

Оглавление

Задания экспериментального тура	2
Девятый класс	2
Десятый класс	4
Одиннадцатый класс	6
Решения экспериментального тура.....	7
Девятый класс (Автор: О. Л. Саморукова).....	7
Десятый класс (Автор: В. В. Апяри)	11
Одиннадцатый класс (Автор: В. И. Теренин)	14

Задания экспериментального тура

Девятый класс



Задание: в природе йод содержится в подземных буровых водах (10–50 мг/л), встречается в виде KIO_3 и KIO_4 , сопутствующих залежам селитры в Чили и Бразилии, большое количество йода содержится в морских водорослях. Йод входит в состав многих органических соединений (гетероциклических, йодсодержащих производных аминокислот и других), лекарственных препаратов, применяемых при лечении грибковых заболеваний, в качестве антисептических средств, гормональных препаратов при болезнях щитовидной железы. Определение йода является одной из важных задач в фармакологии.

Для определения галогенид–ионов используют титриметрический метод анализа, основанный на реакциях осаждения этих ионов раствором нитрата серебра, который является титрантом. Такой метод анализа называется аргентометрией. Существует несколько вариантов этого метода. В данной работе Вам предлагается ознакомиться с двумя методами: Мора и Фаянса. В методе Мора (определяют хлорид–ионы) в качестве индикатора используют хромат калия, который с избытком ионов серебра образует осадок красного

цвета Ag_2CrO_4 , имеющий меньшую растворимость чем AgCl . В методе Фаянса (можно определить все галогениды) в качестве индикатора используют эозин или флуоресцеин, обладающие адсорбционными свойствами. Суть действия таких индикаторов (их называют адсорбционными) сводится к следующему: до точки эквивалентности на поверхности частиц осадка AgI концентрируются (адсорбируются) ионы I^- , что придает поверхности избыточный отрицательный заряд и препятствует адсорбции индикатора, который существует в растворе в виде анионов; после оттитровывания ионов I^- и появления избытка катионов Ag^+ заряд поверхности меняется с «-» на «+», в результате чего происходит адсорбция индикатора и осадок приобретает окраску.

Используя находящиеся на столе реактивы и оборудование, определите содержание йодид-ионов в выданном растворе. Ответьте на теоретические вопросы:

1. Какие химические соединения называются селитрами? В какой области народного хозяйства они находят широкое применение? Приведите три примера химических формул селитр и назовите их.

2. Учитывая расположение хлора, брома и йода в периодической системе, укажите какой из галогенидов серебра будет наименее растворим в воде.

3. Почему нельзя титровать раствором AgNO_3 , используя в качестве индикатора K_2CrO_4 , в кислой и сильнощелочной средах? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

4. Что называется холостым опытом в титровании и для чего он проводится?

Реактивы: 0,02М NaCl , ~0,02М AgNO_3 , K_2CrO_4 (насыщенный раствор), флуоресцеин (индикатор).

Оборудование: мерная колба на 100 мл с выданной задачей, бюретка на 25 мл, пипетка Мора на 10 мл, воронка для заполнения бюретки, колбы для титрования (1–2 шт.), глазная пипетка, склянки для индикаторов, груша для отбора растворов.

Десятый класс

Широко известными пищевыми добавками являются нитрит натрия и калия. Их используют, в частности, в роли антиокислителей и антибактериальных агентов для обработки мясных продуктов, что придает им характерный розоватый цвет. В то же время, злоупотребление этими веществами приводит к негативным последствиям для здоровья людей. Поэтому важно уметь контролировать содержание нитритов в различных объектах.



Один из способов определения относительно высоких количеств нитритов основан на их способности окисляться перманганатом калия, что позволяет применять для установления их содержания метод окислительно-восстановительного титрования.

Внимательно ознакомьтесь с приведенными ниже методиками и определите содержание (моль/л) нитрита в выданном Вам растворе.

