга и участвует в проведении нервных импульсов.

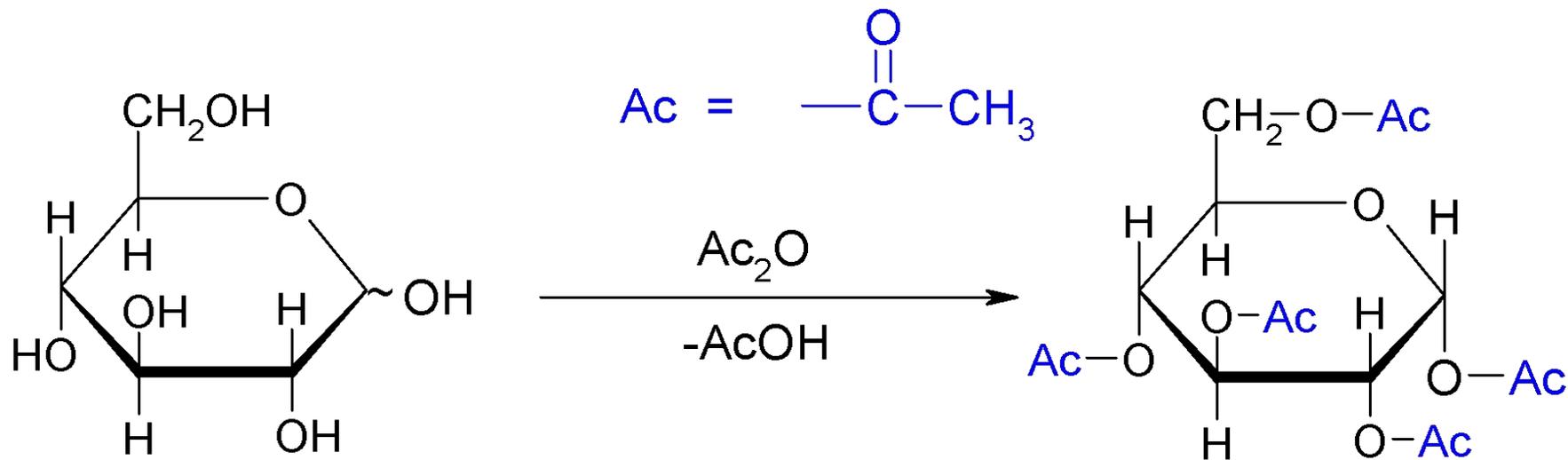


Химические свойства моносахаридов

Исходя из функционального состава, моносахариды проявляют свойства многоатомных спиртов, карбонильных соединений, полуацеталей и специфические свойства.



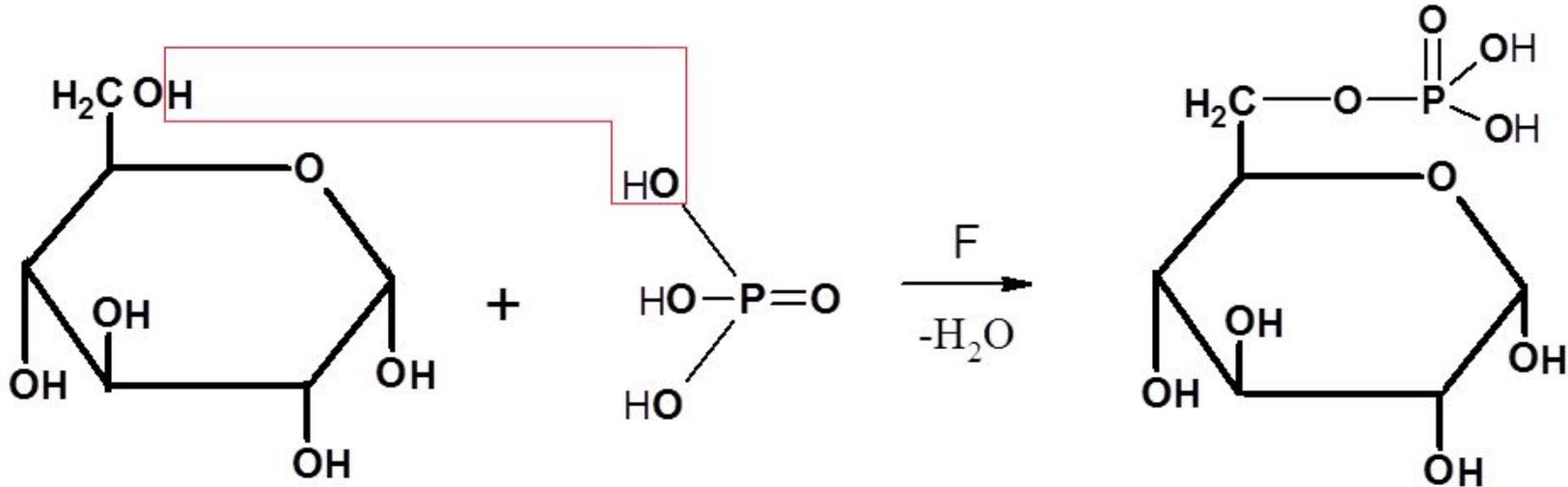
2. Ацилирование:



