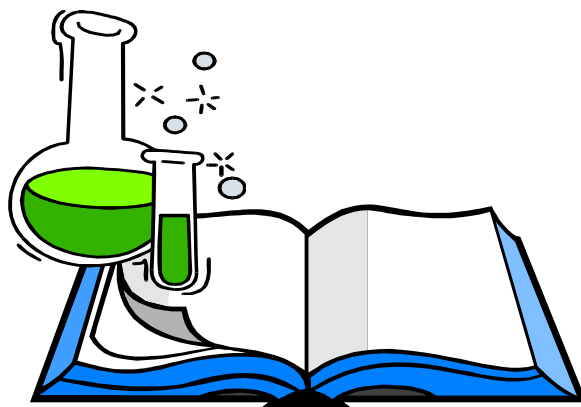




Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»



ХИМИЯ, 2016

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проверке и оценке решений
муниципального этапа
всероссийской олимпиады школьников
ПО ХИМИИ

в Кировской области
в 2016/2017 учебном году

**Киров
2016**

Печатается по решению предметно-методической комиссии регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по химии

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области в 2016–2017 учебном году / Сост. М. А. Бакулева, А. Н. Васильева, А. Н. Лямин, О. В. Навалихина, И. А. Токарева// Под ред. Е. В. Бересневой, А. Н. Васильевой, М. А. Зайцева, Р. В. Селезенева. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2016. – 24 с.

Авторы, составители

Бакулева М. А.	методист ЦДООШ;
Васильева А. Н.	педагог дополнительного образования ЦДООШ;
Навалихина О. В.	учитель химии КОГОАУ «Лицей естественных наук»;
Лямин А. Н.	к.п.н., доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
Токарева И. А.	старший преподаватель кафедры менеджмента и товароведения социально-экономического факультета, КГМА.

Рецензенты:

Береснева Е. В.	к.п.н., профессор кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
Васильева А. Н.	педагог дополнительного образования ЦДООШ;
Зайцев М. А.	к.п.н., заместитель руководителя департамента образования ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
Селезнев Р. В.	ведущий инженер кафедры химии и технологии переработки полимеров ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет».

Подписано в печать 26.10.2016

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,5

Тираж 873 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников», Киров, 2016.

© Бакулева М. А., Васильева А. Н., Лямин А. Н., Навалихина О. В., Токарева И. А., 2016.

**Вниманию заведующих Р(Г)УО,
методистов и председателей жюри олимпиады**

1. Перед проверкой решений задач (пока участники выполняют задания и оформляют работы) членам жюри необходимо прорешать задачи самостоятельно (без использования «РЕШЕБНИКА»), чтобы вникнуть в содержание каждой задачи, ее решение и разбалловку. Это позволяет выявить и заблаговременно устранить ошибки и опечатки, которые составители могли не заметить при подготовке данного пособия.

2. Работы участников должны быть зашифрованы. После того, как участник сдаст работу и анкету, шифр (например, РХО-8-01 – районная химическая олимпиада – 8-й класс – номер участника) наносится сверху на анкету и каждую страницу работы участника председателем оргкомитета. Анкеты участников собираются председателем оргкомитета, после чего работы проверяются членами жюри.

После подведения итогов представитель оргкомитета расшифровывает работы.

3. Продолжительность олимпиады по химии для всех классов составляет 3 часа 50 минут, включая тест. На выполнение теста отводится 40 мин, после чего таблицы с результатами теста собираются и сдаются жюри на проверку. По окончании проверки работ они вклеиваются в чистовик работы.

Общие положения

Настоящие методические рекомендации предназначены для жюри муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области в 2016–2017 учебном году при оценке и разборе решений задач. Они также могут быть использованы учителями при обучении школьников решению усложненных задач на факультативных и кружковых занятиях, в инновационных классах и школах на уроках химии. Предлагаемые в пособии задачи в основном могут быть решены на основе знаний из школьного курса химии. В то же время имеются задачи, требующие знаний из смежных школьных предметов (например, физики), дополнительного материала, химической эрудиции.

Приводимые в настоящем пособии варианты решений задач не являются единственными, и учащиеся вовсе не обязаны решать задачи предложенными в брошюре способами, а имеют право выбрать свой оригинальный метод решения. Если предложенный учеником вариант решения логически верен и приводит к правильным результатам, то он должен быть оценен максимальным числом баллов, указанным в данном пособии!

Оценка решения каждой задачи основана на подразделении его по логическим этапам. Каждому этапу присваивается определенная «цена» в баллах, а общая оценка за задачу определяется суммированием числа баллов за отдельные этапы. Максимальное число баллов за задачу – 20. Если ученик приводит решение, аналогичное предложенному в брошюре, но при этом выполняет какой-либо этап не полностью, то за этот этап дается пропорциональная доля от его «цены» с точностью до 0,5 балла.

Олимпиада не является обычной контрольной работой, а имеет цель выявить одаренных школьников, имеющих нестандартное мышление, широкий кругозор и эрудицию. Сам факт, что школьник участвует в олимпиаде, говорит о том, что он является одним из лучших в классе, школе, районе. Это должно быть доведено до сведения каждого ученика, участвующего в олимпиаде.

ВОСЬМОЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Совокупность атомов с одинаковым зарядом атомных ядер и одинаковым числом электронов в атомной оболочке это –

- а) простое вещество;
- б) химический элемент;
- в) сложное вещество;
- г) изотопы.

2. При горении свечи происходит:

- а) физическое явление, т. к. парафин переходит из твердого состояния в жидкое;
- б) химическое явление, т. к. происходит горение;
- в) происходят оба этих явления;
- г) не знаю

3. Как правильно оказать первую помощь при ожоге кожи щелочью?

- а) промыть большим количеством воды;
- б) промыть 2%-ным раствором уксусной кислоты;
- в) промыть большим количеством воды и затем 5%-ным раствором NaHCO_3 (соды);
- г) промыть большим количеством воды и затем 2%-ным раствором уксусной кислоты.

4. Верны ли следующие суждения о химическом загрязнении окружающей среды и его последствиях?

А. Повышенное содержание в атмосфере угарного газа не является угрозой фактором для здоровья человека.

Б. Производство цемента и других строительных материалов не относят к источникам загрязнения атмосферы.

- а) верно только А;
- б) верно только Б;
- в) верны оба;
- г) оба не верны.

5. Для того чтобы произошла химическая реакция между магнием и соляной кислотой, необходимо:

- а) смешать реагенты и нагреть;
- б) смешать реагенты и увеличить давление;
- в) смешать реагенты и осветить;
- г) достаточно просто смешать реагенты.

6. Почему нельзя пробирку при нагревании направлять на себя или другого человека?

- а) плохо нагревается раствор;
- б) может произойти выброс жидкости при вскипании;
- в) долго не закипит раствор;
- г) не знаю.

7. Наибольшее число атомов содержится в молекуле:

- а) серной кислоты;
- б) углекислого газа;
- в) воды;
- г) аммиака.

8. 1 моль любого вещества содержит:

- а) $22,4 \cdot 10^{23}$ частиц;
- б) $29 \cdot 10^{23}$ частиц;
- в) $6 \cdot 10^{23}$ частиц;
- г) разное число частиц.

9. Какое количество вещества содержится в 12 г S и в 11,2 л (н.у.) O_2 .

- а) одинаковое;
- б) 0,375 и 0,5 моль;
- в) 0,375 и 0,35 моль;
- г) 0,886 и 0,5 моль.

10. Молекула воды H_2O содержит больше всего по массе:

- а) кислорода;
- б) водорода;
- в) всех элементов одинаково;
- г) не знаю.

Задачи

Задача 8-1. «Краски для художника». С давних времён художники применяли краски на основе соединений свинца — «свинцовые белила» (формула — $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$) и «свинцовый сурик» (формула — (Pb_3O_4)). Процесс превращения свинцовых белил в свинцовый сурик состоит из двух этапов. Сначала свинцовые белила разлагаются на три оксида. Известно, что в этой реакции валентность свинца не меняется. Далее оксид свинца реагирует с кислородом, превращаясь в свинцовый сурик.

Задание:

1. Составьте уравнения реакций, описывающих процесс превращения свинцовых белил в свинцовый сурик.
2. Дайте названия оксидам, образующимся при разложении свинцовых белил.
3. Рассчитайте массу свинцового сурика, который можно получить из одного килограмма свинцовых белил.

Задача 8-2. «Химические установки». На рисунках изображены приборы для получения двух разных газов в лаборатории. Кроме оборудования, на рисунках указаны используемые для получения этих газов вещества.