Выполните следующие задания:

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и KMnO_4 с NaNO_2 в растворе H_2SO_4 .

2. а) Обозначив за $V(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ – объем стандартного раствора оксалата натрия, взятый для титрования, мл; $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ – его концентрацию, моль/л; и за $V_1(\text{KMnO}_4)$ – объем раствора перманганата калия, пошедший на титрование оксалата, мл, выведите формулу для расчета через эти 3 величины точной концентрации перманганата калия $c(\text{KMnO}_4)$, моль/л.

б) Обозначив за $V_2(\text{KMnO}_4)$ – объем раствора перманганата калия, взятый для титрования нитритом, мл; $c(\text{KMnO}_4)$ – его точную концентрацию; и за $V(\text{NaNO}_2)$ – объем анализируемого раствора нитрита, пошедший на титрование, мл, выведите формулу для расчета через эти 3 величины концентрации нитрита натрия в пробе $c(\text{NaNO}_2)$, моль/л.

3. Реакция KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ является автокаталитической, когда один из продуктов реакции является ее катализатором (именно поэтому вначале титрование проводят медленно, а затем скорость может быть увеличена). Как Вы думаете, какой из продуктов реакции KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ катализирует ее протекание? Напишите формулу. Приведите уравнения реакций этого продукта в нейтральной среде: с KMnO_4 ; с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, взятом в недостатке и в избытке.

4. Почему по методике перманганат титруют нитритом, а не наоборот? Ответ обоснуйте соответствующим уравнением реакции.

Стандартизация раствора перманганата калия

С помощью воронки в бюретку заливают раствор KMnO_4 . В колбу для титрования вносят мерным цилиндром – 20 мл H_2SO_4 , аликвотную часть 10,00 мл стандартного раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, переносят на электроплитку или песчаную баню и нагревают до 80 – 90 °С. Раствор снимают с помощью напальчников (*будьте аккуратны!*) и титруют раствором KMnO_4 , вначале медленно, дожидаясь исчезновения окраски, затем увеличивают скорость и титруют до появления бледно-розовой окраски, устойчивой не менее 30 секунд. Титрование повторяют до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл. Эти результаты усредняют.

Бюретку, воронку и колбу для титрования тщательно моют водопроводной и ополаскивают дистиллированной водой.

Методика титрования

Воронку и бюретку ополаскивают небольшим (не более 25 – 30 мл) количеством выданного раствора нитрита. С помощью воронки в бюретку заливают анализируемый раствор нитрита. В колбу для титрования вносят аликвотную часть 10,00 мл KMnO_4 , мерным цилиндром 20 мл H_2SO_4 и 20 мл дистиллированной воды, переносят на электроплитку или песчаную баню и слегка нагревают до ~40 °С. Смесь титруют раствором нитрита до обесцвечивания от одной капли. Титрование повторяют до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл, результаты усредняют.

Одиннадцатый класс

В одиннадцати пронумерованных склянках находятся следующие твердые вещества: ацетамид, ацетат натрия, янтарная кислота (бутандиовая кислота), винная кислота (2,3-дигидроксипутандиовая кислота), фумаровая кислота (транс-2-бутендиовая кислота), салициловая кислота (2-гидроксипбензойная кислота), хлоральгидрат (гидрат трихлоруксусного альдегида), глюкоза, ксилит, формиат аммония и формиат натрия.

Задание:

1. Ответьте на следующие вопросы:

- а) Изобразите структурные формулы всех определяемых веществ.
- б) Выберите из определяемых веществ те, которые содержат хиральные центры (асимметрические атомы углерода). Укажите эти атомы.
- в) Какие из веществ, содержащих хиральные центры, являются оптически активными, какие оптически не активны? Ответ поясните.

2. Предложите план определения указанных веществ с использованием только тех реактивов, которые имеются на рабочем столе.

3. Используя находящиеся на столе реактивы и оборудование, определите вещества в пробирках. Опишите ход определения. Напишите уравнения реакций, на основании которых произведено определение каждого вещества.