D-глюкопираноза

1,2,3,4,6-пентаацетал-*D*-глюкопираноза

3. Фосфорилирование:



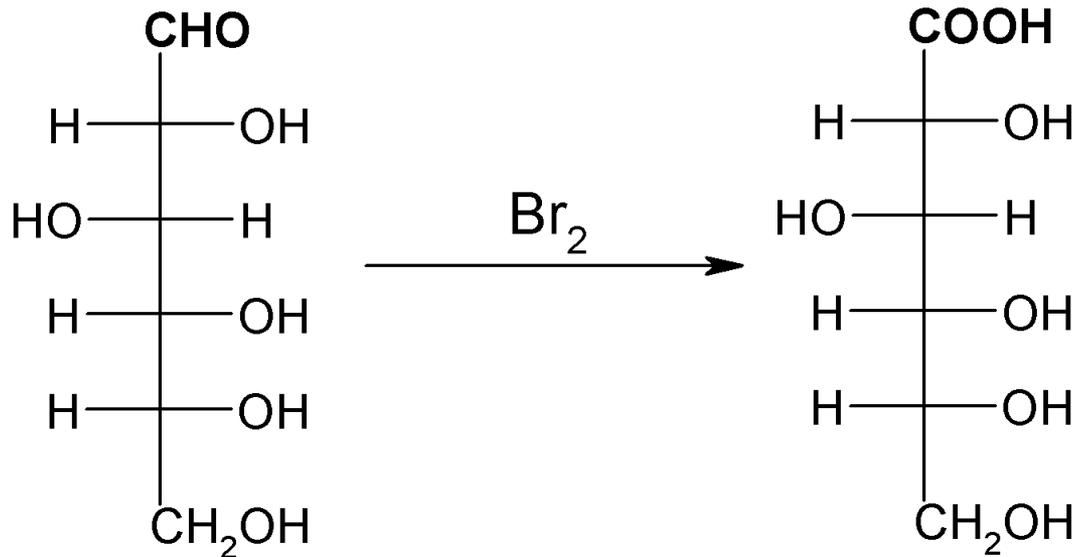
α ,D-глюкопираноза

6-фосфат
 α ,D-глюкопиранозы

Биологическое значение имеют эфиры фосфорной кислоты – фосфаты, образующиеся обычно по месту последнего звена с участием фермента фосфорилазы.

II. Свойства альдегидов, 1. Окисление моносахаридов

а) Гликоновые кислоты образуются при окислении альдегидной группы до карбоксильной:

