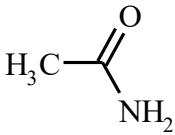
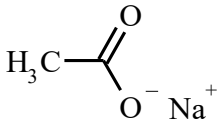
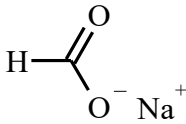
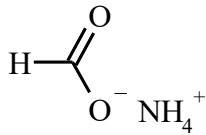
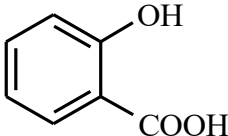
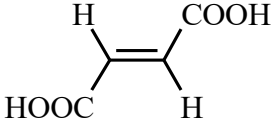
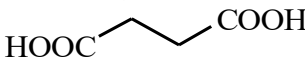
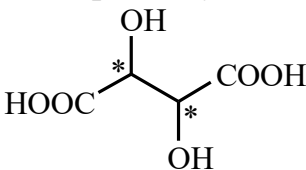
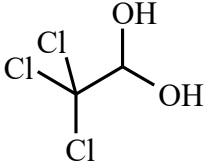
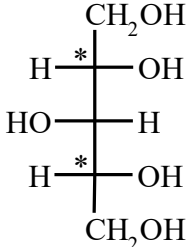
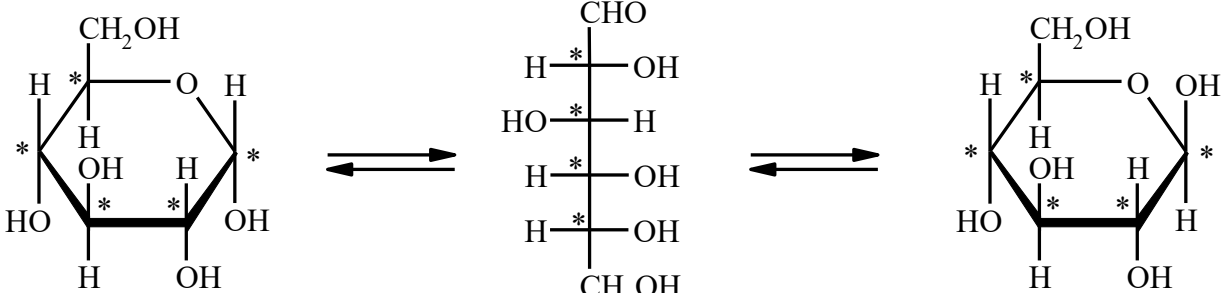


ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

автор: В. И. Теренин

1.

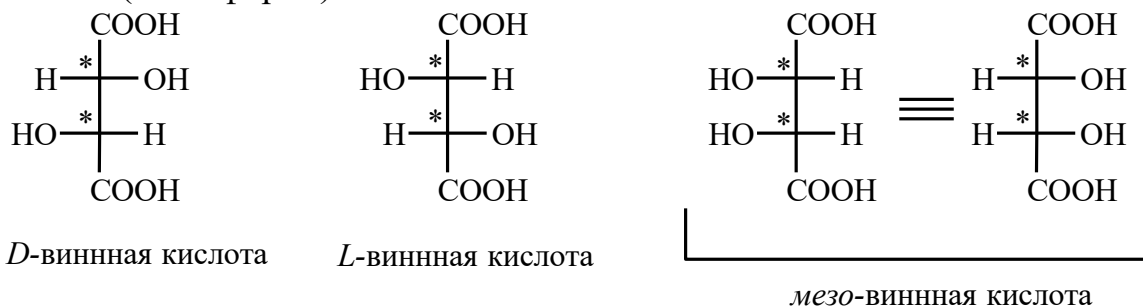
а) структурные формулы всех определяемых веществ

ацетамид 	ацетат натрия 	формиат натрия 	формиат аммония 
салициловая кислота (2-гидроксibenзойная кислота) 		фумаровая кислота (<i>транс</i> -2-бутендиовая кислота) 	
янтарная кислота (бутандиовая кислота) 	винная кислота (2,3-дигидроксibутандиовая кислота) 		
хлоральгидрат (гидрат трихлоруксусного альдегида) CCl ₃ CHO·H ₂ O существует в виде диола 			ксилит 
глюкоза  α -D-глюкопираноза β -D-глюкопираноза			

б) Винная кислота, ксилит и глюкоза содержат асимметрические атомы углерода (отмечены звездочками на рисунках).

в) Винная кислота существует в виде трех пространственных изомеров. *D*-винная кислота, *L*-винная кислота проявляют оптическую активность (молекулы хиральны). Третий изомер имеет плоскость симметрии и оптически

не активен (мезо-форма).