Реактивы: дистиллированная вода, 10% водные растворы NaOH, NaHCO₃, CuSO₄, 2% раствор брома в воде.

Оборудование: штатив с пробирками (15 шт.), капельницы с растворами реактивов (4 шт.), шпатель, водяная баня.

Решения экспериментального тура

Девятый класс

(Автор: О. Л. Саморукова)

Методика определения концентрации раствора AgNO_3 по методу Мора

10 мл 0,05 М раствора NaCl переносят в колбу для титрования, добавляют 4 капли насыщенного раствора K_2CrO_4 и осторожно по каплям титруют раствором AgNO_3 при постоянном перемешивании раствора. Переход от чисто желтой окраски раствора в красноватую должен произойти от одной избыточной капли раствора. Титрование повторяют не менее трех раз.

Расчет концентрации AgNO_3 проводят по формуле:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3)} \quad (\text{моль/л})$$

Для повышения точности титрования проводят холостой опыт. Для этого в колбу для титрования переносят 10 мл дистиллированной воды, добавляют 4 капли насыщенного раствора K_2CrO_4 и осторожно по каплям титруют раствором AgNO_3 при постоянном перемешивании раствора до тех пор, пока не появится такая же окраска, как и при титровании раствора NaCl . Найденную поправку на раствор хромата калия ($V^*(\text{AgNO}_3)$) вычитают из объема стандартного раствора AgNO_3 , израсходованного на титрование хлорид-ионов $V(\text{AgNO}_3)$.

Расчет концентрации AgNO_3 проводят по формуле:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3) - V^*(\text{AgNO}_3)} \quad (\text{моль/л}),$$

где:

$c(\text{AgNO}_3)$ – концентрация AgNO_3 , моль/л

$V(\text{NaCl})$ – объем NaCl , взятый для титрования, 10 мл

$c(\text{NaCl})$ – концентрация NaCl , моль/л

$V(\text{AgNO}_3)$ – объем AgNO_3 , израсходованный на титрование хлорид-ионов, мл

$V^*(AgNO_3)$ – объем $AgNO_3$, израсходованный на титрование воды в холостом опыте, мл

Методика определения содержания йодид–ионов по методу Фаянса.

Раствор задачи в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В колбу для титрования переносят 10 мл раствора, добавляют 4–5 капель индикатора флуоресцеина и титруют раствором $AgNO_3$, постоянно перемешивая раствор в колбе. По мере прибавления титранта смесь в колбе мутнеет. Вблизи точки эквивалентности наблюдается коагуляция осадка. Титрование заканчивают, когда осадок окрасится в оранжево–красный цвет. Титрование повторяют не менее трех раз.

Расчет содержания йодид–ионов в объеме колбы проводят по формуле:

$$m(I^-) = \frac{c(AgNO_3) \cdot V(AgNO_3) \cdot 127 \cdot V(к)}{1000 \cdot V(п)},$$

где:

$m(I^-)$ – содержание йодид-ионов, г

$c(AgNO_3)$ – концентрация раствора $AgNO_3$, моль/л

$V(AgNO_3)$ – объем раствора $AgNO_3$, израсходованный на титрование, мл

127 – молярная масса йода, г/моль

$V(к)$ – объем колбы, 100 мл

$V(п)$ – объем пипетки, 10 мл

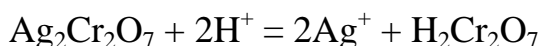
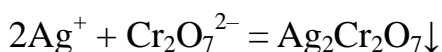
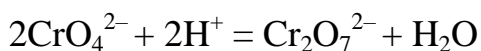
Ответы на теоретические вопросы

1. Селитра – тривиальное название минералов, содержащих нитраты щелочных и щелочно-земельных металлов, в том числе и их кристаллогидраты. Наиболее широкое применение селитры находят в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Примеры: $NaNO_3$ (нитрат натрия) – чилийская селитра. KNO_3 (нитрат калия) – индийская селитра. $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ (тетрагидрат нитрата кальция) – известковая селитра. NH_4NO_3 (нитрат аммония) – аммиачная селитра.