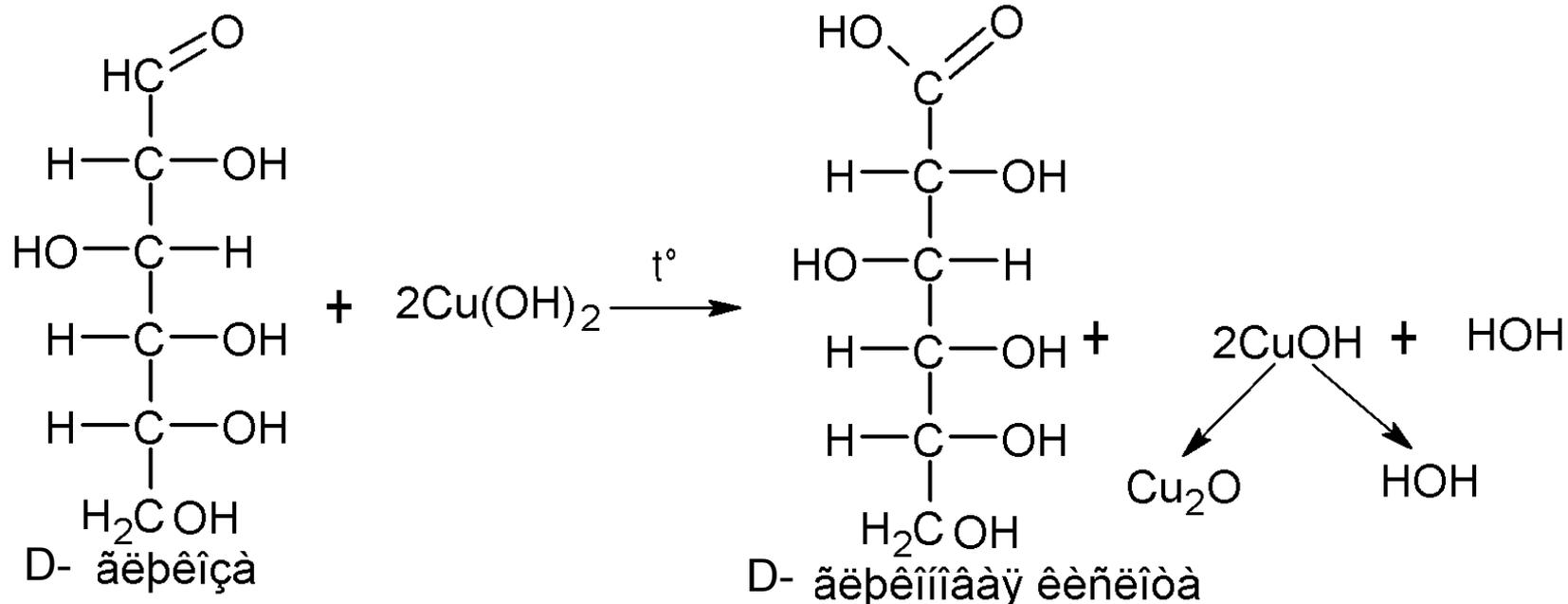


D-глюкоза

D-глюконовая кислота

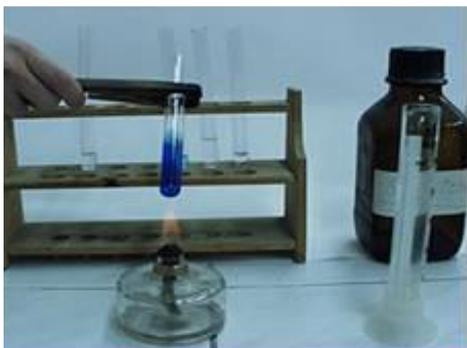
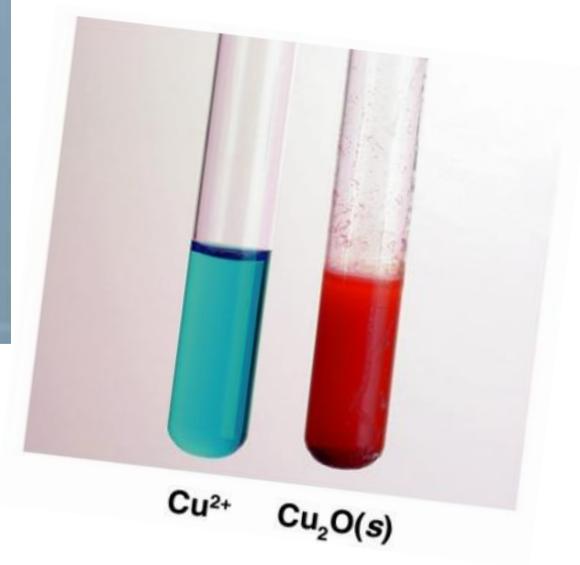
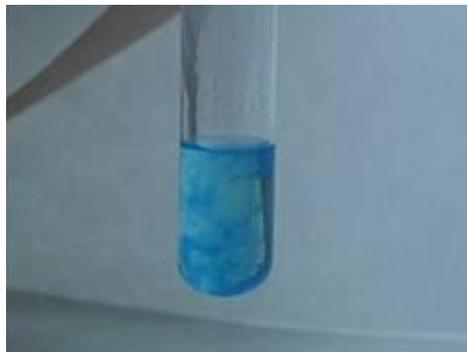
Химические свойства

Качественная реакция с мягкими окислителями - $\text{Cu}(\text{OH})_2$ или Ag_2O - при повышенной температуре:

