

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ С
УКАЗАНИЕМ МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ
ЗА КАЖДОЕ ЗАДАНИЕ И ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА МАКСИМАЛЬНО
ВОЗМОЖНЫХ БАЛЛОВ ПО ИТОГАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ВСЕХ ЗАДАНИЙ
(основной комплект)

для жюри

2 тур

2021–2022

Оглавление

Решения задач экспериментального тура	3
<i><u>Девятый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)</u></i>	<i><u>3</u></i>
<i><u>Десятый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)</u></i>	<i><u>7</u></i>
<i><u>Одиннадцатый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)</u></i>	<i><u>10</u></i>

Решения задач экспериментального тура

Девятый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)

- HCl – может сосуществовать с Na₂SO₄, NH₄Cl, ZnCl₂, BaCl₂
 NaOH – может сосуществовать с Na₂SO₄, Na₂CO₃, BaCl₂
 Na₂SO₄ – может сосуществовать с HCl, NaOH, Na₂CO₃, NH₄Cl, ZnCl₂
 Na₂CO₃ – может сосуществовать с NaOH, Na₂SO₄
 NH₄Cl – может сосуществовать с HCl, ZnCl₂, BaCl₂
 ZnCl₂ – может сосуществовать с HCl, Na₂SO₄, NH₄Cl, BaCl₂
 BaCl₂ – может сосуществовать с HCl, NaOH, NH₄Cl, ZnCl₂
-

Реактив	Идентифицируемое вещество						
	HCl	NaOH	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	ZnCl ₂	BaCl ₂
HCl	–	–	–	↑	–	–	–
NaOH	–	–	–	–	↑	↓р-ся в изб.	помутн.*
Na ₂ SO ₄	–	–	–	–	–	–	↓
BaCl ₂	–	помутн.*	↓	↓	–	–	–
Реакция среды	кислая	щелочная	нейтральная	щелочная	слабокислая	слабокислая	нейтральная

*Помутнение возникает из-за реакции BaCl₂ с Na₂CO₃, присутствующим в NaOH из-за поглощения CO₂ из воздуха.

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$
 - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
 - $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
 - $\text{Zn(OH)}_2\downarrow + 2\text{NaOH (изб.)} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$

4. Пусть последовательность номеров соответствует следующим бинарным смесям: №1 – HCl, Na₂SO₄; №2 – NaOH, Na₂SO₄; №3 – Na₂SO₄,

Na_2CO_3 ; №4 – NH_4Cl , BaCl_2 ; №5 – Na_2SO_4 , ZnCl_2 . Возможен следующий ход решения задачи.

Для начала, исследуем кислотность анализируемых растворов с помощью универсальной индикаторной бумаги. Пробирка №1 показывает кислую реакцию среды, №2 и №3 – щелочную, №4 и №5 – слабокислую.

Проще всего установить состав пробирки №1, поскольку, с учетом таблицы (см. п. 2), кислую реакцию среды может дать только 1 вещество – HCl . Вторым компонентом этой смеси, который сосуществует с HCl , может быть Na_2SO_4 , NH_4Cl , ZnCl_2 или BaCl_2 (см. п. 1). Логичнее всего начать обнаружение второго компонента с помощью реактива NaOH , поскольку этот реактив позволяет из одной пробы обнаружить сразу два вещества – ZnCl_2 и NH_4Cl . Перенесем несколько капель анализируемого раствора в чистую пробирку и будем по каплям добавлять NaOH . Последовательного выпадения и растворения осадка (см. п. 3, *р-ция 5, б*) не наблюдаем, значит, в пробе отсутствует ZnCl_2 . Нагреем подщелоченный раствор в пробирке на водяной бане (см. п. 3, *р-ция 4*) и поднесем к отверстию влажную индикаторную бумажку. Не наблюдаем видимых изменений цвета индикатора, что говорит об отсутствии NH_4Cl . Оставшиеся 2 компонента из возможных (Na_2SO_4 и BaCl_2) легко различить с помощью аналогичных реактивов (см. п. 3, *р-ция 1*). К нескольким каплям анализируемого раствора в чистой пробирке или к раствору после предыдущего эксперимента прибавим несколько капель раствора BaCl_2 . Наблюдаем выпадение белого осадка, что говорит о наличии в пробе Na_2SO_4 . Поэтому в пробирке №1 – **смесь $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$** .