Ксилит не проявляет оптической активности, так как содержит плоскость симметрии, проходящую через центральный атом углерода.

D-Глюкоза в кристаллическом состоянии существует в циклической форме α - или β -глюкопиранозы. При растворении глюкозы в воде одна циклическая форма переходит в другую через открытую форму, содержащую альдегидную группу. При этом устанавливается равновесие, при котором в растворе содержится 36 % α -формы, 64 % β -формы. Концентрация открытой формы менее 0,03%.

Предложенный для определения набор веществ включает органические соединения различных классов: карбоновые кислоты, их производные (амид, соли), многоатомный спирт, альдегид. Некоторые соединения содержат несколько различных функциональных групп (глюкоза, фумаровая кислота, винная кислота, салициловая кислота). Поэтому начать анализ следует с определения групп веществ, содержащих какую-либо функциональную группу, например, карбоксильную группу. Рассмотрим следующий вариант:

2. Определим вещества, содержащие карбоксильную группу.

а) Для того, чтобы обнаружить карбоновые кислоты, нужно провести качественную реакцию на карбоксильную группу с гидрокарбонатом натрия. Карбоновые кислоты, будучи более сильными кислотами чем угольная, вытесняют углекислый газ из гидрокарбоната натрия.



В пробирку внести шпателем анализируемое вещество и добавить ~ 1 мл раствора гидрокарбоната натрия.

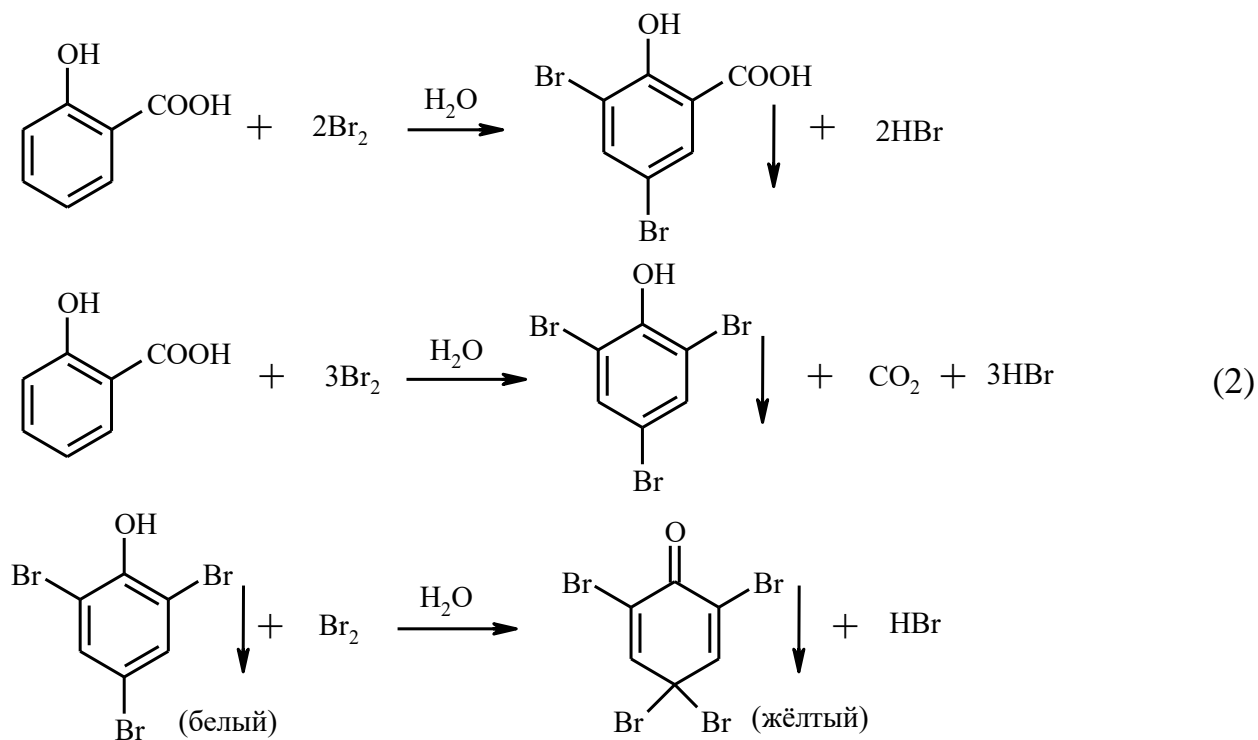
Прделаем этот опыт со всеми веществами. В четырех пробирках наблюдается выделение углекислого газа и растворение вещества. Это янтарная, винная, фумаровая и салициловая кислоты. В других пробирках не наблюдается выделение газа.