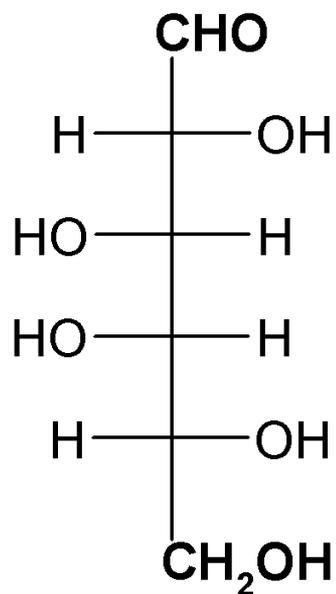


Химические свойства

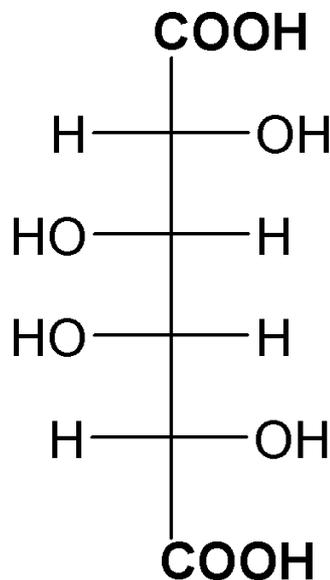
Реакция с $\text{Cu}(\text{OH})_2$ называется пробой Троммера и используется для обнаружения глюкозы в моче.



б) Гликардовые кислоты образуются при жёстком окислении. При этом окисляется и альдегидная и первичная спиртовая группы:



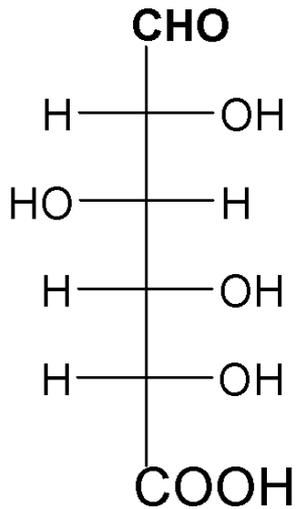
D-галактоза



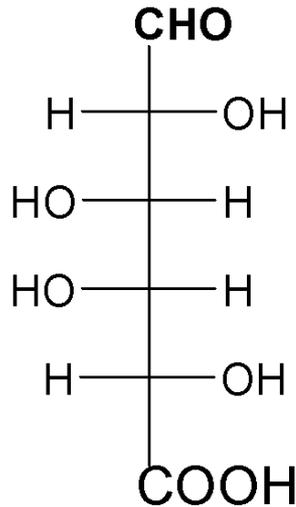
D-галактаровая кислота

Химические свойства

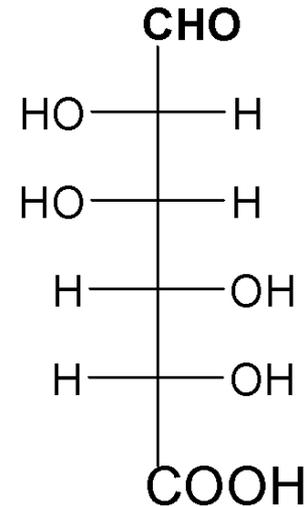
в) Гликуроновые (уроновые) кислоты образуются при окислении первичной спиртовой группы, не затрагивая альдегидную группу:



*D-глюкуроновая
кислота*



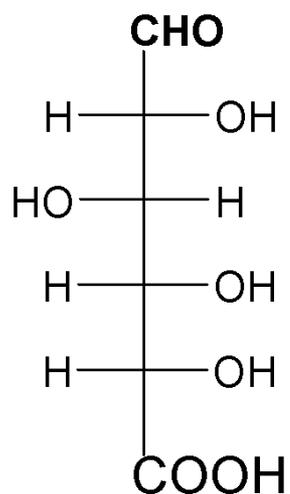
*D-галактуроновая
кислота*



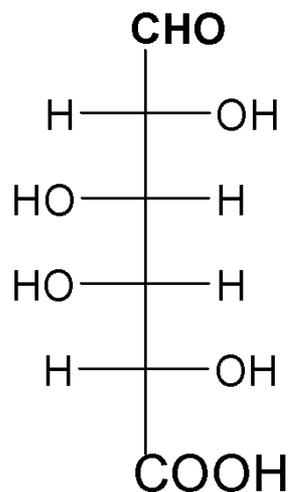
*D-маннуриноновая
кислота*

Химические свойства

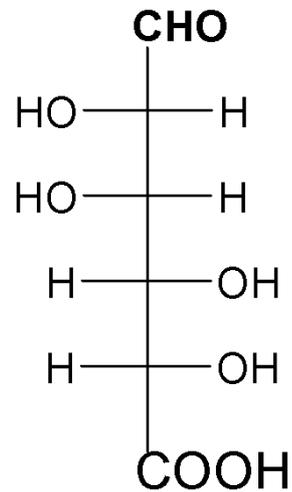
Гликуроновые (уроновые) кислоты образуются при окислении первичной спиртовой группы, не затрагивая альдегидную группу:



