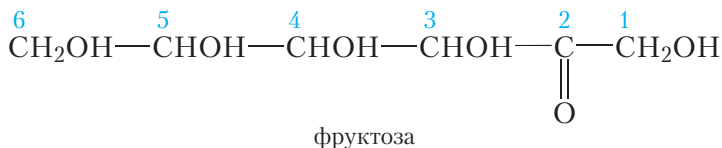


## § 42. Фруктоза. Сахароза

### Фруктоза

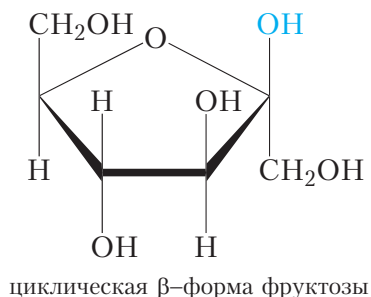
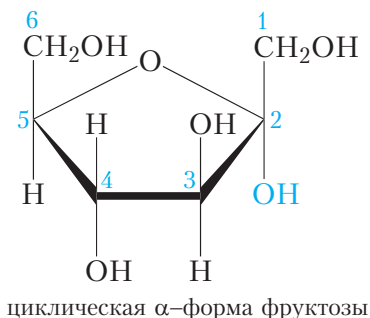
Ещё один углевод, с которым нам предстоит познакомиться, — *фруктоза*. Фруктоза представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. Фруктоза примерно в два раза слаще глюкозы, она входит в состав пчелиного мёда.

Молекулярная формула фруктозы такая же, как и у глюкозы, —  $C_6H_{12}O_6$ , то есть она является изомером глюкозы. Вы уже знаете, что в молекуле глюкозы содержится альдегидная группа. В молекуле фруктозы, в отличие от глюкозы, имеется кетонная группа:



Кроме кетонной группы, в молекуле фруктозы содержится пять гидроксильных групп. Таким образом, фруктоза является одновременно многоатомным спиртом и кетоном.

Как и глюкоза, фруктоза образует циклические  $\alpha$ - и  $\beta$ -формы:

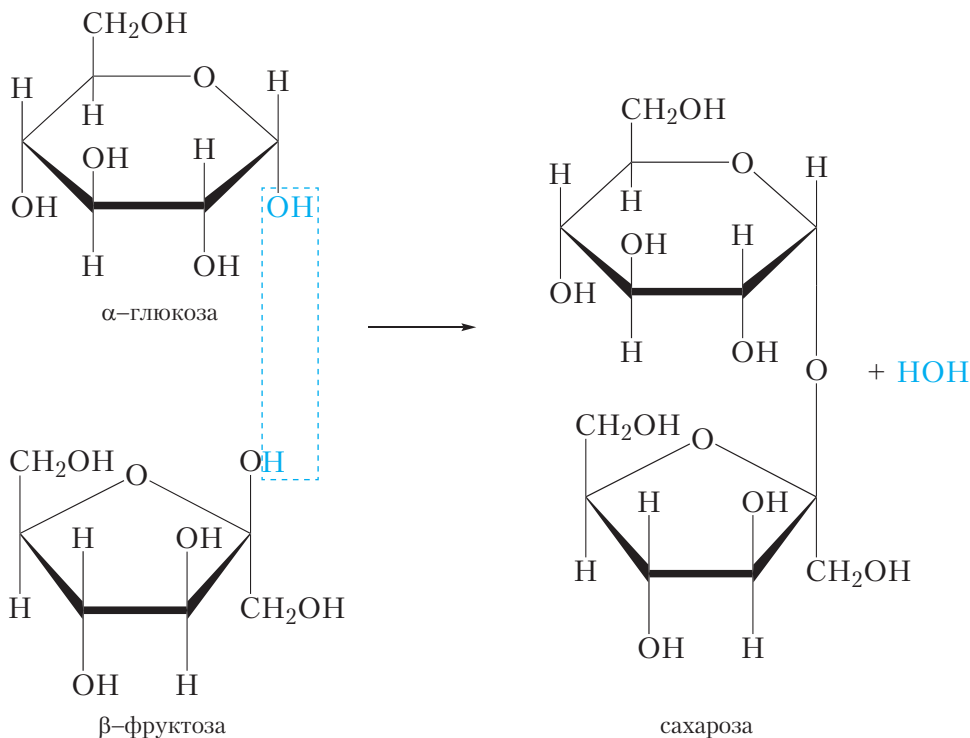


Эти формы различаются между собой пространственным расположением гидроксильной группы у второго атома углерода. Из схемы видно, что, в отличие от глюкозы, для фруктозы характерно образование пятичленных циклов.