Далее проведем анализ содержимого пробирок №2 и №3 с щелочной реакцией среды. В них могут присутствовать следующие компоненты: NaOH , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 и BaCl_2 . Реактив BaCl_2 позволяет обнаружить сразу два вещества – Na_2SO_4 и Na_2CO_3 (см. п. 3, *р-ция 1, 3*). Начнем с добавления этого

реактива. Перенесем несколько капель анализируемых растворов в чистые пробирки и будем по каплям добавлять BaCl_2 . В обеих пробирках наблюдаем образование белого осадка. Добавим в смеси по каплям HCl . В растворе с осадком из пробирки №3 наблюдается выделение газа, что свидетельствует о присутствии в исходной смеси Na_2CO_3 (см. п. 3, р-ция 2), однако осадок полностью не растворяется, даже при добавлении большого избытка HCl . Это не может быть CaCO_3 . Значит в пробирке №3 присутствовал также Na_2SO_4 . Поэтому в пробирке **№3 – смесь $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$** . В пробирке №2 растворения осадка при добавлении HCl также не наблюдается, но нет и выделения газа. Значит, компонентом, давшим осадок с BaCl_2 , является Na_2SO_4 . Вторым компонентом, не выказывающим в условиях эксперимента аналитических эффектов, но создающим щелочную реакцию среды, может быть только NaOH . Итого, в пробирке **№2 – смесь $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$** .

Наконец перейдем к анализу растворов в пробирках №4 и №5 со слабокислой реакцией среды. Такую реакцию среды могут дать только смеси, содержащие Na_2SO_4 , NH_4Cl , ZnCl_2 и BaCl_2 . Также, как и в случае пробирки №1, начнем с прибавления NaOH , поскольку с помощью этого реактива, как уже было сказано выше, можно обнаружить из одной пробы ZnCl_2 и NH_4Cl . Перенесем несколько капель анализируемых растворов в чистые пробирки и будем по каплям добавлять NaOH . В растворе из пробирки №5 наблюдаем последовательное образование и растворение белого осадка (см. п. 3, р-ции 5, б), что доказывает присутствие ZnCl_2 . В пробе из пробирки №4 отчетливых видимых изменений не наблюдаем (возможно помутнение раствора из-за присутствия в щелочи карбоната натрия вследствие поглощения из воздуха CO_2). Нагреем обе пробирки на водяной бане и поднесем к их отверстиям влажную индикаторную бумажку. Наблюдаем появление зеленого или синего окрашивания для пробирки с раствором №4, что говорит о присутствии в ней NH_4Cl . Для пробирки с раствором №5 подобного не

происходит. Таким образом, мы обнаружили по одному компоненту в пробирках №4 и №5. Вторым компонентом может быть только Na_2SO_4 или BaCl_2 . Эти вещества, опять же, несложно различить с помощью аналогичных реактивов. Добавление в растворы из пробирок №4 и №5 BaCl_2 приводит к выпадению во втором случае белого осадка (см. п. 3, р-ция 1). Такой же осадок выпадает в растворе №4 только при добавлении Na_2SO_4 . Окончательно, приходим к выводу, что в пробирке №4 – смесь $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaCl}_2$, а в пробирке №5 – смесь $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ZnCl}_2$.