*глюкуроновая
кислота*

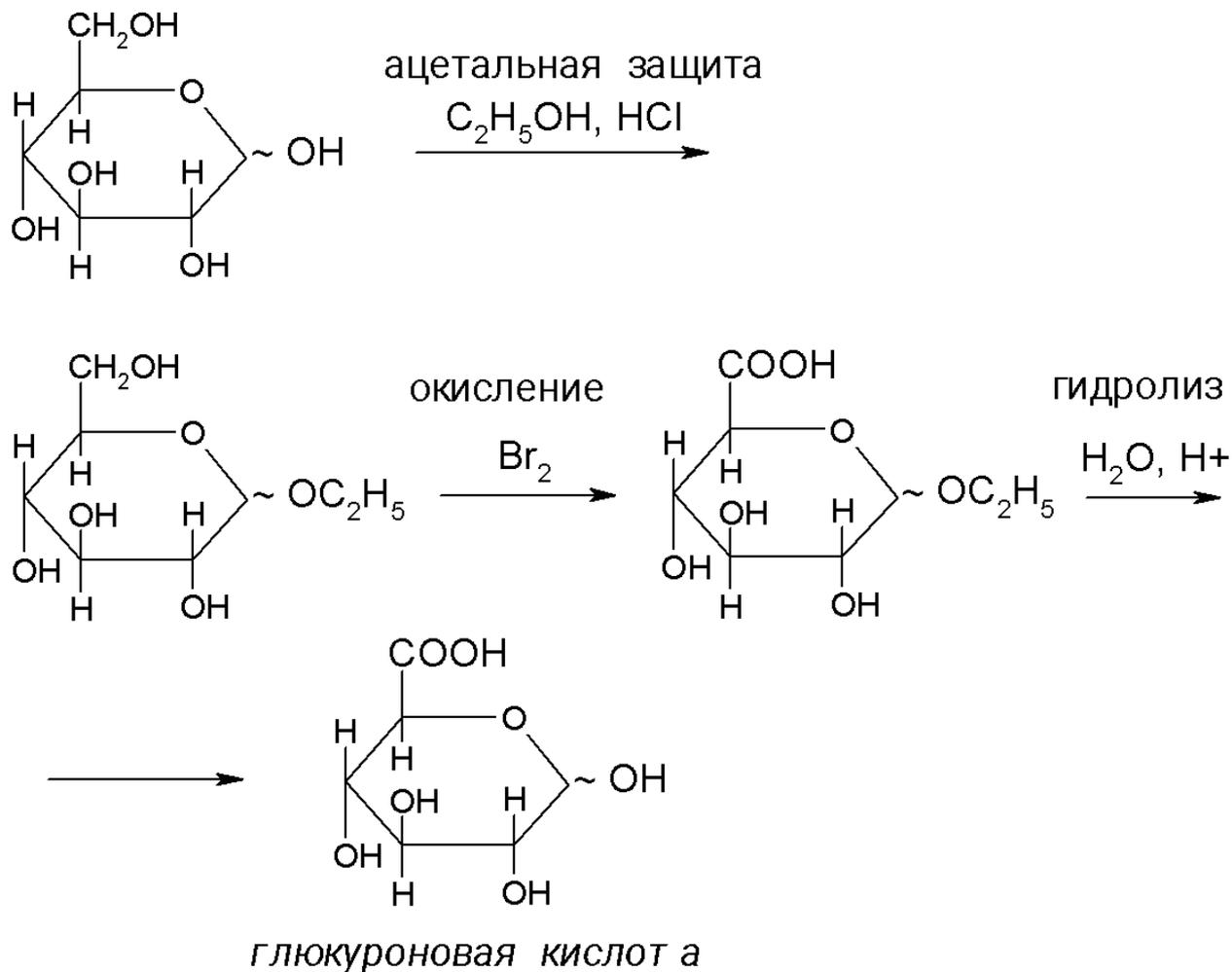


*галактуроновая
кислота*

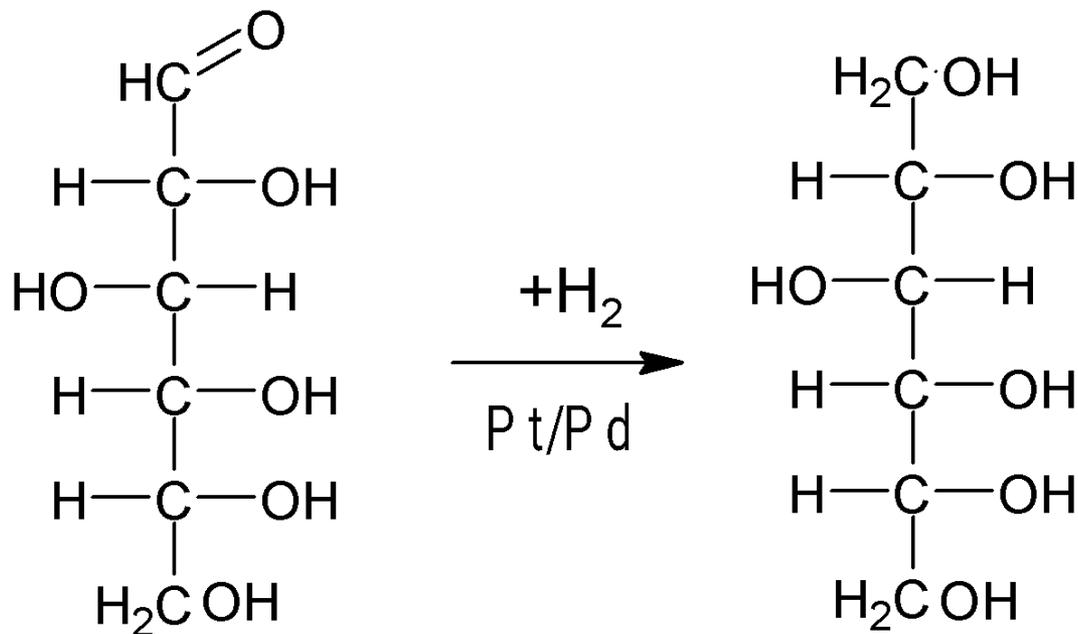


*маннуроновая
кислота*

В этом случае перед окислением первичной спиртовой группы проводят ацетальную защиту, после окисления защита снимается:



2. Гидрирование. При этом образуются многоатомные спирты - альдиты:



D -ãëpêîçà

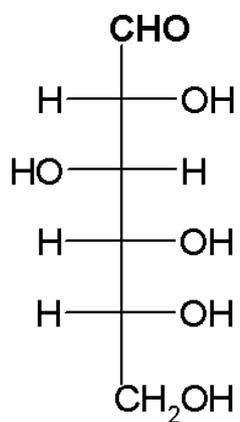
ñîðáèò

