

Памятка по теме «Углеводы». $C_n(H_2O)_m$, где $n > 3$.

Углеводы делят на три группы в зависимости от способности гидролизироваться.

Моносахариды не гидролизуются с образованием более простых углеводов: тетразы ($C_4H_8O_4$), пентозы ($C_5H_{10}O_5$) и гексозы ($C_6H_{12}O_6$). Все они – кристаллические вещества сладкого вкуса, растворимые в воде.

Дисахариды в результате гидролиза дают два моносахарида (олигосахариды – несколько).

Полисахариды образованы большим числом молекул моносахаридов.

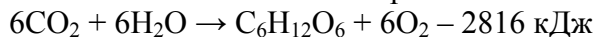
Моносахариды – глюкоза (альдоза – альдегидоспирт) и ее структурный изомер (межклассовый) фруктоза (кетоза – кетоноспирт).

Глюкоза кристаллическая состоит из шестичленных циклов α -формы с атомом кислорода.

При растворении в воде образуются и молекулы β -формы. Это превращение идет через промежуточное образование молекул альдегидной формы, процесс называется таутомерией.

α - и β -глюкоза являются **оптическими изомерами**, не являющимися зеркальным отражением – **диастереомеры** (оптические изомеры, являющиеся зеркальным отражением друг друга, называют **энантиомерами**). Оптическая изомерия углеводов связана с наличием в их молекулах асимметрических атомов углерода, то есть атомов углерода, соединенных с четырьмя разными заместителями.

Глюкоза образуется в природе в процессе фотосинтеза, протекающего под действием солнечного света в листьях растений:



Химические свойства глюкозы (альдегидоспирта).

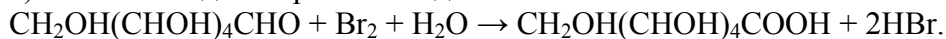
1. Окисление: 1) полное в живых организмах $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2816 \text{ кДж}$;

2) окисление альдегида – а) реакция «серебряного зеркала»

$CH_2OH(CH_2OH)_4CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH, t^0 \rightarrow HOCH_2(CH_2OH)_4COONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$
образуется глюконат аммония, или $CH_2OH(CH_2OH)_4CHO + Ag_2O \rightarrow HOCH_2(CH_2OH)_4COOH + 2Ag\downarrow$. Образуется глюконовая кислота (спиртокислота);

б) $CH_2OH(CH_2OH)_4CHO + 2Cu(OH)_2, t^0 \rightarrow CH_2OH(CH_2OH)_4COOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$;

в) окисляется даже бромной водой



2. Восстановление альдегида $CH_2OH(CH_2OH)_4CHO + H_2 (Ni, t^0) \rightarrow HOCH_2(CH_2OH)_4CH_2OH$
сорбит (заменитель сахара для больных диабетом).

3. **Реакции гидроксильных групп:** 1) с гидроксидом меди (II) без нагревания образуется ярко-синий раствор (качественная реакция на глюкозу – сначала реакцию проводят без нагревания, после образования синего окрашивания нагревают, в результате чего образуется красный осадок Cu_2O);

2) при действии метанола в присутствии каталитических количеств соляной кислоты гликозидный гидроксил (при первом углеродном атоме в циклической форме) замещается на группу ONH_3 и образуется простой эфир глюкозы и метанола. В оставшихся четырех гидроксильных группах водород можно заменить на метил, действуя иодметаном;

3) при действии уксусным ангидридом или хлорангидридом уксусной кислоты получается сложный эфир – пентаацетилглюкоза.

4. **Особые свойства.** Брожение под действием микроорганизмов:

1) спиртовое брожение $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2\uparrow$;

2) молочнокислое брожение $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3-CH(OH)-COOH$ молочная кислота;

3) маслянокислое брожение $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3-(CH_2)_2-COOH + 2CO_2\uparrow + 2H_2\uparrow$.

Фруктоза – является структурным изомером глюкозы. Она может существовать в линейной форме в виде кетоноспирта $CH_2OH-(CH_2OH)_2-CHOH-C(CH_2OH)=O$ (обладает свойствами многоатомных спиртов и может быть восстановлена до шестиатомного спирта, как кетон) и в циклической форме (α - и β -формах) в виде пятичленного цикла с атомом кислорода.

Рибоза – пентоза может существовать не только в альдегидной форме

$CH_2OH-CHOH-CHOH-CHOH-CHO$ (альдегидоспирт), но и в циклической форме

(пятичленный цикл с атомом кислорода). Ее химические свойства сходны с глюкозой, при

окислении альдегидной группы образуется рибоновая кислота
 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$.

Дезоксирибоза $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$ не отвечает общей формуле углеводов. Может существовать в альдегидной $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CHO}$ и циклической формах.

Альдозу, от изомерной ей кетозы, можно отличить по реакции с аммиачным раствором оксида серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ – реакция «серебряного зеркала».