## Сахароза

Остатки глюкозы и фруктозы входят в состав хорошо известного углевода — сахарозы, то есть обычного сахара.

*Сахароза* — бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, сладкое на вкус. Молекулярная формула сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Процесс образования молекулы сахарозы из глюкозы и фруктозы можно представить следующей схемой:



Приведённая схема показывает, что молекула сахарозы состоит из остатков двух углеводов — глюкозы и фруктозы. Поэтому сахароза относится к *дисахаридам*. Соответственно, глюкоза и фруктоза являются *моносахаридами*.

Остатки глюкозы и фруктозы в составе молекулы сахарозы связаны между собой кислородным мостиком, образовавшимся в результате отщепления одной молекулы воды от двух молекул моносахаридов: глюкозы и фруктозы.

## Химические свойства сахарозы

В молекуле сахарозы связь между остатками глюкозы и фруктозы осуществляется за счёт гидроксильной группы первого атома углерода молекулы

глюкозы. В связи с этим в молекуле сахарозы циклическая форма глюкозы зафиксирована, и образование линейной формы, содержащей альдегидную группу, невозможно. Поэтому сахароза не проявляет свойств, характерных для альдегидов. Например, сахароза не даёт реакцию «серебряного зеркала».

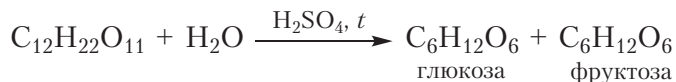
### 1. Взаимодействие сахарозы с гидроксидом меди(II)

Взаимодействие с гидроксидом меди(II) является качественной реакцией на многоатомные спирты. При добавлении раствора сахарозы к свежеосаждённому гидроксиду меди(II) образуется прозрачный раствор васильково-синего цвета. Эта реакция доказывает, что сахароза является многоатомным спиртом.

При нагревании полученного раствора красный осадок гидроксида меди(I) не образуется. Это доказывает, что, в отличие от глюкозы, сахароза не проявляет свойств, характерных для альдегидов.

### 2. Гидролиз сахарозы

Наличие в молекуле сахарозы остатков глюкозы и фруктозы может быть доказано экспериментальным путём. Если к раствору сахарозы добавить несколько капель серной кислоты и раствор прокипятить, произойдёт гидролиз сахарозы, и в растворе образуются глюкоза и фруктоза:



Наличие в продуктах гидролиза глюкозы подтверждается с помощью качественных реакций на альдегидную группу.

### Получение сахарозы

Сахароза содержится в сахарном тростнике и сахарной свёкле. Поэтому получение сахарозы сводится к её выделению из сока этих растений.

Для получения сахара из сахарного тростника его прессуют, выделившийся сок очищают и выпаривают.

В Беларуси сахар получают из сахарной свёклы. Крупнейшие в нашей стране сахарные заводы расположены в Скиделе, Городее и Слуцке. Для получения сахара вымытую сахарную свёклу измельчают и обрабатывают горячей водой. В результате сахароза из сахарной свёклы переходит в водный раствор. Кроме сахарозы, в раствор переходит и много других веществ, содержащихся в сахарной свёкле, поэтому полученный раствор подвергают многократной очистке. Очищенный сахарный сироп упаривают, выпавшие кристаллы сахарозы отфильтровывают и получают сахар.

Молекулярная формула фруктозы  $C_6H_{12}O_6$ .

Фруктоза и глюкоза являются изомерами.

В линейной форме фруктозы имеется кетонная группа и пять гидроксильных групп.

Молекулярная формула сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

Сахароза является дисахаридом и состоит из остатков глюкозы и фруктозы, связанных кислородным мостиком.

Сахароза вступает в качественную реакцию на многоатомные спирты, образуя со свежесажённым гидроксидом меди(II) раствор васильково-синего цвета.

Сахароза не даёт качественных реакций на альдегидную группу.

В результате гидролиза сахарозы образуются глюкоза и фруктоза.