Химические свойства

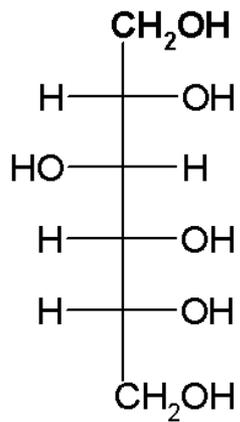
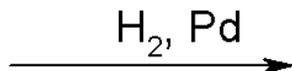
**D-глюкоза образует глицит (сорбит, E420),
D-манноза - маннит, D-ксилоза - ксилит
(E967), D-галактоза - дульцит.**



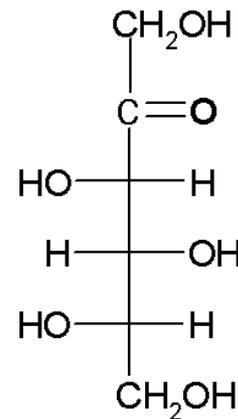
Из D-глюкозы в фармацевтической промышленности получают аскорбиновую кислоту.



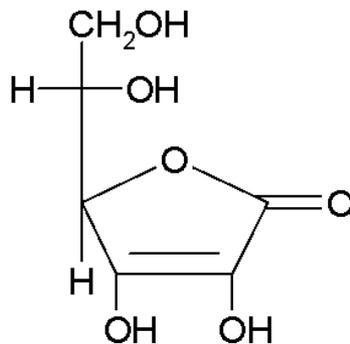
D-глюкоза



D-глицит (L-сорбит)