Задание:

1. Укажите тот рисунок, на котором изображена установка для получения кислорода в лаборатории. Составьте уравнение реакции, соответствующее данному рисунку. Назовите вещество, участвующее в реакции и продукты реакции. Укажите тип реакции.
2. Назовите оборудование, изображенное на данном рисунке.
3. Рассчитайте объем газа, который можно получить из 100 граммов исходного вещества.

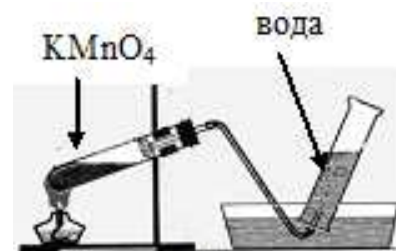


Рисунок 1

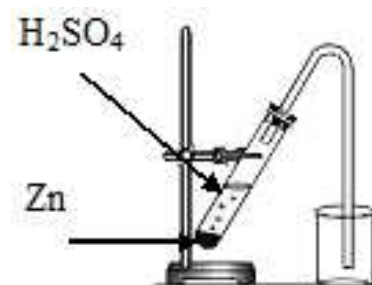


Рисунок 2

Задача 8-3. «Неизвестное вещество». Известно, что 6,5 моль двухатомных молекул некоторого простого вещества, образованного неметаллом, имеют массу 208 г.

Задание:

1. Рассчитайте относительную атомную массу элемента, образующего данное простое вещество. Определите, о каком элементе идет речь. Напишите химическую формулу и название простого вещества;
2. Рассчитайте абсолютную массу атома этого элемента;
3. Сколько молекул содержит данное по условию количество вещества?
4. Опишите положение элемента в периодической системе химических элементов;
5. Определите элементарный состав атома данного элемента.

Задача 8-4. «Растворы». К 12 г 10% раствора сульфата магния прилили 40 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 1 моль/л.

Задание:

1. Составьте уравнение происходящей реакции.
2. Определите, какое вещество выпадет в осадок.
3. Рассчитайте массу выпавшего осадка.

Задача 8-5. «Именная соль». Французский химик К.Л. Бертолле, изучая действие хлора на гидроксид калия в водном растворе, получил соль, названную впоследствии его именем. Как показал химический анализ, в составе этой соли оказался калий, хлор и кислород.

Задание:

1. Установите формулу соли, названной в честь К.Л. Бертолле, если массовая доля калия в соли составляет 31,8%, массовая доля хлора в соли – 29,0%. Укажите химическое название соли Бертолле;
2. Напишите уравнение реакции разложения этой соли, укажите условия протекания реакции;
3. Составьте уравнение получения соли Бертолле, если известно, что кроме нее в реакции получается хлорид калия и вода.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

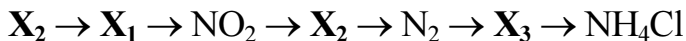
1. Не проявляют высшую валентность, равную номеру группы, элементы:
а) N и O; б) C и O; в) Br и Cl; г) Si и F.
2. Алюминий не взаимодействует с:
а) NaOH; б) ZnCl₂; в) Ag; г) Cl₂.
3. Одновременно в растворе не могут находиться ионы:
а) Fe³⁺ и S²⁻; б) Mg²⁺ и HCO₃⁻; в) Ba²⁺ и CH₃COO⁻; г) Pb²⁺ и NO₃⁻.
4. При термическом разложении какого соединения не образуется простого в-ва:
а) дихромата аммония; б) перманганата калия;
в) пероксида водорода; г) гидроксида алюминия.
5. Без видимых изменений раствор нитрата серебра взаимодействует с:
а) раствором поваренной соли; б) раствором каустической соды;
в) избытком раствора аммиака; г) раствором карбоната калия.
6. Для повышения выхода продукта реакции $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3 + \text{Q}$:
а) нужно увеличить температуру; б) можно повысить давление;
в) необходим катализатор; г) можно понизить давление.
7. Самое высокое содержание железа в руде:
а) сидерит; б) боксит; в) пирит; г) халькопирит.
8. Оксид, 5,60 г которого содержат 4,98 г металла, имеет формулу:
а) Cu₂O; б) CuO; в) Cu₂O₃; г) CuO₂.
9. Какую массу хлорида калия необходимо взять для приготовления 0,8 л раствора (плотность 1,1 г/см³) с массовой долей соли 16% (в граммах):
а) 281,6; б) 148,0; в) 160,0; г) 140,8.
10. Определите объем воздуха, израсходованного при полном сжигании пропена C₃H₆ объемом 6 л (при н. у.) (объемная доля кислорода в воздухе 20%):
а) 27 л; б) 135 л; в) 270 л; г) 175 л.

Задачи

Задача 9-1. К 12 г 10% раствора сульфата магния прилили 40 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 1 моль/л.

1. Составьте уравнение происходящей реакции.
2. Определите, какое вещество выпадет в осадок.
3. Рассчитайте массу выпавшего осадка.

Задача 9-2. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих следующей схеме:



Укажите условия протекания реакций. Определите неизвестные вещества, дайте им названия.

Задача 9-3. В закрытом сосуде при комнатной температуре (в присутствии катализатора) смешали 3 моль SO_2 и 4 моль H_2S . Считая протекающую между ними реакцию ($2H_2S + SO_2 = 3S \downarrow + 2H_2O$) элементарной, определите, как и во сколько раз изменится ее скорость к моменту, когда прореагирует 20% диоксида серы. Возможным изменением температуры в сосуде, а также влиянием образующихся продуктов на скорость реакции пренебречь.

Задача 9-4. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих приведенным уравнениям, где G_2 , J_2 , GJ_3 , B_2 , BG , B_2A_2 , A_2 , A_2J_2 , GJ , GA_2J_3 , GA_2 , BGA_2 , AJ_2 , AJ_3 , GJ_5 , BAJ , BJ – зашифрованные формулы реальных веществ, в которых каждой букве соответствует конкретный химический элемент:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1) $G_2 + 3J_2 = 2GJ_3$ | 5) $2GA_2 + B_2A_2 = 2BGA_2 + A_2$ |
| 2) $G_2 + B_2 = 2BG$ | 6) $2GJ_3 + AJ_2 = GAJ_3 + GJ_5$ |
| 3) $G_2 + B_2A_2 = A_2 + 2BG$ | 7) $2BAJ = A_2 + 2BJ$ |
| 4) $A_2J_2 + GJ = GA_2J_3$ | |

Логически обоснуйте Ваше решение (обосновать утверждение – значит привести те убедительные или достаточные основания или аргументы, в силу которых оно должно быть принято).

Задача 9-5. Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор и обоснование последовательности выполнения анализа с составлением поясняющей таблицы (аналитический эффект, характерные свойства некоторых осадков и т.д.), объяснение наблюдаемых явлений с написанием соответствующих уравнений реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

В Вашем распоряжении имеются: водяная баня, пробиркодержатель, капиллярные пипетки, стеклянные палочки, фильтровальная, белая и черная бумага, промывалка лабораторная с дистиллированной водой, штатив с 10 чистыми пробирками и штатив с 7 пронумерованными пробирками с разными веществами. В одной из пронумерованных пробирок находится дистиллированная вода, в шести других – водные растворы следующих веществ: HCl , $NaOH$, NH_4Cl , $Pb(NO_3)_2$ (разбавленные растворы), Na_2SO_4 , $AgNO_3$ (растворы достаточно высокой концентрации).

1. Не используя других реактивов и оборудования, установите, какие вещества находятся в каждой из пробирок.

2. Составьте поясняющую таблицу, укажите в ней аналитические эффекты и, при необходимости, характерные особенности некоторых осадков, которые

(особенности) помогут Вам идентифицировать неизвестные вещества в сомнительных случаях.

3. Напишите уравнения протекающих химических реакций.

4. Дополнительный вопрос. Предположим, что из всех пробирок Вам необходимо найти пробирку со щелочью. У Вас для этого есть 3 индикатора: фенолфталеин, метиловый оранжевый и универсальный. Выберите наиболее подходящий индикатор для проведения эксперимента, обоснуйте свой выбор и укажите его цвет в кислой, нейтральной и щелочной средах.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Наиболее прочная связь «водород – галоген» в соединении:

- а) HF; б) HCl; в) HBr; г) HI.

2. Оксид серы (IV) проявляет свойства окислителя в реакции с:

- а) бромной водой; б) гашеной известью;
в) сероводородом; г) азотной кислотой.

3. С каждым из перечисленных веществ: оксид калия, оксид водорода, пероксид натрия, – взаимодействует:

- а) CaO; б) SiO₂; в) Al₂O₃; г) CO₂.

4. Формула неядовитого вещества:

- а) H₂O₂; б) O₃; в) P₄; г) COCl₂.