б) Для того, чтобы различить четыре карбоновые кислоты, можно провести реакцию с бромной водой.

В пробирку насыпать шпателем небольшое количество определяемого вещества, прилить ~ 1 мл воды (можно подогреть пробирку на водяной бане для лучшего растворения кислоты) и добавить несколько капель бромной воды.

Прделаем этот эксперимент с четырьмя кислотами. В одной пробирке

наблюдается обесцвечивание брома и выпадение белого осадка. Это салициловая кислота. При взаимодействии салициловой кислоты с бромной водой вначале выпадает белый осадок, который в избытке брома становится желтым. Первоначально образуется 3,5-дибромсалициловая кислота. При действии избытка брома идет декарбоксилирование с последующим образованием 2,4,6-трибромфенола, а затем 2,4,4,6-тетрабромциклогекса-2,5-диенона.



В одной из пробирок наблюдается только обесцвечивание, осадок не выпадает. Это фумаровая кислота, которая присоединяет бром по двойной связи. Известно, что электроноакцепторные заместители при $\text{C}=\text{C}$ связи замедляют реакции электрофильного присоединения. Нагревание значительно ускоряет реакцию.



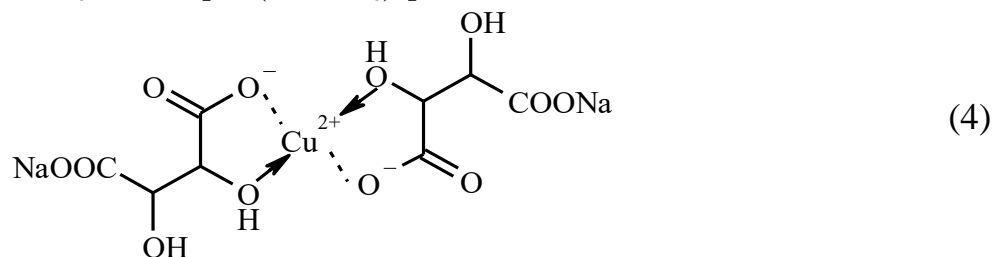
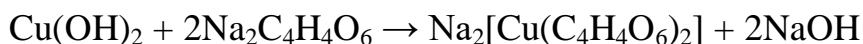
В остальных пробирках не происходит обесцвечивание бромной воды. Это янтарная и винная кислоты.

в) Обнаружить винную кислоту можно, получив «Фелингову жидкость». При добавлении к свежеприготовленному студнеобразному осадку гидроксида меди(II) раствора виннокислого натрия осадок растворяется и образуется тёмно-синий раствор дитартратокупрата натрия.

Внести в пробирку шпателем небольшое количество определяемого вещества, прилить ~ 1 мл гидроксида натрия. В другую пробирку налить ~ 1 мл сульфата меди и добавить ~ 2 мл щелочи. К образовавшемуся осадку прилить из первой пробирки раствор натриевой соли кислоты.

Проделаем этот эксперимент с янтарной и винной кислотами. В одной из

пробирок наблюдается образование тёмно-синего раствора. В этой пробирке была винная кислота.

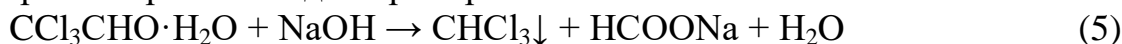


В другой пробирке находится янтарная кислота.

2. У нас осталось семь пробирок с неопределенными веществами. Используя реакцию со щелочью, можно обнаружить хлоральгидрат (образование хлороформа), ацетамид и формиат аммония (выделение аммиака).

В пробирку внести шпателем небольшое количество вещества и добавить ~ 1 мл раствора щелочи. Если не наблюдаются изменения, нагреть пробирку на водяной бане.

Только в пробирке с хлоральгидратом наблюдается видимое изменение при добавлении щелочи. Сначала раствор мутнеет, затем расслаивается и хлороформ собирается на дне пробирки.



В пробирке с формиатом аммония ощущается запах аммиака, который усиливается при нагревании.



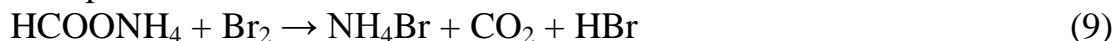
При нагревании остальных пробирок только в одной появляется запах аммиака. При нагревании ацетамида с водным раствором щелочи идет гидролиз амидной группы, образуется соль карбоновой кислоты и выделяется аммиак.