Система оценивания:

1.	Указание сосуществующих в растворе веществ для идентифицируемых соединений – 7 соединений по 0,5 балла	3,5 балла
2.	Заполнение таблицы – 35 ячеек по 0,1 балла	3,5 балла
3.	Уравнения реакций – 6 уравнений по 0,5 балла	3 балла
4.	Идентификация бинарных смесей – 10 компонентов по 3 балла	30 баллов
	ИТОГО:	40 баллов

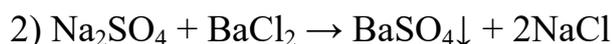
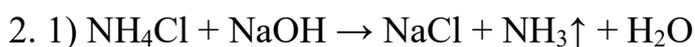
В случае, если участнику понадобится дополнительное количество реактива или анализируемого раствора, долив производится 1 раз (в 1 соответствующую склянку) без штрафа, в последующих случаях – со штрафом 2 балла. Таким образом, если необходим долив n склянок, штраф составляет $2(n - 1)$ баллов, но не более 8 баллов.

Десятый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)

1. Доведем анализируемый раствор в колбе до метки дистиллированной водой и тщательно перемешаем, как указано в задании. Для идентификации неизвестных компонентов посмотрим на указанный в условии ряд веществ. Часть из них (NaOH, Na₂SO₃ и Na₂CO₃) будут реагировать с HCl. Если бы какое-то из них попало в анализируемый раствор, то концентрация HCl поменялась бы существенно и провести количественный анализ методом кислотно-основного титрования было бы практически невозможно.

Из оставшихся веществ (Na₂SO₄, NH₄Cl, ZnCl₂, BaCl₂, Al₂(SO₄)₃, NaCl) присутствие или отсутствие NH₄Cl, ZnCl₂ и Al₂(SO₄)₃ можно установить путем добавления щелочи. Пипеткой Пастера отберем в чистую пробирку несколько капель анализируемого раствора и будем прибавлять по каплям 0,5 М NaOH, постоянно наблюдая за раствором. Отсутствие выпадения осадка и его последующего растворения говорит об отсутствии ZnCl₂ и Al₂(SO₄)₃. Нагреем раствор в пробирке с избытком щелочи и поднесем к отверстию пробирки влажную индикаторную бумажку. Изменение ее цвета свидетельствует о наличии NH₄Cl.

Вторым компонентом из оставшихся в перечне веществ может быть Na₂SO₄, BaCl₂ или NaCl. Отберем в чистую пробирку несколько капель анализируемого раствора и добавим немного раствора BaCl₂. Выпадение белого осадка свидетельствует о наличии Na₂SO₄. Таким образом, мы установили, какие 2 вещества были добавлены.



3. Сульфат натрия является солью сильной кислоты и сильного основания, и поэтому не подвергается гидролизу и не влияет на концентрацию ионов H⁺ в растворе. В отличие от него, NH₄Cl – это соль слабого основания, поэтому ее гидролиз дает слабокислую реакцию среды.

Однако степень протекания процесса невелика, поэтому он не оказывает существенного влияния на результаты титрования с индикатором, изменяющим цвет в слабокислой среде. Таким индикатором является метиловый оранжевый (область перехода pH 3,1 – 4,4).

4. Для проведения кислотно-основного титрования бюретку через воронку заполняют стандартным раствором NaOH. С помощью пипетки Мора переносят в коническую колбу для титрования аликвотную часть анализируемого раствора кислоты (10,00 мл), добавляют 2 капли индикатора метилового оранжевого и титруют раствором NaOH до изменения окраски раствора из красной в оранжевую.

Для установления точной концентрации кислоты, титрование повторяют до достижения 3 результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл. По этим результатам рассчитывают средний объем титранта, который используют для расчета молярной концентрации кислоты.

Расчет проводят по уравнению реакции: $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, исходя из известного объема аликвоты (V_a , мл), концентрации стандартного раствора NaOH (C_{NaOH} , моль/л) и среднего объема затраченного титранта (V_{NaOH} , мл), или по формуле $C_{\text{HCl}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} / V_a$.