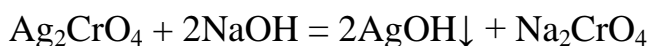
2. Наименьшей растворимостью обладает AgI (ПР = $8,5 \cdot 10^{-17}$); другие галогениды характеризуются большей растворимостью: AgBr (ПР = $5,3 \cdot 10^{-13}$), AgCl (ПР = $1,78 \cdot 10^{-10}$). Это может быть объяснено с позиций электроотрицательности элементов: чем больше разница электроотрицательностей, тем больше ионность связи и, следовательно, при прочих равных условиях, больше растворимость соединения в полярном растворителе, которым является вода; напротив, чем меньше разница электроотрицательностей, тем больше ковалентность связи, и тем меньше растворимость соединения. Поскольку при движении вниз по подгруппе периодической системы электроотрицательность уменьшается, то наименьшей растворимостью должен обладать AgI. К такому же выводу можно прийти в рамках теории жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО) Пирсона (*здесь подробно не излагаем, см. специализированную литературу*): ион серебра относят к мягким кислотам Льюиса, а йодид-ион – к мягким основаниям Льюиса, поэтому в соответствии с принципом ЖМКО связь Ag–I обладает наибольшей ковалентностью и прочностью, следовательно, растворимость AgI будет наименьшей.

3. Титрование раствором AgNO₃ проводят в диапазоне pH 7–10. В кислых средах хромат переходит в бихромат, который с ионами Ag⁺ образует красный осадок, растворимый в кислотах. В сильнощелочном растворе образуется Ag₂O.

В кислом растворе:



В сильнощелочном растворе:



или



4. Холостым называется опыт, проводимый со всеми участниками реакции за исключением определяемого компонента. Холостой опыт повышает точность определения.

Система оценивания:

Ответы на теоретические вопросы: **20 баллов**

1 вопрос – 4 балла

2 вопрос – 4 балла

3 вопрос – 10 баллов

Из них уравнения реакций – 4 балла, остальное – 6 баллов

4 вопрос – 2 балла

Оценка экспериментальной работы, исходя из достигнутой **30 баллов**

участником точности определения:

5 % отн. и меньше – 30 баллов

от 5 до 10 % отн. – 25 баллов

от 10 до 15 % отн. – 20 баллов

и т.д.

ИТОГО: 50 баллов

Десятый класс

(Автор: В. В. Аняри)

По результатам титрования оксалата натрия рассчитаем концентрацию раствора KMnO_4 . Для этого запишем уравнение реакции оксалата натрия с перманганатом калия:



$$\text{откуда } c(\text{KMnO}_4) = \frac{2 \cdot c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{5 \cdot V_1(\text{KMnO}_4)}, \text{ моль/л,}$$

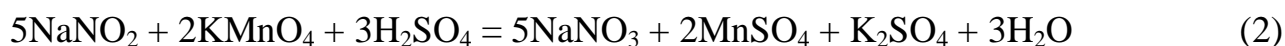
где:

$c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ – концентрация стандартного раствора оксалата натрия, моль/л;

$V(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ – объем стандартного раствора оксалата натрия, взятый для титрования, 10 мл;

$V_1(\text{KMnO}_4)$ – объем раствора перманганата калия, пошедший на титрование, мл.

Для расчета концентрации нитрита запишем уравнение реакции нитрита натрия с перманганатом калия:



Отсюда найдем выражение для расчета концентрации нитрита:

$$c(\text{NaNO}_2) = \frac{5 \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V_2(\text{KMnO}_4)}{2 \cdot V(\text{NaNO}_2)}, \text{ моль/л,}$$

где:

$c(\text{KMnO}_4)$ - точная концентрация раствора перманганата калия, моль/л;

$V_2(\text{KMnO}_4)$ - объем раствора перманганата калия, взятый для титрования, 10 мл;

$V(\text{NaNO}_2)$ - объем анализируемого раствора нитрита, пошедший на титрование, мл.