5. К бесцветному раствору, содержащему катион _____ добавляли водный раствор аммиака по каплям. При этом выпал белый аморфный осадок, который растворился в избытке реагента. Какой катион содержался в растворе?

- а) Fe²⁺; б) Fe³⁺; в) Al³⁺; г) Zn²⁺.

6. Сумма коэффициентов в сокращенном ионном уравнении реакции, происходящей при взаимодействии растворов хлорида хрома (III) и карбоната натрия, равна:

- а) 12; б) 13; в) 14; г) 15.

7. Реакцией Вюрца не получают:

- а) дифенил; б) этан; в) бутан; г) изопрен.

8. Наиболее коптящим пламенем горит углеводород:

- а) метан; б) этен; в) ацетилен; г) бензол.

9. К 117 г 5%-ного раствора хлорида натрия прибавили 127,5 г 2%-ного раствора нитрата серебра. Определите массовую долю нитрата натрия в полученном растворе. а) 0,53%; б) 0,7%; в) 5,3%; г) 7,0%

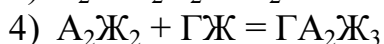
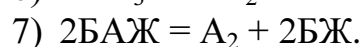
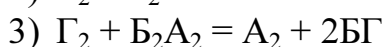
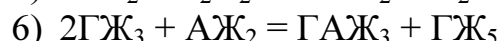
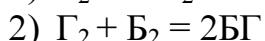
10. Качественная реакция на серную кислоту и сульфаты – это реакция с:

- а) растворимой солью калия; б) растворимой солью кальция;
в) растворимой солью бария; г) нерастворимым карбонатом.

Задачи

Задача 10-1. Газовая смесь, полученная при прокаливании 25,4 г смеси карбоната магния и нитрата серебра и оказавшаяся в 2,12 раза тяжелее неона, была пропущена через 160 г 7,5%-ного раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовые доли веществ в конечном растворе.

Задача 10-2. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих приведенным уравнениям, где Г₂, Ж₂, ГЖ₃, Б₂, БГ, Б₂А₂, А₂, А₂Ж₂, ГЖ, ГА₂Ж₃, ГА₂, БГА₂, АЖ₂, ГАЖ₃, ГЖ₅, БАЖ, БЖ – зашифрованные формулы реальных веществ, в которых каждой букве соответствует конкретный химический элемент:



Логически обоснуйте Ваше решение (обосновать утверждение – значит привести те убедительные или достаточные основания или аргументы, в силу которых оно должно быть принято).

Задача 10-3. Неизвестное вещество X представляет собой простейший представитель класса , у которого согласно теории Александра Михайловича

_____ (1) может быть структурный _____ (2) углеродного .

Если вещество X вступает в реакцию, названную в честь Михаила Ивановича _____ (3), при температуре 160–170°C с 10–20%-ным раствором азотной кислоты, то получается вторичный нитроалкан А, молекула которого имеет неразветвленное строение.

Если вещество X вступает в реакцию с жидким неметаллом В при УФ-облучении или при нагревании до 500°C, то происходит замещение по _____ (5) механизму, за исследование которого Николай Николаевич _____ (6) получил в 1956 году Нобелевскую премию по химии. Продукт этой реакции С может быть дегидрогалогенирован по правилу Александра Михайловича _____ (7), в результате получится вещество D, относящийся к

классу  и обесцвечивает водный раствор неметалла В. Бесцветное вещество Е, получающееся при взаимодействии D и В (в растворе) также можно дегидрогалогенировать с образованием важнейшего мономера F, за синтез которого из этилового спирта Сергей Васильевич _____ (8) заслужил почет, уважение и денежную премию!

Исходное вещество X может быть окислено до вещества G, используемого в кулинарии в качестве консерванта и вступающего в реакцию с пищевой содой (гашение). Органический продукт H, получающийся в реакции гашения соды,

может привести к двум представителям класса  – I и J, являющихся по отношению друг к другу и веществу X _____ (9).

Вещество I получается в результате реакции Дюма при прокаливании твердого вещества H с едким натром.

Вещество J – продукт синтеза Кольбе, протекающего в водном растворе вещества H при постоянном .

1. Вставьте пропущенные слова (1)-(9).

2. Определите органические вещества X, А, С-J.

3. Запишите уравнения всех описанных реакций.

Задача 10-4. В реакторе с рабочим объёмом 190000,00 л при температуре 450°C и давлении 250 атм находятся 47459,34 л азота и 142540,66 л водорода. Какое давление установится в реакторе с течением времени при 25°C, если количество азота в конечной смеси относительно исходной сократилось наполовину?

Задача 10-5. Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор и обоснование последовательности выполнения анализа с составлением поясняющей таблицы (аналитический эффект, характерные свойства некоторых осадков и т.д.), объяснение наблюдаемых явлений с написанием соответствующих уравнений реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

В Вашем распоряжении имеются: водяная баня, пробиркодержатель, капиллярные пипетки, стеклянные палочки, фильтровальная, белая и черная бумага, промывалка лабораторная с дистиллированной водой, штатив с 10 чистыми пробирками и штатив с 7 пронумерованными пробирками с разными веществами. В одной из пронумерованных пробирок находится дистиллированная вода, в шести других – водные растворы следующих веществ: HCl , NaOH , NH_4Cl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (разбавленные растворы), Na_2SO_4 , AgNO_3 (растворы достаточно высокой концентрации).

1. Не используя других реактивов и оборудования, установите, какие вещества находятся в каждой из пробирок.

2. Составьте поясняющую таблицу, укажите в ней аналитические эффекты и, при необходимости, характерные особенности некоторых осадков, которые (особенности) помогут Вам идентифицировать неизвестные вещества в сомнительных случаях.

3. Напишите уравнения протекающих химических реакций.

4. Дополнительный вопрос. Предположим, что из всех пробирок Вам необходимо найти пробирку со щелочью. У Вас для этого есть 3 индикатора: фенолфталеин, метиловый оранжевый и универсальный. Выберите наиболее подходящий индикатор для проведения эксперимента, обоснуйте свой выбор и укажите его цвет в кислой, нейтральной и щелочной средах.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Веществом с атомной кристаллической решеткой является:

- а) карборунд; б) фенол; в) силан; г) фенолят натрия.

2. Электролизом в водном растворе нельзя получить:

- а) медь; б) свинец; в) алюминий; г) хлор.

3. Появление зеленого налета на бронзовых памятниках – признак реакции:

- а) коррозии; б) разложения; в) восстановления; г) нейтрализации.

4. В производстве серной кислоты контактным способом отсутствует аппарат:

- а) электрофильтр; б) печь кипящего слоя;
в) сушильная башня; г) окислительная башня.

5. Лакмус имеет красную окраску в растворе:

- а) SO_2 ; б) KCl ; в) Rb_2SO_3 ; г) CuS .

6. По ионному механизму происходит реакция бензола с:

- а) бромом (в присутствии FeBr_3) и нитрующей смесью;
б) кислородом и серной кислотой;
в) хлором (на свету) и водородом;
г) оксидом азота (IV) и водой.

7. Глицин вступает в реакцию с каждым из двух веществ:

- а) кислород и хлорид натрия; б) аланин и бензол;
в) гидроксид натрия и соляная кислота; г) медь и оксид меди (II).

8. Углеводород, содержащий 85,7% углерода, плотность которого составляет 1,25 г/дм³, относится к классу

- а) алканов; б) алкенов; в) аренов; г) циклоалканов.

9. Углеводород из задания №8 нельзя получить реакцией:

- а) дегидратации спирта; б) дегалогенирования дигалогеналкана;
в) реакцией Зелинского; г) дегидрированием алкана.

10. Оксид, образовавшийся при сжигании 18,6 г фосфора в 44,8 л кислорода (при н.у.) растворили в 100 см³ дистиллированной воды. Рассчитайте массовую долю ортофосфорной кислоты в полученном растворе.

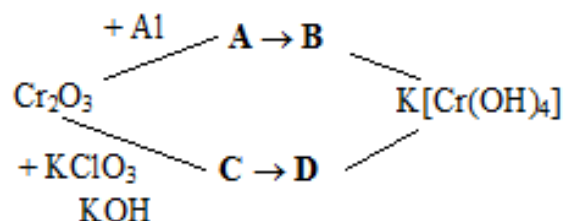
- а) 41,23%; б) 24,15%; в) 6%; г) 18,55%.

Задачи

Задача 11-1. Нагревание сложного эфира с 80%-ной серной кислотой, привело к образованию смеси газов. Установите строение сложного эфира, если после пропускания газовой смеси через избыток бромной воды её объем уменьшился в два раза, а плотность в полтора раза. Все указанные реакции протекают стехиометрично.