Система оценивания:

1.	Идентификация неизвестных компонентов – 2 вещества по 2 балла	4 балла
2.	Уравнения реакций – 2 уравнения по 1 баллу	2 балла
3.	Объяснение возможности анализа методом кислотно-основного титрования	2 балла

4. а) *Точность титрования* оценивается, исходя из абсолютной погрешности среднего объема титранта, записанного участником (ΔV , мл), то есть разницы между величиной среднего объема титранта, полученной

*ВсОШ по химии, Региональный этап
2020 – 2021 учебный год
Решения задач экспериментального тура*

участником, и ожидаемым значением, в соответствии со следующей таблицей:

ΔV , мл	Баллы
$\leq 0,1$	30
0,1 – 0,2	28
0,2 – 0,3	24
0,3 – 0,4	20
0,4 – 0,5	16
0,5 – 1,0	12
$> 1,0$	8

б) *Правильность расчета* молярной концентрации кислоты оценивается, исходя из среднего объема титранта, *полученного участником*, безотносительно точности титрования

2 балла

ИТОГО

40 баллов

Штрафные баллы: В случае, если участнику понадобится дополнительное количество реактива или анализируемого раствора, его долив (того же варианта) производится в каждом случае со штрафом 2 балла, но не более 8 баллов суммарно.

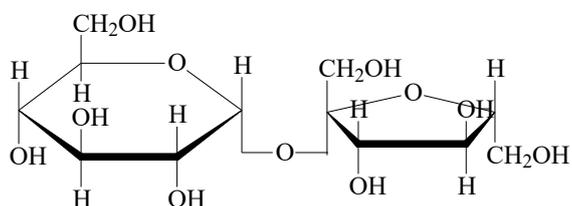
Одиннадцатый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)

Теоретическое задание

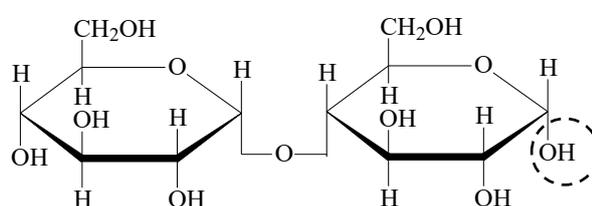
1) Общепринятое название следующих углеводов:

- а) виноградный сахар - глюкоза
- б) плодовый сахар - фруктоза
- в) молочный сахар - лактоза
- г) обычный пищевой сахар - сахароза
- д) солодовый сахар - мальтоза
- е) тростниковый сахар - сахароза
- ж) сахар крови - глюкоза
- з) декстроза - глюкоза
- и) левулоза - фруктоза
- к) микоза - трегалоза

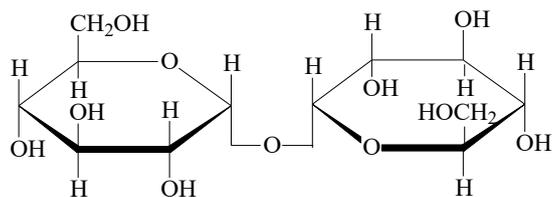
2) Из четырех дисахаридов два – мальтоза и лактоза содержат в одном из циклов полуацетальный гидроксил (см. ниже, обведен пунктиром). Поэтому этот цикл может раскрываться в кислой или щелочной среде с образованием альдегидной группы, которая проявляет восстанавливающие свойства в реакциях с аммиачным раствором оксида серебра или фелинговой жидкостью. В молекулах сахарозы и трегалозы нет полуацетального гидроксила. Это невосстанавливающие сахара.