L-сорбоза



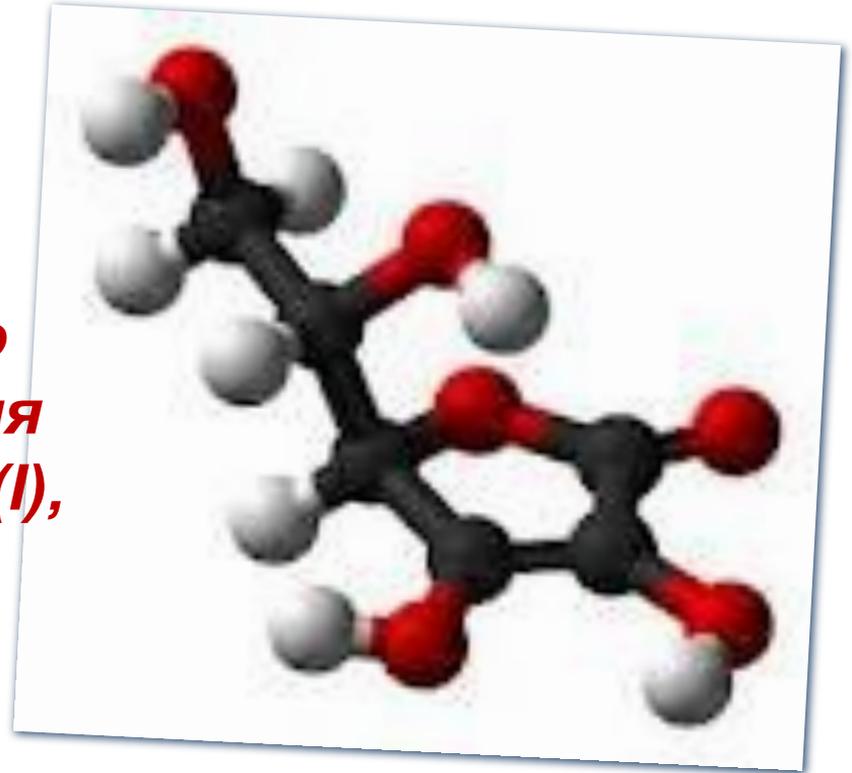
аскорбиновая кислота

Химические свойства

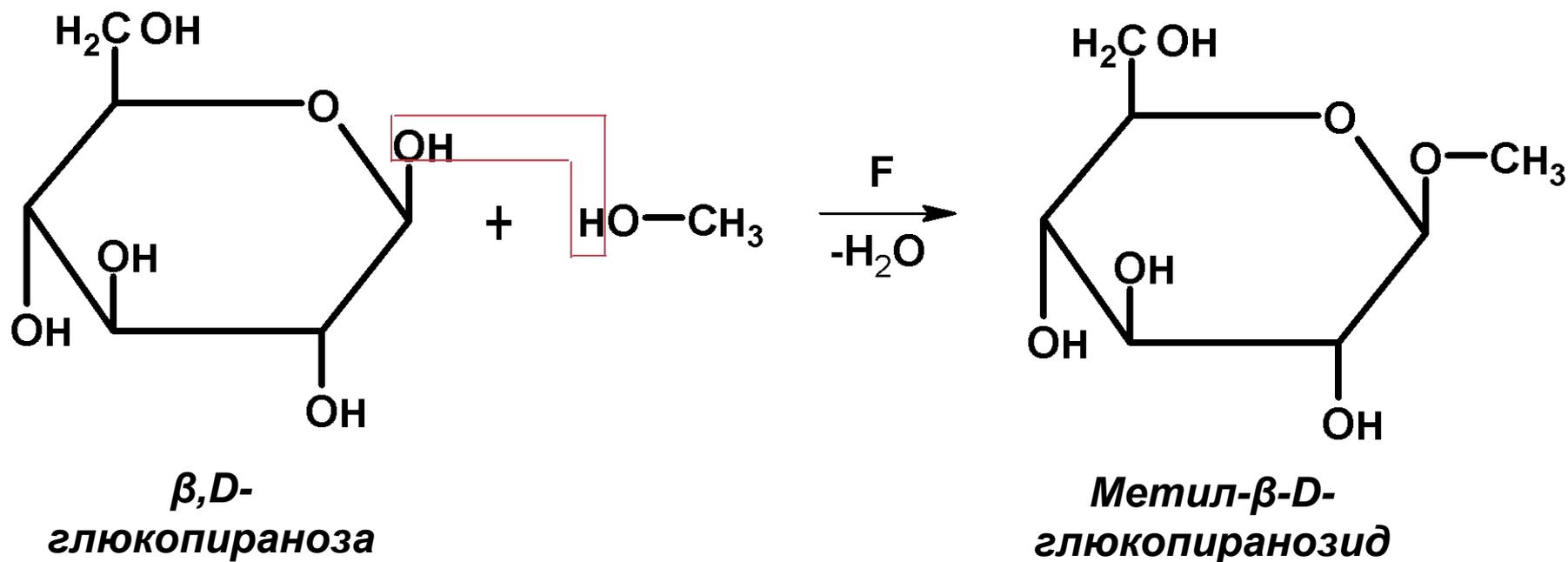
Аскорбиновая кислота (а – отрицающая частица и *scorbutus* – цинга) (витамин С) - водорастворимый витамин.



Аскорбиновая кислота также используется в аналитической химии в аскорбинометрии, которую применяют для определения Fe(III), Hg(II), Au(III), Pt(IV), Ag(I), Ce(IV), Mo(VI), W(VI), I₂, Br₂, хлоратов, броматов, иодатов, ваданатов, дихроматов, а также нитро-, нитрозо-, азо- и иминогрупп в органических соединениях.