Задача 11-2. Напишите уравнения шести реакций, соответствующих следующей схеме превращений:

Определите вещества А – D и укажите условия протекания реакций.



Задача 11-3. Напишите структурные формулы веществ, удовлетворяющих следующей последовательности превращений, назовите эти вещества по систематической номенклатуре и приведите уравнения реакций:



Задача 11-4. В реакторе с рабочим объёмом 190000,00 л при температуре 450°C и давлении 250 атм находятся 47459,34 л азота и 142540,66 л водорода. Какое давление установится в реакторе с течением времени при 25°C, если количество азота в конечной смеси относительно исходной сократилось наполовину?

Задача 11-5. Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор и обоснование последовательности выполнения анализа с проведением всех необходимых расчетов, объяснение наблюдаемых явлений, написание уравнений протекающих реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

В Вашем распоряжении 10%-ный раствор уксусной кислоты ($\rho=1,0125$), стандартный 0,1000 М раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода и набор индикаторов: метиловый оранжевый ($\Delta \text{pH } 3,1-4,4$), лакмус ($\Delta \text{pH } 5,0-8,0$) и фенолфталеин ($\Delta \text{pH } 8,2-9,8$). Вам необходимо приготовить 100,0 мл ~ 0,1 М уксусной кислоты и установить его точную концентрацию.

1. Предложите план и методику выполнения эксперимента с проведением всех необходимых расчетов и написанием уравнения протекающей реакции.

2. Приведите перечень необходимой для проведения анализа посуды.

3. Выберите подходящий на Ваш взгляд индикатор, обоснуйте свой выбор, укажите цвет индикатора в конечной точке титрования (КТТ).

4. Поясните, что такое ΔpH кислотно-основного индикатора.

5. Конечная точка титрования (КТТ) и точка эквивалентности (ТЭ) в титриметрическом анализе – это синонимы? Если «нет», то укажите различие.

Рекомендации к решению и оценке

Приводимые в настоящем пособии варианты решений задач не являются единственными, и учащиеся вовсе не обязаны решать задачи предложенными в брошюре способами, а имеют право выбрать свой оригинальный метод решения. Если предложенный учеником вариант решения логически верен и приводит к правильным результатам, то он должен быть оценен максимальным числом баллов, указанным в пособии!

ВОСЬМОЙ КЛАСС

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	б	в	г	г	г	б	а	в	б	а

За каждый правильный ответ

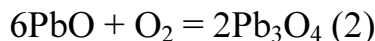
– 2 балла

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов

Задача 8-1. Рекомендации к решению и оценке:

1. Уравнения реакций:



2. Названия образующихся веществ:

- PbO – оксид свинца (II);

- CO₂ – оксид углерода (IV), углекислый газ, диоксид углерода;

- H₂O – оксид водорода, вода

3. Расчет:

1) Молярная масса свинцовых белил равна: $207 \cdot 3 + 12 \cdot 2 + 16 \cdot 8 + 1 \cdot 2 = 775$ г/моль, молярная масса свинцового сурика равна: $207 \cdot 3 + 16 \cdot 4 = 685$ г/моль;

2) Составим соотношение:

$\nu(\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3) : \nu(\text{PbO})$ по уравнению 1 как 1 : 3;

$\nu(\text{PbO}) : \nu(\text{Pb}_3\text{O}_4)$ по уравнению 2 как 3:1;

т.е. $\nu(\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3) : \nu(\text{Pb}_3\text{O}_4)$ как 1:1;

3) Рассчитаем количество свинцовых белил по формуле:

$$\nu = \frac{m}{M}; \text{ отсюда } \nu(\text{свинцовых белил}) = \frac{1000}{775} = 1,29 \text{ моль};$$

4) Рассчитаем массу свинцового сурика:

$$m = \nu \cdot M = 1,29 \cdot 685 = 883,65 \text{ грамма}.$$

За составление уравнений реакций по 5 баллов за каждое, всего

– 10 баллов

За названия веществ по 1 баллу за каждое правильное, всего

– 3 балла

За расчеты

– 7 баллов

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-2. Рекомендации к решению и оценке:

1. Для получения кислорода можно использовать прибор, изображенный на рис. 1.

Уравнение реакции: $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$

Вещества: KMnO₄ – перманганат калия,

K₂MnO₄ – манганат калия,

MnO₂ – оксид марганца (IV), диоксид марганца,

O₂ – молекулярный кислород, кислород,

тип реакции – разложение.

2. На рисунке изображены: пробирка, газоотводная трубка, цилиндр, кристаллизатор, спиртовка, штатив;

3. Расчет:

1) Молярная масса перманганата калия равна: $39 + 55 + 16 \cdot 4 = 158$ г/моль.

Рассчитаем количество перманганата калия, данное по условию задачи, по формуле:

$$\nu = \frac{m}{M}; \text{ отсюда } \nu(KMnO_4) = \frac{100}{158} = 0,63 \text{ моль};$$

2) Соотношение: $\nu(KMnO_4) : \nu(O_2)$ как 2 : 1,

отсюда, количество выделившегося кислорода будет составлять – $\frac{0,63}{2} = 0,315$ моль,

а объем выделившегося кислорода равен – $0,315 \cdot 22,4 = 7,056$ литра

За правильный выбор рисунка – 2 балла

За уравнение реакции – 3 балла

За указание типа реакции – 2 балла

За названия веществ по 1 баллу за каждое, всего – 4 балла

За название оборудования по 1 баллу за каждое, всего – 6 баллов

За расчеты – 3 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 8-3. Рекомендации к решению и оценке:

1. Расчет:

1) Рассчитаем относительную атомную массу элемента по формуле:

$$\nu(\text{простого вещества}) = \frac{m}{n \cdot A_r} \Rightarrow A_r = \frac{m}{n \cdot \nu} = \frac{208}{2 \cdot 6,5} = 16;$$

рассчитанное значение относительной атомной массы соответствует элементу – кислород; элемент кислород образует двухатомную молекулу – O_2 , молекулярный кислород;

2) Абсолютную массу атома кислорода рассчитаем по формуле:

$$A_r = \frac{m_{\text{атома}}}{a.e.m.} \Rightarrow m_{\text{атома}} = A_r \cdot a.e.m. = 16 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 26,56 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

3) Для расчета количества молекул кислорода используем формулу:

$$N = \nu \cdot N_A = 6,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул} = 39,13 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

4) Элемент кислород расположен во втором малом периоде; шестой группе, главной подгруппе;

5) В состав атома кислорода входит: 8 электронов, в ядре – 8 протонов и 8 нейтронов.

За расчет относительно атомной массы и определение элемента – 4 балла

За формулу и название простого вещества – 2 балла

За расчет абсолютной массы атома азота – 3 балла

За расчет числа молекул – 3 балла

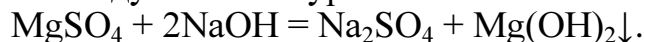
За указание положения азота в периодической системе – 3 балла

За определение состава атома – 5 баллов

Максимальное число баллов за задачу 20 баллов

Задача 8-4. Рекомендации к решению и оценке:

1. Вещества реагируют между собой по уравнению:



2. В осадок выпадает гидроксид магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

3. Расчет.

1) Рассчитаем количество сульфата магния: $\nu(\text{MgSO}_4) = m / M$. Поскольку в условии задачи дана масса раствора (а не вещества), из формулы $\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}}$ выразим и рассчитаем массу растворенного вещества: $m(\text{MgSO}_4) = 0,1 \cdot 12 = 1,2$ (г). Следовательно, $\nu(\text{MgSO}_4) = 1,2 / 120 = 0,01$ (моль).

2) Рассчитаем количество щелочи: $\nu(\text{NaOH}) = C \cdot V = 1 \cdot 0,04 = 0,04$ (моль).

3) Из результатов расчета и уравнения реакции следует, что сульфат магния дан в недостатке и прореагирует полностью. Таким образом, расчет массы выпавшего осадка следует вести по сульфату магния.

4) Рассчитаем массу выпавшего осадка. Из уравнения реакции следует, что $\nu(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \nu(\text{MgSO}_4)$. Следовательно, $\nu(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,01$ моль, а масса осадка $m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \nu \cdot M = 0,01 \cdot 58 = 0,58$ (г).