Решение заданий:

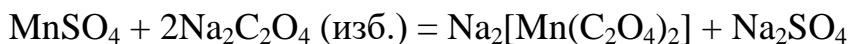
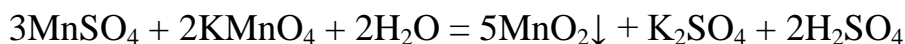
1. См. уравнение (1) и уравнение (2) выше.

2. См. формулы выше. Формулы выводятся на основании значений стехиометрических коэффициентов в уравнениях соответствующих реакций.

3. В реакции KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ фигурируют пять продуктов: CO_2 , MnSO_4 , K_2SO_4 , Na_2SO_4 и H_2O . В роли катализатора может выступать соединение, относительно легко вступающее в реакцию с исходными веществами. Как правило, каталитической активностью обладают соединения переходных элементов. Сульфаты щелочных металлов в роли катализаторов выступать не могут, поскольку химически они весьма инертны. Таким образом, продуктом-катализатором является MnSO_4 (точнее ион Mn^{2+}).

Предположение о том, что продуктом-катализатором является CO_2 , понижающий pH раствора и таким образом способствующий протеканию взаимодействия, является неоправданным, поскольку реакцию проводят в среде серной кислоты.

Уравнения реакций:



4. Титрование нитрита перманганатом не проводят, поскольку нитриты неустойчивы в кислой среде и медленно разлагаются в соответствии с уравнением:



В случае, когда титрантом является сам нитрит, попадая в избыток перманганата, он разложиться не успевает.

Система оценивания

Правильность определения концентрации нитрита (оценивается, исходя из абсолютной погрешности определения концентрации нитрита Δc , моль/л):

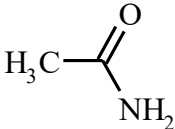
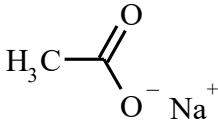
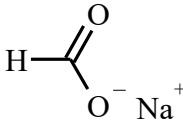
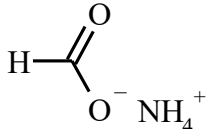
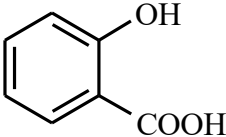
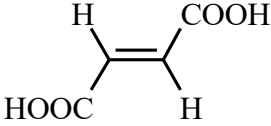
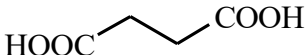
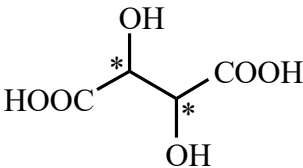
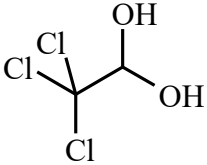
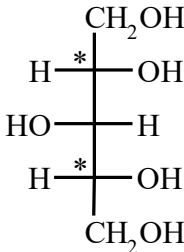
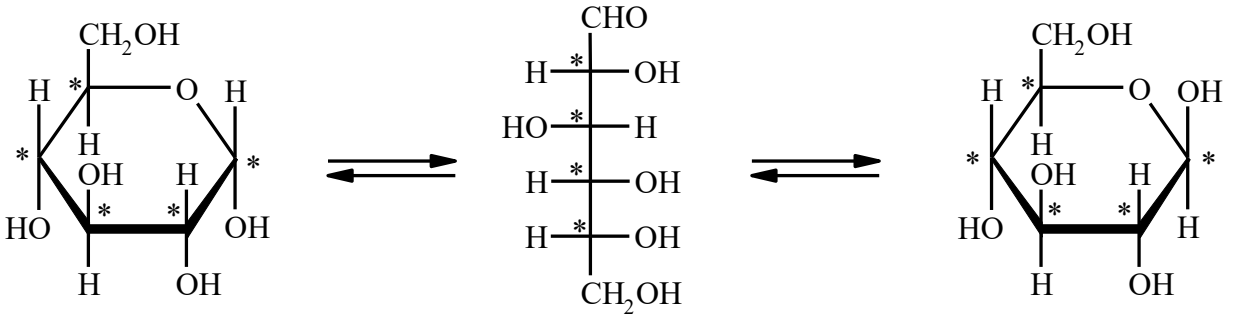
Δc , моль/л	Баллы
$\leq 0,0005$	30
0,0005–0,001	28
0,001–0,002	24
0,002–0,003	20
0,003–0,004	16
0,004–0,006	12
0,006–0,008	8
0,008–0,01	4
$> 0,01$	0