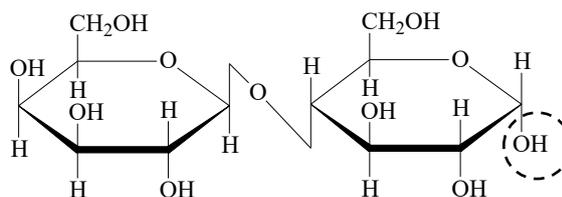
Сахароза



Мальтоза

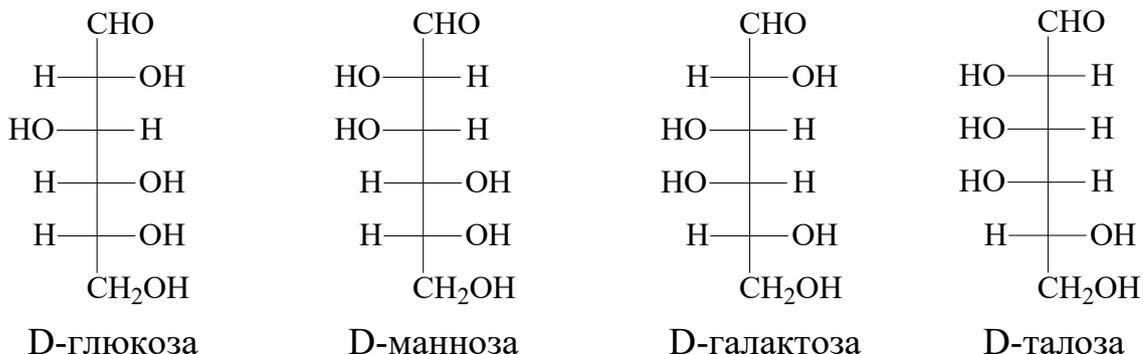


Трегалоза



Лактоза

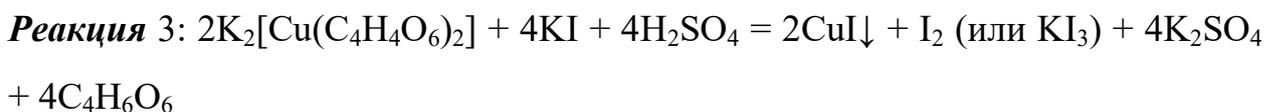
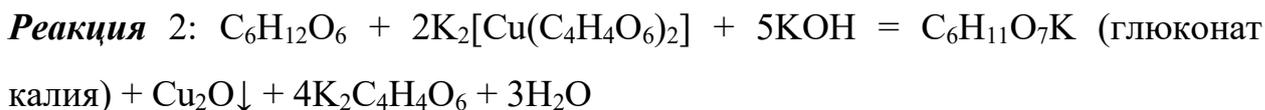
3) Эпимерами называются диастереомеры, различающиеся конфигурацией только при одном асимметрическом атоме углерода.



- а) глюкоза и манноза – эпимеры (по атому C₂)
- б) глюкоза и галактоза – эпимеры (по атому C₄)
- в) глюкоза и талоза – диастереомеры, эпимерами не являются
- г) манноза и галактоза – диастереомеры, эпимерами не являются
- д) манноза и талоза – эпимеры (по атому C₄)
- е) галактоза и талоза – эпимеры (по атому C₂)

Практическое задание

Уравнения протекающих в ходе анализа реакций:



Система оценивания:

Теоретическое задание:

1.	Названия углеводов – 10 названий по 0,5 балла	5 баллов
2.	Указание восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров – 4 сахара по 1 баллу	4 балла
3.	Указание эпимеров и диастереомеров, не являющихся	3 балла

эпимерами – 6 соединений по 0,5 балла	
---------------------------------------	--

Практическое задание:

а) Точность титрования оценивается исходя из абсолютной погрешности определения участником содержания глюкозы в анализируемом растворе, в соответствии с таблицей:

Абсолютная погрешность, $ m - m_{\text{ист}} $, г	Балл
< 0,01	24
0,01 – 0,02	23
0,02 – 0,03	22
0,03 – 0,04	20
0,04 – 0,05	16
> 0,05	12

б) Уравнения реакций – 4 уравнения по 1 баллу

(если уравнения даны без коэффициентов – по 0.5 балла) 4 балла

ИТОГО: 40 баллов

Штрафные баллы: в случае порчи лабораторной посуды, оборудования, пролива анализируемого или иного раствора снимается 4 балла и выдается новая посуда/раствор.