За уравнение реакции

– 2 балла

За определение вещества, выпавшего в осадок

– 2 балла

За расчет количеств веществ в растворах

– 8 баллов

За определение вещества, находящегося в недостатке

– 4 балла

За расчет массы осадка

– 4 балла

Максимальное число баллов за задачу

20 баллов

Задача 8-5. Рекомендации к решению и оценке:

1. Расчет:

1) Определим массовую долю кислорода в составе соли. Она буде равна:

$$\omega(\text{O}) = 100 - (31,8 + 29,0) = 39,2\%$$

2) Для составления формулы определим количество атомов каждого элемента в веществе:

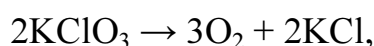
$$n(\text{K}) : n(\text{Cl}) : n(\text{O}) = \omega(\text{K})/A_r(\text{K}) : \omega(\text{Cl})/A_r(\text{Cl}) : \omega(\text{O})/A_r(\text{O});$$

$$n(\text{K}) : n(\text{Cl}) : n(\text{O}) = 0,318/39 : 0,29/35,5 : 0,392/16 = 0,00815 : 0,00817 : 0,0245;$$

$$n(\text{K}) : n(\text{Cl}) : n(\text{O}) = 1 : 1 : 3;$$

3) Формула соли – KClO_3 . Название – хлорат калия;

2. Уравнение реакции:



условия реакции – нагревание и катализатор – MnO_2 .

Разложение хлората калия при нагревании без участия катализатора может идти по другому пути:



3. Уравнение реакции получения соли Бертолле:



За расчет, определение формулы соли и название

– 10 баллов

За уравнение реакции разложения бертоллевой соли с указанием условий

– 5 баллов

За составление уравнения реакции получения бертоллевой соли

– 5 баллов

Максимальное число баллов за задачу

20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 8 класса – 120 баллов

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	а	в	а	г	в	б	а	а	г	б

За каждый правильный ответ

– 2 балла

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов

Задача 9-1. Рекомендации к решению и оценке:

См. решение задачи 8-4.

Максимальное число баллов за задачу

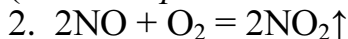
20 баллов

Задача 9-2. Рекомендации к решению и оценке:

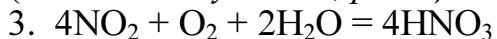
Один из возможных вариантов решения.



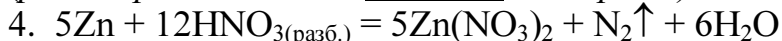
(кислота разбавленная – 25-30%, горячая)



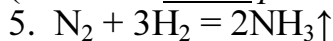
(комнатные условия, реакция протекает очень быстро)



(растворение в воде в избытке кислорода)



(кислота очень разбавленная – 10%)



(высокая температура – 500°C, давление – 350 атм., катализатор – Fe, Pt)



(комнатные условия, исходные продукты газообразные)

Соединения: X_1 – NO (оксид азота (II)), X_2 – HNO₃ (азотная кислота), X_3 – NH₃ (аммиак).

За уравнения реакций по 2 балла, всего

– 12 баллов

(без коэффициентов – по 0,5 балла)

За указание условий в реакциях №№ 1-4 и № 6 по 0,5 балла, всего

– 2,5 балла

За указание условий в реакции № 5

– 1 балл

За определение соединений X_1 , X_2 и X_3 , по 1,5 балла, всего

– 4,5 балла

Максимальное число баллов за задачу

20 баллов

Задача 9-3. Рекомендации к решению и оценке:

1. Запишем кинетическое уравнение для данной реакции:

$$v = k \cdot C^2(\text{H}_2\text{S}) \cdot C(\text{SO}_2).$$

Чтобы сравнить скорости в разные моменты времени, необходимо знать концентрации реагирующих веществ в эти моменты времени.

2. Для начального момента известны количества реагирующих веществ. Считая объем системы равным V , можем выразить начальную скорость реакции

$$v_0 = k \cdot (4/V)^2 \cdot (3/V).$$

3. Определим количества оставшихся в системе SO₂ и H₂S к моменту, когда прореагирует 20% диоксида серы:

1) количество прореагировавшего диоксида серы $v_{\text{прореаг.}}(\text{SO}_2) = 3 \cdot 0,2 = 0,6$ (моль); в системе осталось $v_{\text{ост.}}(\text{SO}_2) = 3 - 0,6 = 2,4$ (моль);

2) согласно уравнению реакции, сероводорода расходуется в 2 раза больше, чем оксида серы (IV), т.е. $v_{\text{прореаг.}}(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 0,6 = 1,2$ (моль); значит, сероводорода в системе осталось $v_{\text{ост.}}(\text{H}_2\text{S}) = 4 - 1,2 = 2,8$ (моль).

4. Скорость реакции в данный момент времени будет равна:

$v = k \cdot (2,8/V)^2 \cdot (2,4/V)$; следовательно, скорость уменьшилась.

5. Чтобы определить, во сколько раз уменьшилась скорость реакции, нужно найти отношение скоростей:

$$v_0 / v = k \cdot (4/V)^2 \cdot (3/V) / k \cdot (2,8/V)^2 \cdot (2,4/V); \text{ отсюда } v_0 / v = 48 / 18,8 = 2,6 \text{ (раза)}$$

За определение скорости реакции в начальный момент времени – 4 балла

За определение прореагировавших количеств в-в, по 2 балла, всего – 4 балла

За определение оставшихся в системе количеств в-в, по 2 балла, всего – 4 балла

За определение скорости реакции в данный момент времени – 3 балла

За вывод, что скорость уменьшится – 2 балла

За расчет отношения скоростей – 3 балла

Максимальное число баллов за задачу 20 баллов

Задача 9-4. Рекомендации к решению и оценке:

Решение данной задачи может быть построено на определении степени окисления элементов, входящих в состав веществ, общие формулы которых приведены в условии задания.

1. Очевидно, что элемент, зашифрованный символом Ж, проявляет в данных веществах только одну степень окисления, равную (-1) , т.е. обладает самой высокой электроотрицательностью из приведённых элементов.

2. Элемент Б проявляет только одну степень окисления, равную $(+1)$, т.е. обладает самой низкой электроотрицательностью из приведённых элементов.

3. Элемент А проявляет степень окисления, равную $(+1)$, и (-1) в B_2A_2 , а, следовательно, это кислород, т.к. степень окисления элемента Э (-1) в соединениях типа $X_2Э_2$ присуща только пероксидам и персульфидам, но степень окисления $(+1)$ не типична для серы.

4. Тогда элемент Б — это водород, а элемент Ж — это фтор, т.к. его электроотрицательность больше, чем у кислорода.

5. Элемент Г проявляет в данных веществах степень окисления, равную $(+1; +3; +4; +5; -1)$, и это хлор, т.к. формально возможные варианты (Br и, отчасти, I) в виде простых веществ не могут окислять пероксид водорода, зашифрованный символами B_2A_2 .

Также при решении данной задачи можно исходить из интуитивного предположения:

6. Соединение с общей формулой B_2A_2 или $A_2Ж_2$ аналогично по составу пероксиду водорода H_2O_2 , но вещество, зашифрованное символами $A_2Ж_2$, пероксидом водорода быть не может по условию, т.к. в этом случае вещество не может иметь состав $AЖ_2$.

7. Тогда элемент Б — это водород, а элемент А — это кислород.

8. Следовательно, единственным возможным вариантом вещества с формулой $A_2Ж_2$ является дифторид диоксида O_2F_2 , а вещество с формулой, зашифрованной символами $AЖ_2$, — дифторид кислорода OF_2 .

9. Расшифровав все элементы, кроме Г, и подставив их в предложенные формулы веществ, легко определить и его — это Cl, т.к. похожие варианты (бром и иод) в виде простых веществ не могут окислять пероксид водорода.