3. У нас осталось четыре пробирки с неопределенными веществами (глюкоза, ксилит, формиат натрия и ацетат натрия). Используя реакцию с бромной водой, можно обнаружить формиат натрия и глюкозу (методика в пункте 1б). Бромная вода обесцвечивается в пробирке с формиатом натрия.



Уже определенный по реакции со щелочью формиат аммония также легко окисляется бромной водой.



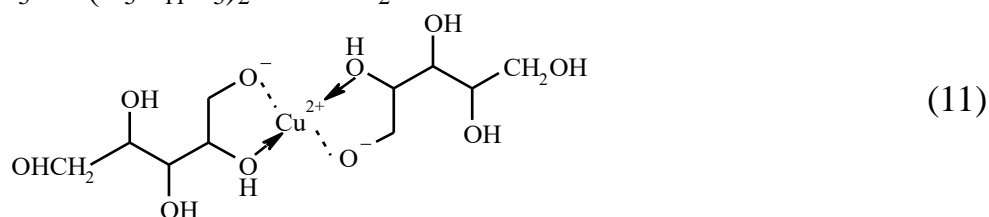
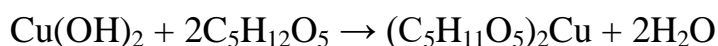
Нагреем оставшиеся три пробирки. В одной из пробирок раствор становится бесцветным. В этой пробирке находится глюкоза. Поскольку глюкоза в растворе находится в основном в циклической форме, а содержание открытой формы составляет менее 0,03%, окисление альдегидной группы протекает при нагревании.



4. Осталось две пробирки с неопределенными веществами (ксилит и ацетат натрия). Для того, чтобы обнаружить ксилит, можно провести качественную реакцию многоатомных спиртов с свежеприготовленным осадком гидроксида меди(II).

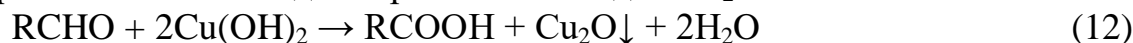
Внести в пробирку шпателем небольшое количество определяемого вещества, прилить ~ 1 мл воды. В другую пробирку налить ~ 1 мл сульфата меди и добавить ~ 2 мл щелочи. К образовавшемуся осадку прилить раствор из первой пробирки.

При проведении этого эксперимента в одной из пробирок наблюдается растворение студенистого осадка и образование тёмно-синего раствора. В этой пробирке находится ксилит.



Следовательно, во второй пробирке находится ацетат натрия.

Глюкоза также реагирует с гидроксидом меди, образуя тёмно-синий раствор (свойство многоатомных спиртов). При нагревании пробирки окраска раствора исчезает и выпадает оранжевый осадок Cu_2O .



	NaHCO_3	NaOH	$\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$
Янтарная кислота	растворение $\text{CO}_2 \uparrow$ реакция 1		–	–
Винная кислота	растворение $\text{CO}_2 \uparrow$ реакция 1			растворение осадка, тёмно-синий раствор реакция 4
Фумаровая кислота	растворение $\text{CO}_2 \uparrow$ реакция 1		обесцвечивание реакция 3	
Салициловая кислота	растворение $\text{CO}_2 \uparrow$ реакция 1		Белый осадок реакция 2	
Хлоральгидрат	–	Выделение хлороформа реакция 5		
Ксилит	–			тёмно-синий раствор, при нагревании не меняет цвет реакция 11

	NaHCO ₃	NaOH	Br ₂ +H ₂ O	Cu(OH) ₂
Глюкоза	–		обесцвечивание при нагревании реакция 10	тёмно-синий раствор реакция 11 , при нагревании выпадает оранжевый осадок реакция 12
Ацетамид	–	при нагревании запах аммиака реакция 7		
Ацетат натрия	–	–		
Формиат натрия	–	–	обесцвечивание реакция 8	
Формиат аммония	–	запах аммиака, при нагревании усиливается реакция 6	обесцвечивание реакция 9	

Система оценивания:

1	структурные формулы 7×0,1 + 2×0,4 + 2×0,5	2,5 балла
2	определение веществ с хиральными центрами по 1 баллу	3 балла
3	определение хиральных и ахиральных молекул по 1 баллу	3 балла
4	план определения	4 балла
5	определение веществ по 2,5 балла	27,5 баллов
6	уравнения реакций, подтверждающие определение вещества по 1 баллу	10 баллов
	ИТОГО:	50 баллов

За нарушение правил работы в лаборатории может сниматься от 1 до 3 баллов.

За каждое выданное дополнительно вещество снимается 1 балл.