- | | | |
|---|--|------------------|
| 1 | Два уравнения по 2 балла | 4 балла |
| 2 | Две формулы по 2 балла | 4 балла |
| 3 | Выбор продукта–катализатора – 2 балла | 8 баллов |
| | Три уравнения реакций по 2 балла | |
| 4 | Обоснование и уравнение реакции – по 2 балла | 4 балла |
| | Результат определения концентрации нитрита в соответствии с вышеприведенной таблицей | 30 баллов |
| | ИТОГО: | 50 баллов |

Одиннадцатый класс
(Автор: В. И. Теренин)

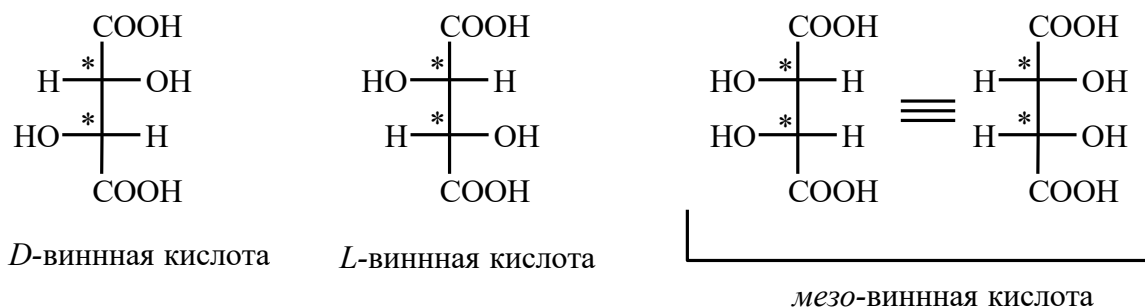
1.

а) структурные формулы всех определяемых веществ

<p>ацетамид</p> 	<p>ацетат натрия</p> 	<p>формиат натрия</p> 	<p>формиат аммония</p> 
<p>салициловая кислота (2-гидроксibenзойная кислота)</p> 		<p>фумаровая кислота (<i>транс</i>-2-бутендиовая кислота)</p> 	
<p>янтарная кислота (бутандиовая кислота)</p> 	<p>винная кислота (2,3-дигидроксibутандиовая кислота)</p> 		
<p>хлоральгидрат (гидрат трихлоруксусного альдегида) CCl₃CHO·H₂O существует в виде диола</p> 			<p>ксилит</p> 
<p>Глюкоза</p>  <p>α-D-глюкопираноза \rightleftharpoons β-D-глюкопираноза</p>			

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).



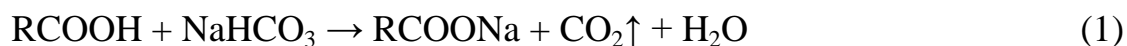
Ксилит не проявляет оптической активности, так как содержит плоскость симметрии, проходящую через центральный атом углерода.

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:

1. 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.