За утверждение, что элемент Ж является наиболее электроотрицательным и проявляет степень окисления (-1) – 1 балл

За утверждение, что элемент Б является наименее электроотрицательным и проявляет степень окисления $(+1)$ – 1 балл

За утверждение, что элемент А проявляет степень окисления $(+1)$ и $A_2(-1)$, а, следовательно, это кислород – 3 балла

За утверждение, что элемент Ж — это фтор - 1 балл
 За утверждение, что элемент Г проявляет степени окисления (+1; +3; +4; +5; -1) и является хлором - 3 балла
 За утверждение, что элемент Б является водородом - 1 балл
 За определение формулы пероксида водорода H_2O_2 - 2 балла
 За определение формулы дифторида диоксида O_2F_2 - 3 балла
 За определение формулы хлора Cl_2 - 1,5 балла
 За написание уравнений реакций:
 $Cl_2 + 3F_2 = 2ClF_3$ $ClO_2 + H_2O_2 = 2HClO_2 + O_2$
 $Cl_2 + H_2 = 2HCl$ $ClF_3 + OF_2 = ClOF_3 + ClF_5$
 $Cl_2 + H_2O_2 = O_2 + 2HCl$ $2HOF = O_2 + 2HF$
 $O_2F_2 + ClF = ClO_2F_3$
 по 0,5 балла за каждое уравнение, всего - 3,5 балла

Максимальное число баллов за задачу - 20 баллов

Задача 9-5. Рекомендации к решению и оценке:

1. Все растворы бесцветны и не имеют запаха, поэтому по внешнему виду их определить невозможно.
2. Составляем таблицу парных смешений, указываем в ней аналитические эффекты, отмечаем характерные особенности некоторых осадков:

В-ва	HCl	NaOH	Na ₂ SO ₄	NH ₄ Cl	Pb(NO ₃) ₂	AgNO ₃	H ₂ O
HCl	X	-	-	-	б. ↓ р. при t	б. ↓	-
NaOH	-	X	-	t б.ц. ↑ запах	б. ↓	т. кор. ↓	-
Na ₂ SO ₄	-	-	X	-	б. ↓	б. ↓, из р-ров дост. высокой конц.	-
NH ₄ Cl	-	t б.ц. ↑ запах	-	X	б. ↓ р. при t	б. ↓	-
Pb(NO ₃) ₂	б. ↓ р. при t	б. ↓	б. ↓	б. ↓ р. при t	X	-	-
AgNO ₃	б. ↓	т. кор. ↓	б. ↓ из р-ров дост. высокой конц.	б. ↓	-	X	-
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	X

Условные обозначения: ↓ — осадок; ↑ — газ; б. — белый; т. кор. — темно-коричневый; б. ц. — бесцветный; р. — растворяющийся; t — нагревание; дост. — достаточно; конц. — концентрация.

3. Попарное сливание растворов друг с другом позволяет наблюдать определенный набор аналитических эффектов (см. таблицу), по которым можно однозначно установить следующие вещества:

H₂O — видимых аналитических эффектов нет;

NaOH — белый и темно-коричневый осадки; при нагревании раствора ощущается специфический запах аммиака;

NH₄Cl — запах аммиака (при нагревании раствора) и 2 белых осадка, один из них растворяется в горячей воде;

Pb(NO₃)₂ — 4 белых осадка (два из них растворяется в горячей воде);

AgNO₃ — 3 белых и один темно-коричневый осадок.

4. Различить пробирки с **HCl** и **Na₂SO₄** можно по следующим характерным признакам (см. таблицу):

1) растворимость PbCl_2 в горячей воде значительно повышается (осадок растворяется);

2) осадок Ag_2SO_4 выпадает и становится заметным только при использовании растворов достаточно высокой концентрации.

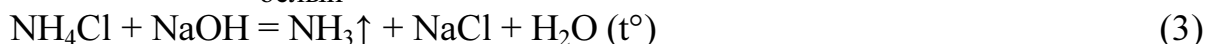
5. Запишем уравнения протекающих реакций, отметив при этом аналитические эффекты и характерные свойства некоторых осадков, необходимые для их идентификации: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \text{PbCl}_2\downarrow + 2\text{HNO}_3$ (1)

белый

Осадок хлорида свинца растворяется при нагревании (1a)



белый

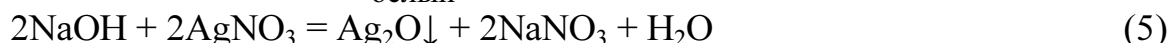


бесцветный

с характерным запахом



белый



темно-коричневый



белый

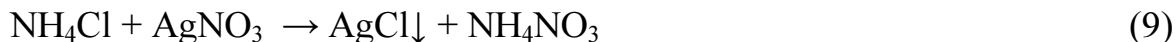


белый

Осадок сульфата серебра выпадает только из достаточно концентрированных растворов (7a)



белый



белый

6. Ответ на дополнительный вопрос: В данной ситуации наиболее подходящим является универсальный индикатор, имеющий цветную pH-шкалу. Можно воспользоваться также фенолфталеином (pT 9). А вот метиловый оранжевый лучше приберечь для другого случая: переход окраски индикатора (pT) лежит в довольно кислой среде (pH 4), что может ввести экспериментатора в заблуждение.

Цвет индикаторов в различных средах:

Индикатор	Среда		
	Кислая	нейтральная	щелочная
Фенолфталеин	Бесцветный	Бесцветный	Малиновый
Метиловый оранжевый	Красный	Оранжевый	Желтый
Универсальный	От желтого до малинового	Желто-зеленый	От зеленого до синего

За утверждение, что пробирки по внешнему виду

различить невозможно

– 1 балл

За составление таблицы парных смешений и указание

аналитических признаков – по 1 баллу, всего

– 7 баллов

За указание характерных свойств осадков, необходимых для их идентификации

(1a, 7a) (в таблице или отдельно), по 0,5 балла, всего

– 1 балл

За написание уравнений реакций по 0,5 балла, всего

– 4,5 балла

(без коэффициентов – по 0,3 балла)

За анализ таблицы, обоснование и установление 5 веществ

(H_2O , NaOH , NH_4Cl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3) по 0,5 балла, всего

– 2,5 балла

За обоснование HCl и Na_2SO_4 по 1 баллу, всего

– 2 балла

За ответ на дополнительный вопрос

– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 9 класса – 120 баллов

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Ключ к тесту

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	а	в	г	а	г	б	г	г	а	в

За каждый правильный ответ

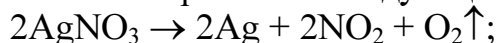
– 2 балла

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов

Задача 10-1. Рекомендации к решению и оценке:

1. При прокаливании смеси солей протекают следующие химические реакции:



Пусть количество нитрата серебра в исходной смеси x моль, а количество карбоната магния – y моль. Тогда по уравнениям реакций $\nu(\text{NO}_2) = x$ моль, $\nu(\text{O}_2) = 0,5x$ моль, а $\nu(\text{CO}_2) = y$ моль. Суммарные количество и масса газов:

$$\nu(\text{газов}) = 1,5x + y;$$

$$m(\text{газов}) = 46x + 0,5 \cdot 32x + 44y = 62x + 44y.$$

По условию, молярная масса смеси газов больше молярной массы неона в 2,12 раза, тогда

$$1,5x + y = (62x + 44y) / 20 \cdot 2,12;$$

$$42,4 \cdot (1,5x + y) = 62x + 44y;$$

$$63,6x + 42,4y = 62x + 44y;$$

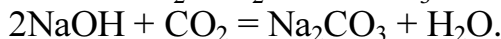
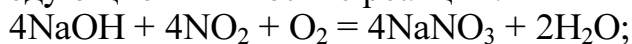
$$63,6x - 62x = 44y - 42,4y;$$

$$1,6x = 1,6y.$$

Следовательно, $x = y$;

$$m(\text{исх. смеси}) = 170x + 84y = 25,4, \text{ отсюда } x = y = 0,1 \text{ (моль)}.$$

2. При пропускании газовой смеси, состоящей из 0,1 моль NO_2 , 0,05 моль O_2 и 0,1 моль CO_2 , через 160 г раствора, содержащего $\nu(\text{NaOH}) = 160 \cdot 0,075/40 = 0,3$ (моль), происходят следующие химические реакции:



По уравнениям реакций $\nu(\text{NO}_2) = \nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaNO}_3) = 0,1$ (моль), $\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1$ моль;

$$m(\text{NaNO}_3) = 0,1 \cdot 85 = 8,5 \text{ (г)};$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 \cdot 106 = 10,6 \text{ (г)};$$

$$\text{масса конечного раствора: } m(\text{р-ра}) = 160 + 0,1 \cdot 46 + 0,025 \cdot 32 + 0,1 \cdot 44 = 169,8(\text{г}),$$

$$\text{следовательно } \omega(\text{NaNO}_3) = 8,5/169,8 = 0,05 \text{ (5\%)};$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10,6/169,8 = 0,062 \text{ (6,2\%)}.$$

За расчет состава газовой смеси

– 6 баллов

За определение массы солей в конечном растворе по 2 балла, всего

– 4 балла

За определение массовой доли солей по 1 баллу, всего

– 2 балла

За уравнения реакций по 2 балла, всего

– 8 баллов в

Максимальное число баллов за задачу

20 баллов

Задача 10-2. Рекомендации к решению и оценке:

См. решение задачи 9-4.

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 10-3. Рекомендации к решению и оценке:

1. (1) – Бутлерова, (2) – изомер, (3) – Коновалова, (4) – свободно-радикальному (радикальному), (5) – Семенов, (6) – Зайцева, (8) – Лебедев, (9) – гомологами [слова приведены с учетом падежных окончаний].

2. Исходным веществом X является простейший алкан (парафин), у которого может быть изомер углеродного скелета. Следовательно, X – это бутан C₄H₁₀.