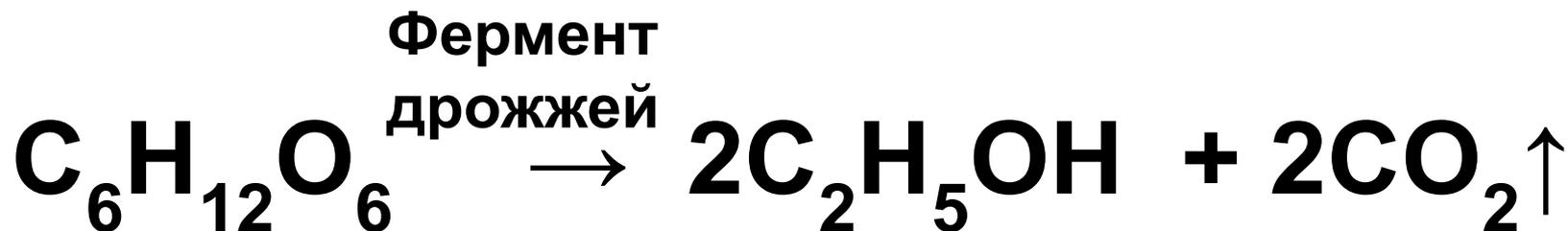


III. Свойства полуацеталей проявляются во взаимодействии циклических форм моносахаридов со спиртами. При этом образуются гликозиды.

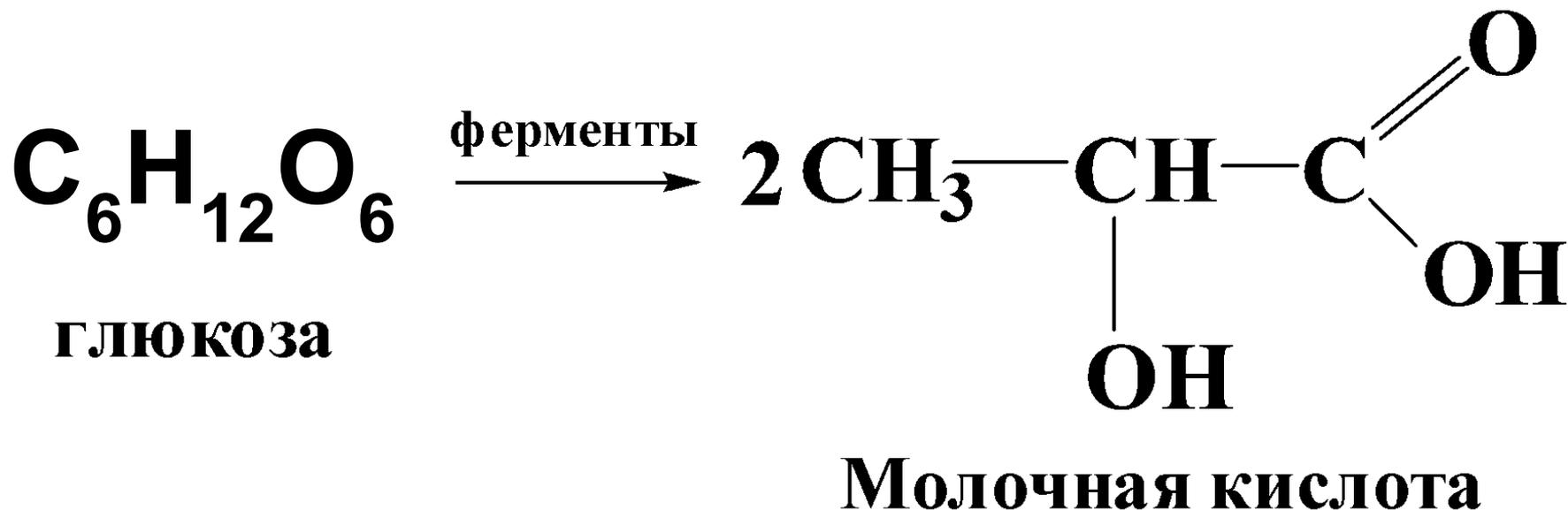


IV. Специфические свойства

1. Спиртовое брожение



2. Молочнокислое брожение





Вопросы для самоконтроля

- 1. Перечислите биологически важные альдопентозы, альдогексозы и кетогексозы.**
- 2. Охарактеризуйте кольчато-цепную таутомерию.**
- 3. Какое явление называют мутаротацией?**
- 4. Охарактеризуйте химические свойства моносахаридов.**
- 5. Перечислите биологически важные производные моносахаридов.**

**СПАСИБО
ЗА ВАШЕ ВНИМАНИЕ!**