Дисахариды подразделяют на: 1) восстанавливающие и 2) невосстанавливающие по их способности к реакциям с аммиачным раствором оксида серебра, а так же по возможности взаимного превращения циклической и линейной форм. **Сахароза (2)** $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ – белые кристаллы сладкого вкуса, растворимые в воде. При кипячении раствора сахарозы в кислой среде она подвергается гидролизу: в результате образуются α -глюкоза и β -фруктоза
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Этот процесс называют инверсией сахарозы, а полученную смесь – инвертным сахаром (искусственным медом). Сахароза не имеет альдегидной группы, является многоатомным спиртом. Раствор сахарозы взаимодействует с «известковым молоком», образуется прозрачный раствор сахарата кальция, а так же реагирует с уксусным ангидридом, как многоатомный спирт. Структурным изомером сахарозы являются **мальтоза (1)**, которая, в отличие от сахарозы (находится только в циклической форме), может находиться в растворе в α - и β -формах, переходящих одна в другую через альдегидную форму (сходство с глюкозой), поэтому мальтоза дает реакцию «серебряного зеркала». При гидролизе мальтоза (солодовый сахар) образует глюкозу
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. **Лактоза (1)** (молочный сахар) – структурный изомер сахарозы – при гидролизе разлагается на глюкозу и галактозу (изомер глюкозы и фруктозы).

Сравнительная характеристика полисахаридов крахмала и целлюлозы – природных полимеров.

Сравниваемые признаки	Целлюлоза	Крахмал
Общая формула $n > m$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_m$
Отношение к воде	Не растворяется в воде и в обычных органических растворителях	В горячей воде набухает и образует коллоидный раствор - клейстер
Продукты гидролиза	Остатки β -глюкозы, так как является продуктом поликонденсации β -глюкозы	Остатки α -глюкозы, так как является продуктом поликонденсации α -глюкозы
Строение макромолекул. Альдегидной группы нет, есть гидроксильные группы	Линейная структура	Линейная и разветвленная структура
Взаимодействием с иодом	Не изменяет окраску	Синее окрашивание
Гидролиз при нагревании с водой в кислой среде	Целлюлоза $\rightarrow \beta$ -глюкоза $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Крахмал \rightarrow декстрины \rightarrow мальтоза $\rightarrow \alpha$ -глюкоза $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_m + m\text{H}_2\text{O} \rightarrow m\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Смесь декстринов и глюкозы называют патокой.
Отношение к продуктам питания	Не является пищевым продуктом	Является пищевым продуктом.

Свойства целлюлозы.

1. Горение с образованием углекислого газа и воды.
2. Нитрование. В зависимости от концентрации азотной кислоты в реакцию этерификации вступают одна, две или все три гидроксильные группы каждого звена молекулы целлюлозы $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n + 3n\text{HNO}_3 \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3]_n + 3n\text{H}_2\text{O}$, пироксилин (тринитрат целлюлозы – сложный эфир) используют в производстве бездымного пороха.
3. Ацилирование. $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n + 3n\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OCOCH}_3)_3]_n + 3n\text{H}_2\text{O}$.

Из триацетата (сложный эфир) целлюлозы получают ацетатное волокно, киноленту.	
Деятельность ученика	
Рефлексия. Письменная работа. По желанию, выберите карточку с заданием первого уровня (оценивается 3 баллами), второго уровня (оценивается 4 баллами), третьего уровня (оценивается 5 баллами).	

Задания первого уровня.

Первый уровень. Первый вариант.	Первый уровень. Второй вариант.
<p>1. При восстановлении глюкозы образуется</p> <p>1) кислота; 2) сложный эфир; 3) соль; 4) спирт.</p> <p>2. Какой пищевой продукт не содержит углеводов? 1) хлеб; 2) молоко; 3) кофе; 4) сахар.</p> <p>3. Глюкоза при осторожном окислении превращается в</p> <p>1) шестиатомный спирт; 2) молочную кислоту; 3) глюконовую кислоту; 4) сахарозу.</p>	<p>1. В реакцию гидролиза может вступать</p> <p>1) глюкоза; 2) сахароза; 3) рибоза; 4) фруктоза.</p> <p>2. Верны ли следующие утверждения о свойствах углеводов? А. Глюкоза – продукт полного гидролиза крахмала. Б. При гидролизе сахарозы образуется только одно вещество.</p> <p>1) верно только А; 2) верно только Б; 3) верны оба утверждения; 4) оба утверждения неверны.</p> <p>3. Какой из эфиров целлюлозы используется в производстве пороха? 1) метилметилэфир; 2) диэтиловый эфир; 3) тринитрат; 4) триацетат.</p>

Задания второго уровня.