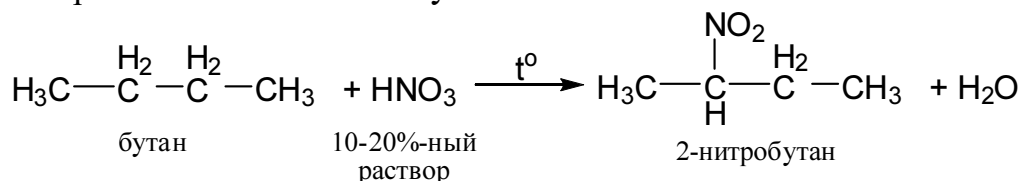
Органические вещества:

A – 2-нитробутан; C – 2-бромбутан; D – бутен-2;
 E – 2,3-дибромбутан; F – бутadiен-1,3; G – этановая кислота;
 H – ацетат натрия; I – метан; J – этан.

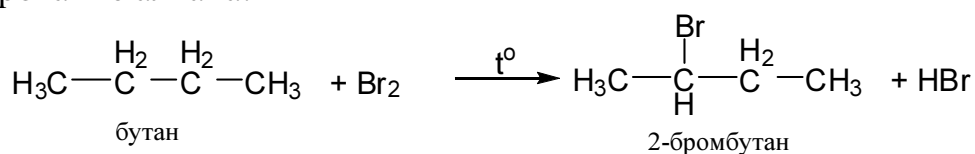
Определение неорганического вещества B – брома – не оценивается.

3. Уравнения химических реакций

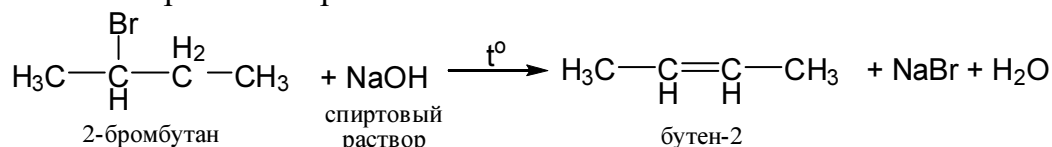
– реакция нитрования по Коновалову:



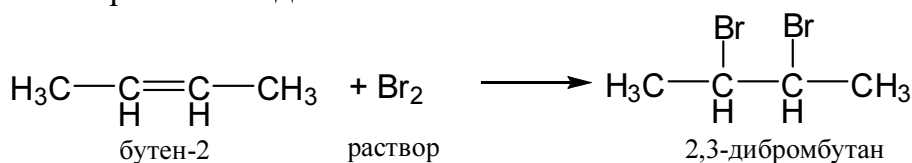
– галогенирование алкана:



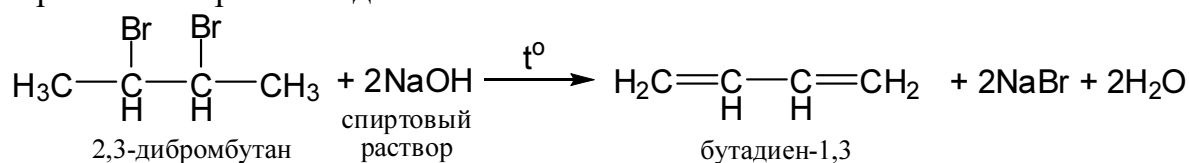
– дегидрогалогенирование бромалкана:



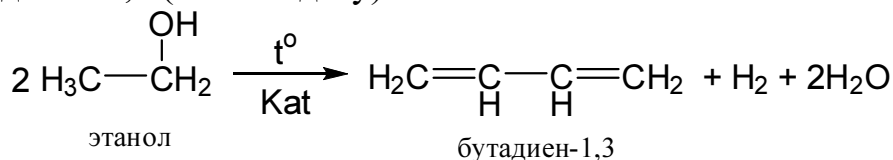
– обесцвечивание бромной воды:



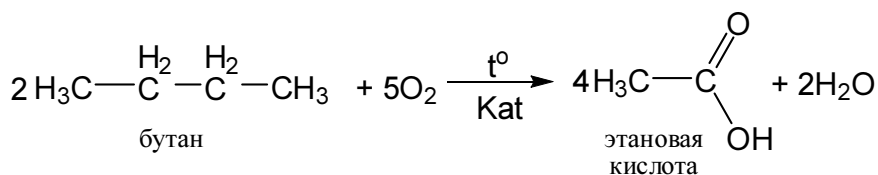
– дегидрогалогенирование дигалогеноалкана:



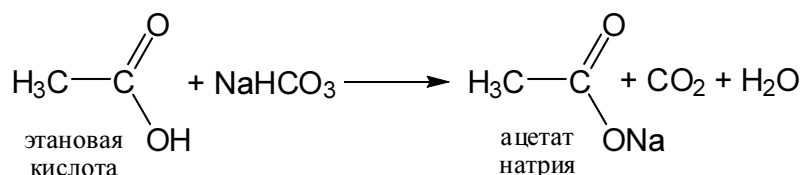
– синтез бутадиена-1,3 (по Лебедеву):



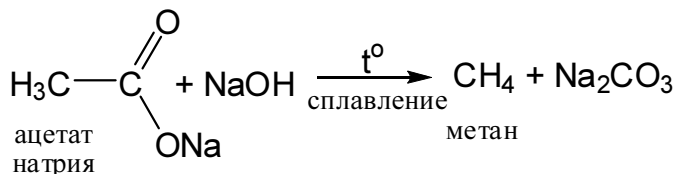
– окисление алкана:



– гашение соды:

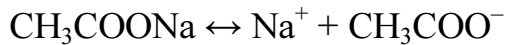


– реакция Дюма:



– синтез Кольбе.

В растворе ацетат натрия диссоциирует:



При действии постоянного электрического тока на электродах происходят следующие процессы:

– на катоде $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ (в прикатодном пространстве образуется щелочь NaOH)

$$\text{— на аноде} \quad 2\text{CH}_3\text{COO}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_3 + 2\text{CO}_2$$

Суммарное уравнение реакции:



За каждое верное слово (1)-(9) – по 0,5 балла, всего

4,5 балла

За определение всех органических веществ X, A, C-J – по 0,5 балла, всего – 5 баллов

За каждое верное уравнение – по 1 баллу,

за уравнение синтеза Кольбе – 1,5 балла, всего

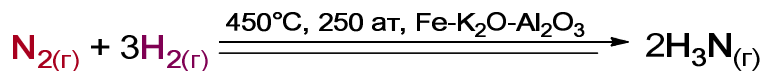
— 10,5 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 10-4. Рекомендации к решению и оценке:

1. Решение данной задачи должно быть построено по уравнению реакции синтеза аммиака:



2. Для этого данные в условии задачи величины для азота и водорода нужно перевести в количества, используя уравнение Менделеева — Клапейрона:

$$n(N_2) = p \cdot V / R \cdot T; 250 \cdot 101325 \text{ Па} \cdot 47459,34 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot (450 + 273) \text{ К} = 200000,00 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}_2) = p \cdot V / R \cdot T; 250 \cdot 101325 \text{ Па} \cdot 142540,66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot (450 + 273) \text{ К} = 600685,39 \text{ моль}.$$

Возможно использование уравнений газовых законов Гей-Люссака или Бойля — Мариотта.

3. Затем по условию задачи нужно определить количество остаточного азота: $n(\text{N}_2) = 200000 \text{ моль} / 2 = 100000 \text{ моль}$; количество прореагировавшего азота также составит 100000 моль, а количество прореагировавшего водорода по уравнению синтеза аммиака составит: $100000 \text{ моль} \cdot 3 = 300000 \text{ моль}$.

4. Тогда количество остаточного водорода в реакторе составит:

$$n(\text{H}_2) = 600685,39 \text{ моль} - 300000 \text{ моль} = 300685,39 \text{ моль}$$

5. Так как аммиак при повышенном давлении легко сжижается и не оказывает влияния на давление внутри реактора, при оценке давления в реакторе количеством аммиака можно пренебречь, а остаточные количества азота и водорода создадут давление при данной температуре согласно уравнению Клапейрона — Менделеева: $p = n \cdot R \cdot T / V$;
 $(100000,00 + 300685,39) \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot 298 \text{ К} / 190000,00 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 =$
 $5224878,4 \text{ Па}$, или $5224878,4 / 101325 = 51,565 \text{ атм}$.

За составленное уравнение реакции синтеза аммиака	- 1 балл
За найденное исходное количество азота	- 4 балла
За найденное исходное количество водорода	- 4 балла
За найденное конечное количество азота	- 2 балла
За найденное конечное количество водорода	- 3 балла
За определение конечного давления в колонне синтеза	- 6 баллов
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

Задача 10-5. Рекомендации к решению и оценке:

См. решение задачи 9-5.