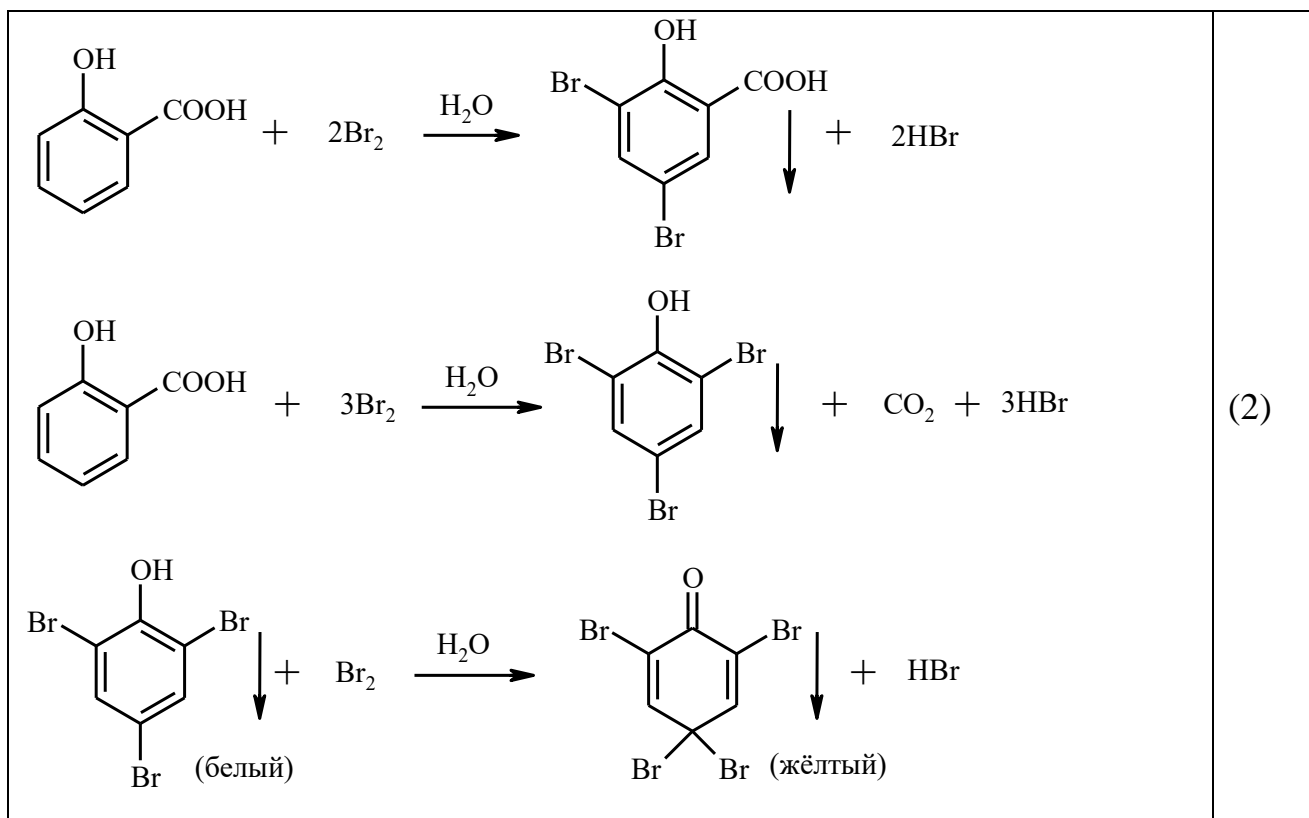
В пробирку внести шпателем анализируемое вещество и добавить ~ 1 мл раствора гидрокарбоната натрия.

Проделаем 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.

Проделаем 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 $C=C$ связи замедляют реакции электрофильного присоединения. Нагревание значительно ускоряет реакцию.