Второй уровень. Первый вариант.	Второй уровень. Второй вариант.										
<p>1. Сахароза, в отличие от глюкозы</p> <p>1) гидролизуется; 2) не дает реакции «серебряного зеркала»; 3) не проявляет свойств многоатомных спиртов; 4) имеет только циклическую форму; 5) растворима в воде; 6) образуется при гидролизе целлюлозы. Запишите цифры в порядке возрастания без пробелов и дополнительных знаков.</p> <p>2. Какая масса глюкозы требуется для получения 460 г этанола, если выход реакции составляет 80%?</p> <p>3. Фруктозу характеризуют следующие признаки: 1) отсутствие таутомерии; 2) наличие кетогруппы; 3) взаимодействие с глюкозой; 4) наличие альдегидной группы; 5) не взаимодействует с водородом; 6) взаимодействие с метанолом. Запишите цифры в порядке возрастания без пробелов и дополнительных знаков.</p>	<p>1. Установите соответствие между молекулярной формулой вещества и классом органических соединений, к которому оно относится.</p> <table> <tr> <td>Мол-ная фор-ла</td> <td>Класс орг-х соединений</td> </tr> <tr> <td>А) C_4H_6</td> <td>1) углеводы</td> </tr> <tr> <td>Б) $C_4H_8O_2$</td> <td>2) арены</td> </tr> <tr> <td>В) C_7H_8</td> <td>3) алкины, 4) альдегиды</td> </tr> <tr> <td>Г) $C_5H_{10}O_5$</td> <td>5) сложные эфиры</td> </tr> </table> <p>Запишите цифры без пробелов и дополнительных знаков. Цифры могут повторяться.</p> <p>2. Какой объем кислорода выделится в процессе фотосинтеза, если растение поглотило 2,24 л углекислого газа (н.у.)?</p> <p>3. Сахароза взаимодействует с веществами:</p> <p>1) вода; 2) гидроксид кальция; 3) углекислый газ; 4) оксид серебра; 5) уксусный ангидрид; 6) сульфат натрия. Запишите цифры в порядке возрастания без пробелов и дополнительных знаков.</p>	Мол-ная фор-ла	Класс орг-х соединений	А) C_4H_6	1) углеводы	Б) $C_4H_8O_2$	2) арены	В) C_7H_8	3) алкины, 4) альдегиды	Г) $C_5H_{10}O_5$	5) сложные эфиры
Мол-ная фор-ла	Класс орг-х соединений										
А) C_4H_6	1) углеводы										
Б) $C_4H_8O_2$	2) арены										
В) C_7H_8	3) алкины, 4) альдегиды										
Г) $C_5H_{10}O_5$	5) сложные эфиры										

Задания третьего уровня.

Третий уровень. Первый вариант.	Третий уровень. Второй вариант.
<p>1. Какой процесс с участием углеводов приводит к выделению наибольшего количества энергии? 1) окисление кислородом воздуха; 2) восстановление; 3) брожение; 4) карбоксилирование.</p> <p>2. Осуществите цепочку превращений: глюкоза $\rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow C_6H_5C_2H_5 \rightarrow C_6H_5COOH$.</p> <p>3. Глюкоза массой 320 г была подвергнута спиртовому брожению с выходом продукта 70%. Полученный спирт количественно окислили в кислоту. Рассчитайте объем раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 20% ($\rho = 1,225$ г/мл), необходимый для нейтрализации полученной кислоты.</p> <p>Ответ округлите до целого числа.</p>	<p>1. С какими из перечисленных реактивов может реагировать сахароза? 1) $CH_3OH + HCl$; 2) раствор $Ca(OH)_2$; 3) Ag_2O; 4) $(CH_3CO)_2O$.</p> <p>2. Осуществите цепочку превращений: $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH \rightarrow CH_3CHO \rightarrow CH_3COOH$.</p> <p>3. Газ, выделившийся при спиртовом брожении глюкозы массой 120 г, пропустили через 61 мл известкового молока с массовой долей гидроксида кальция 8% ($\rho = 1,05$ г/мл). Выпавший осадок отделили и прокалили. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка после прокаливания. Массовая доля выхода продукта в реакции брожения равна 90%.</p> <p>Ответы округлите до сотых.</p>

Домашнее задание. § 66, § 67 (1 – 8), § 68 (1 – 5), § 69 (1 – 6), § 70 (1 – 5), § 71 (1 – 6).
Выполнить задания другого варианта или задание более сложного уровня.

Вопросы для устного опроса по теме «Углеводы».

1. Назовите общую формулу углеводов.
2. Назовите углевод, состав которого не соответствует данной формуле.
3. По какому признаку классифицируют углеводы?
4. Приведите примеры моносахаридов.
5. Почему структурные изомеры глюкоза и фруктоза отличаются химическими свойствами?
6. Какие свойства характерны для глюкозы?
7. Чем являются α - и β -глюкоза?
8. С чем связана оптическая изомерия углеводов?
9. Являются ли электролитами углеводы?
10. Какая реакция позволяет отличить альдозу от изомерной ей кетозы?
11. Какие виды брожения глюкозы Вам известны?
12. К какому типу реакции относится образование полисахаридов из моносахаридов?
13. Как можно убедиться в том, что сахароза в стакане сладкого чая не гидролизуеться?
14. Как химическим путем отличить крахмал от целлюлозы?
15. В чем заключается фотосинтез?
16. Что получается в результате полного гидролиза крахмала?
17. Какая функциональная группа содержится в элементарном звене целлюлозы?
18. Сколько молекул азотной кислоты затрачивается на нитрование одного элементарного звена целлюлозы? Что получается при этом?
19. Что представляет собой по составу ацетатное волокно?
20. Чем отличаются крахмал и целлюлоза?
21. Где используют крахмал?
22. Где используют целлюлозу?