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 10 класса – 120 баллов

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Ключ к тесту

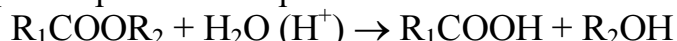
Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	а	в	а	г	а	а	в	б	в	а

За каждый правильный ответ – 2 балла

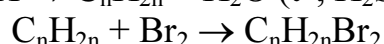
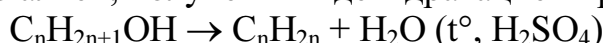
Максимальное число баллов за тест – 20 баллов

Задача 11-1. Рекомендации к решению и оценке:

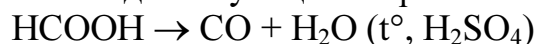
1. При нагревании сложного эфира с серной кислотой протекает кислотный гидролиз сложного эфира с образованием равных количеств кислоты и спирта:



Очевидно, что полученные спирт и кислота взаимодействуют с концентрированной серной кислотой при нагревании, превращаясь в газообразные продукты. В этом случае газы также образуются в равных количествах, и только один из них будет реагировать с бромом, что приведет к уменьшению объема смеси вдвое при пропускании через бромную воду. Таким образом, делаем предположение, что один из газов – это алкен, полученный дегидратацией предельного спирта.



Именно алкен будет реагировать с бромной водой, образуя дибромалкан. Тогда второй газ должен образоваться только из кислоты. Такое возможно только в одном случае – если эфир был образован муравьиной кислотой, и тогда выделяющийся газ – это CO, не взаимодействующий с бромной водой.



Поскольку плотность непоглощенного газа в 1,5 раза меньше, чем плотность смеси, тогда средняя молярная масса смеси равна:

$$M_{cp.}(газов) = M(CO) \cdot 1,5 = 28 \cdot 1,5 = 42 \text{ (г/моль)}$$

Тогда, $14n \cdot 0,5 + 28 \cdot 0,5 = 42$, отсюда $n = 4$.

Искомая формула эфира $HCOOC_4H_9$

За установление состава газовой смеси – 6 баллов

За определение средней молярной массы газовой смеси – 3 балла

За установление молекулярной формулы – 1 балл

За установление структуры сложного эфира – 2 балла

За уравнения реакций по 2 балла, всего – 8 баллов

Максимальное число баллов за задачу 20 баллов

Задача 11-2. Рекомендации к решению и оценке:

Один из возможных вариантов решения.

- $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr} \text{ (t}^\circ\text{)}$
- $2\text{Cr} + 6\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 3\text{SO}_2\uparrow + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} \text{ (t}^\circ\text{)}$
- $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{KOH} = 2\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 16\text{HCl}_{(\text{конц.})} = 3\text{Cl}_2 + 2\text{CrCl}_3 + 4\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CrCl}_3 + 4\text{KOH} = \text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + 3\text{KCl}$

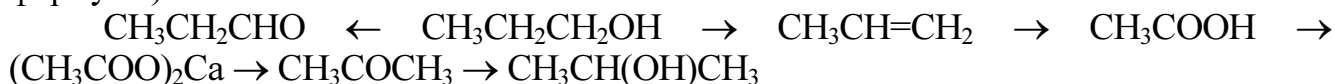
Соединения **A** – Cr, **B** – $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, **C** – K_2CrO_4 , **D** – CrCl_3 .

- За определение соединений **A** – **D**, по 1 баллу, всего – 4 балла
- За указание условий в реакциях 1, 2, и 5, по 1 баллу, всего – 3 балла
- За уравнения реакций 1-3, 5, 6 по 2 балла, всего – 10 баллов
- За уравнение реакции 4 – 3 балла

Максимальное число баллов за задачу**20 баллов****Задача 11-3. Рекомендации к решению и оценке:**

Один из возможных вариантов решения.

1. Расшифруем схему превращений (ученики должны привести структурные формулы):



2. Уравнения реакций:

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \text{ (t}^\circ\text{)}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ (t}^\circ, \text{H}_2\text{SO}_4\text{)}$
- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{CaCO}_3 \text{ (t}^\circ\text{)}$
- $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 \text{ (Ni)}$

Соединения **A** – пропанол-1, **B** – пропаналь, алкен – пропен, **C** – этановая кислота, **D** – ацетат кальция, изомер **B** – пропанон-2, изомер **A** – пропанол-2.

- За определение соединений, по 1 баллу, всего – 7 баллов
- За расшифровку схемы превращений (со структурными формулами) – 1 балл
- За уравнения реакций по 2 балла, всего – 12 баллов

Максимальное число баллов за задачу**20 баллов****Задача 11-4. Рекомендации к решению и оценке:**

См. решение задачи 10-4.

Максимальное число баллов за задачу**20 баллов****Задача 11-5. Рекомендации к решению и оценке:**1. Краткий план выполнения эксперимента.

- а) Приготовить 100,0 мл раствора уксусной кислоты с приблизительной концентрацией 0,1 моль/л из 10%-ного раствора:

- рассчитать необходимый объем 10%-ного раствора

$$V(10\%) = \frac{0,1 \text{ моль/л} \cdot 0,1 \text{ л} \cdot 60 \text{ г/моль}}{0,1 \cdot 1,0125 \text{ г/мл}} \approx 5,9 (\text{мл});$$

- с помощью градуированной пипетки перенести рассчитанный объем 10%-ного раствора кислоты в мерную колбу вместимостью 100,0 мл;

- довести объем до метки дистиллированной водой;

- тщательно перемешать.

- б) Определить точную концентрацию приготовленного раствора уксусной кислоты:

- бюретку заполнить стандартным 0,1000 М раствором гидроксида натрия;
- в колбу для титрования с помощью пипетки перенести точный объем приготовленного раствора уксусной кислоты;
- прибавить 1-2 капли индикатора;
- титровать 0,1000 М раствором щелочи до появления устойчивой окраски

$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O};$$
- титрование провести не менее 3 раз, вычислить средний объем раствора щелочи на нейтрализацию аликвоты кислоты

$$V_{\text{ср.}}(\text{NaOH}) = \frac{V_1(\text{NaOH}) + V_2(\text{NaOH}) + V_n(\text{NaOH})}{n}, \text{ где}$$

$V_1, V_2 \dots V_n$ – объемы раствора щелочи на титрование аликвоты в параллельных определениях, мл

n – число параллельных определений.

- рассчитать точную концентрацию приготовленного раствора уксусной кислоты, используя закон эквивалентов

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{ср.}}(\text{NaOH})}{V_{\text{ал.}}(\text{CH}_3\text{COOH})}, \text{ где}$$

$C(\text{CH}_3\text{COOH})$ – концентрация* приготовленного раствора уксусной кислоты;

$C(\text{NaOH})$ – концентрация* титранта (стандартного раствора щелочи);

$V_{\text{ср.}}(\text{NaOH})$ – средний объем титранта на титрование аликвоты кислоты;

$V_{\text{ал.}}(\text{CH}_3\text{COOH})$ – аликвотный объем кислоты на титрование.

* - концентрация молярная или эквивалентная, т.к. в данном случае они равны.

2. Для выполнения анализа необходима следующая посуда: мерная колба на 100,0 мл; бюретка; пипетки (градуированная и Мора); колбы для титрования; воронка; химический стакан.

3. При титровании слабой кислоты сильным основанием точка эквивалентности находится в слабощелочной среде (за счет гидролиза соли CH_3COONa), поэтому для титрования из всех предложенных индикаторов годится только фенолфталеин.

4. ΔpH кислотно-основного индикатора (интервал перехода окраски индикатора) – область значений pH, в которой человеческий глаз фиксирует полное изменение окраски.

5. ТЭ в титриметрическом анализе – момент титрования, когда число эквивалентов добавляемого титранта равно числу эквивалентов определяемого вещества в аликвоте. КТТ – момент окончания титрования.

ТЭ и КТТ, как правило, не совпадают, что приводит к систематической погрешности результата анализа.

За описание плана и методики эксперимента	– 4 балла
За расчет объема 10%-ного раствора уксусной кислоты	– 3 балла
За формулу для расчета концентрации приготовленного раствора по результатам титрования	– 1 балл
За написание уравнения реакции нейтрализации	– 1 балл
За перечень необходимого оборудования	– 2 балла
За выбор и обоснование индикатора	– 3 балла
За объяснение показателя ΔpH кислотно-основного индикатора	– 3 балла
За ответ на вопрос о ТЭ и КТТ	– 3 балла
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов
Максимальное число баллов за задачи 11 класса	– 120 баллов