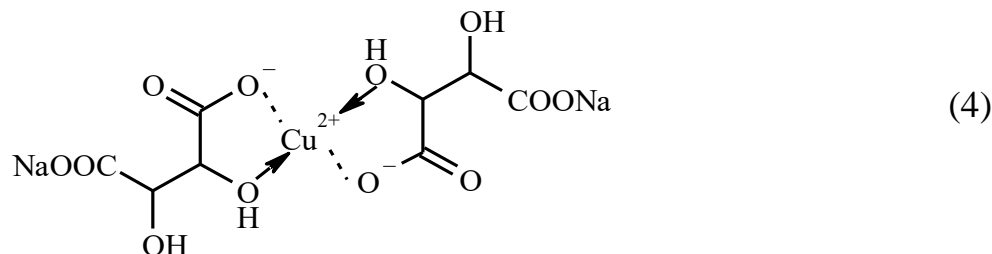
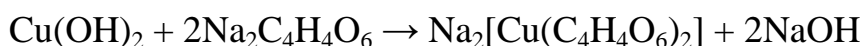


В остальных пробирках не происходит обесцвечивание бромной воды. Это янтарная и винная кислоты.

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.

Прделаем этот эксперимент с янтарной и винной кислотами. В одной из пробирок наблюдается образование тёмно-синего раствора. В этой пробирке была винная кислота.

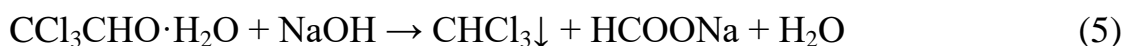


В другой пробирке находится янтарная кислота.

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.

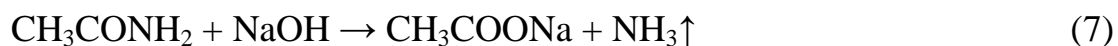
Только в пробирке с хлоральгидратом наблюдается видимое изменение при добавлении щелочи. Сначала раствор мутнеет, затем расслаивается и хлороформ собирается на дне пробирки.



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



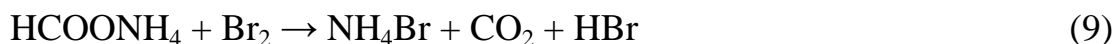
При нагревании остальных пробирок только в одной появляется запах аммиака. При нагревании ацетамида с водным раствором щелочи идет гидролиз амидной группы, образуется соль карбоновой кислоты и выделяется аммиак.



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.



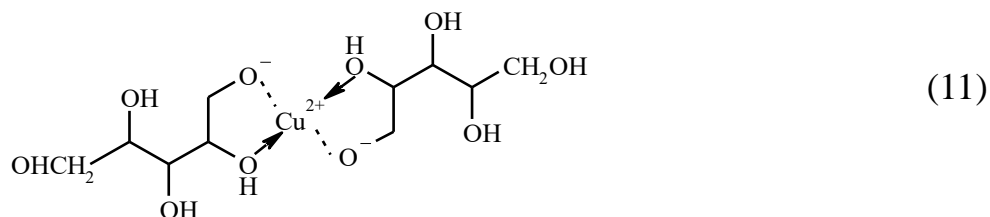
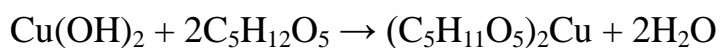
Нагреем оставшиеся три пробирки. В одной из пробирок раствор становится бесцветным. В этой пробирке находится глюкоза. Поскольку глюкоза в растворе находится в основном в циклической форме, а содержание открытой формы составляет менее 0,03%, окисление альдегидной группы протекает при нагревании.



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).

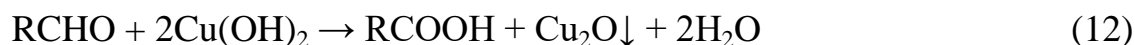
Внести в пробирку шпателем небольшое количество определяемого вещества, прилить ~ 1 мл воды. В другую пробирку налить ~ 1 мл сульфата меди и добавить ~ 2 мл щелочи. К образовавшемуся осадку прилить раствор из первой пробирки.

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	$\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$
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 $7 \times 0,1 + 2 \times 0,4 + 2 \times 0,5$	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.