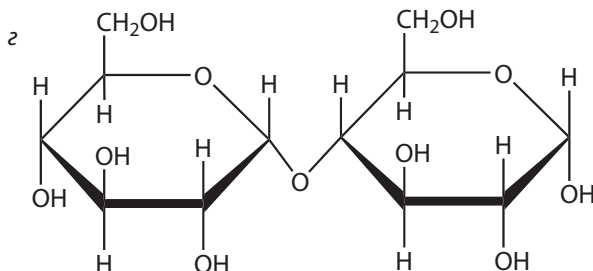
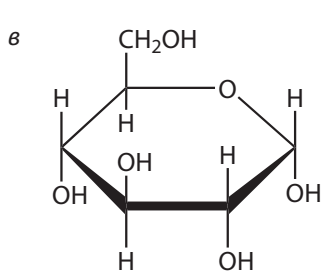
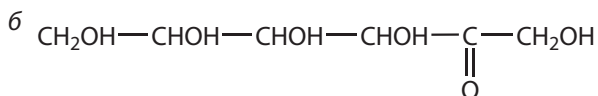
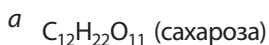
Сахарозу получают из сахарного тростника и сахарной свёклы.

### Вопросы и задания

1. Напишите молекулярную и структурную (для линейной формы) формулу фруктозы. Какие функциональные группы имеются в молекуле фруктозы? Где в природе встречается фруктоза?

2. Приведите формулы и названия известных вам моно- и дисахаридов.

3. Среди перечисленных веществ выберите те, которые подвергаются гидролизу. Приведите уравнения соответствующих реакций.



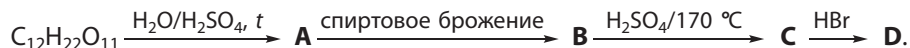
4. Какой из углеводов (глюкоза или сахароза) даёт реакцию «серебряного зеркала»? Приведите уравнение реакции.

5. Водный раствор органического вещества **A** смешали со свежеосаждённым гидроксидом меди(II). В результате образовался раствор васильково-синего цвета. Раствор нагрели. При этом изменение окраски не наблюдали. Предложите возможную формулу вещества **A**.

6. К раствору сахарозы добавили несколько капель серной кислоты и смесь прокипятили. Затем раствор нейтрализовали щёлочью. Будет ли полученная смесь давать реакцию «серебряного зеркала»? Приведите уравнения реакций.

7. Соединение **A** имеет сладкий вкус, хорошо растворимо в воде и содержится в сахарном тростнике. При гидролизе **A** образуются вещества **B** и **C**, имеющие одинаковую относительную молекулярную массу. Вещество **B** даёт красный осадок при нагревании с гидроксидом меди(II). Под действием фермента молочнокислых бактерий вещество **B** образует соединение **D** с двойственной химической функцией, накапливающееся при скисании молока. Приведите возможные формулы веществ **A**, **B** и **D** и уравнения реакций.

8. Дана схема превращений органических веществ:



Напишите уравнения протекающих реакций.

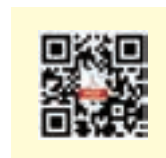
9. При полном окислении 1 моль глюкозы выделяется 670 ккал энергии, а при полном окислении 1 моль сахарозы выделяется 1350 ккал энергии. Юный химик Стас незаметно для себя съел 5 г глюкозы, а юный химик Василий — 5 г сахарозы. На основании приведённых данных, дополните следующее предложение:

*Юный химик Стас потрeбил на ... ккал ..., чем юный химик Василий.*

10. Какую максимальную массу этанола можно получить из 1 кг сахарозы? Считайте, что этанол образуется при брожении и глюкозы, и фруктозы.

11. Дисахарид массой 29,6 г подвергли полному гидролизу. Относительные молекулярные массы образовавшихся моносахаридов равны 180 и 134 соответственно. Рассчитайте суммарную массу (г) образовавшихся моносахаридов.

С углеводами, имеющими важное биохимическое значение, — рибозой и дезоксирибозой — вы можете познакомиться, перейдя по ссылке в QR-коде.



\* Рибоза.  
Дезоксирибоза

## § 43. Крахмал

Крахмал представляет собой белый порошок. В отличие от глюкозы, фруктозы и сахарозы, он не имеет сладкого вкуса и не растворяется в холодной воде. При смешивании с горячей водой крахмал образует вязкий,