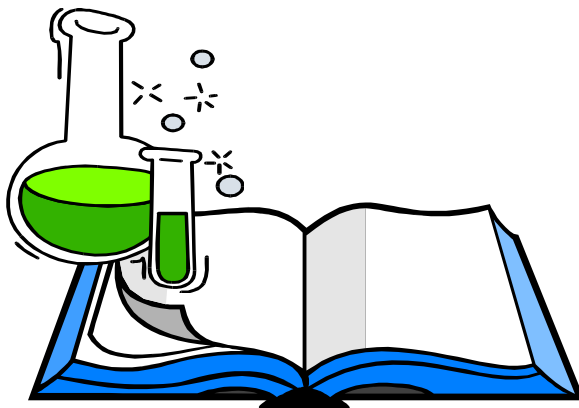




Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования детей –
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»



ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ

И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проверке и оценке решений
II (муниципального) этапа
Всероссийской олимпиады школьников
ПО ХИМИИ

в Кировской области
в 2011/2012 учебном году

ХИМИЯ, 2011

**Киров
2011**

Печатается по решению учебно-методического совета КОГАОУ ДОД «Центр дополнительного образования одаренных школьников» и методической комиссии районной (городской) олимпиады по химии

Задания, решения и методические указания по проверке и оценке решений II (муниципального) этапа всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области в 2011–2012 учебном году / Сост. М. А. Зайцев, М. А. Бакулева, О. В. Навалихина, И. А. Токарева, Л. А. Храмова, А.И. Фокина // Под ред. М. А. Зайцева, Е. В. Бересневой. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2011. – 32 с.

Авторы, составители

- Зайцев М. А. кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии ВятГГУ, декан химического факультета ВятГГУ;
- Бакулева М. А. методист ЦДООШ;
- Навалихина О. В. педагог дополнительного образования ЦДООШ;
- Токарева И. А. старший преподаватель кафедры товарной экспертизы Кировской ГМА;
- Фокина А. И. кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры химии ВятГГУ.
- Храмова Л. А. педагог дополнительного образования ЦДООШ.

Рецензенты:

- Зайцев М. А. кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии ВятГГУ, декан химического факультета ВятГГУ;
- Береснева Е. В. кандидат педагогических наук, профессор кафедры химии ВятГГУ.

Подписано в печать 07.11.2011

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 2,0

Тираж 1000 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей «Центр дополнительного образования одаренных школьников», Киров, 2011

© М. А. Зайцев, М. А. Бакулева, О. В. Навалихина, И. А. Токарева, Л. А. Храмова, Фокина А. И., 2011

В 2011 году муниципальный этап школьной олимпиады по химии пройдет под эгидой **Международного года химии (International Year of Chemistry, IYC)**, объявленного Организацией Объединенных Наций в соответствии с инициативой Международного союза теоретической и прикладной химии – **ИЮПАК (International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC)**, поддержанной Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры – **ЮНЕСКО (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization – UNESCO)**.

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. Шифр (например, РХО-9-1 – районная химическая олимпиада – 9-й класс – номер участника) наносится сверху на анкету участника председателем жюри. В начале олимпиады (до выдачи заданий) участники заполняют анкеты и переносят шифр на все листы работы и в таблицы для тестирования. Анкеты участников собираются председателем жюри, после чего участники получают задания олимпиады.

Члены жюри проверяют работы под шифрами, и лишь после подведения итогов председатель жюри расшифровывает работы.

3. Продолжительность олимпиады по химии для всех классов составляет *4 часа*, включая тест. На выполнение теста отводится *30 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 II этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области в 2011–2012 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 баллов. 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. Как правильно растворять концентрированные кислоты в воде?
а) тонкой струйкой вливать воду в кислоту;
б) тонкой струйкой вливать кислоту в воду;
в) порядок смешивания кислоты и воды не имеет значения;
г) концентрированные кислоты в воде не растворяются.
2. Наиболее легким газом является
а) водород; б) кислород; в) азот; г) гелий.
3. Следующая запись $3S$ и H_2 означает:
а) 3 молекулы серы и молекула водорода;
б) 3 атома серы и молекула водорода;
в) 3 атома серы и 2 атома водорода;
г) 3 молекулы серы и 1 моль водорода.
4. Если в ходе химической реакции из простого и сложного веществ образуются новое простое и новое сложное вещество – это реакция
а) разложения; б) соединения; в) замещения; г) обмена.
5. Какой объем займут 1 моль водорода и 1 моль углекислого газа (н.у.)?
а) $6 \cdot 10^{23}$ л; б) 22,4 л;
в) 2 л; г) 11,2 л и 44,8 л (разный объем).
6. Аскорбиновая кислота $C_6H_8O_6$ содержит больше всего по массе:
а) кислорода; б) углерода;
в) водорода; г) всех элементов одинаково.
7. Коэффициенты в химических реакциях обозначают:
а) число участвующих и образующихся атомов и молекул;
б) количественные соотношения исходных веществ и продуктов реакции;
в) объемные отношения веществ и продуктов реакций (газов при н.у.);
г) все вышеперечисленное.
8. Какая масса иода содержится в его 5%-ном растворе с плотностью $1,02 \text{ г/см}^3$, находящемся в аптечном пузырьке объемом 10 мл.
а) 10,2 г; б) 0,51 г; в) 0,051 г; г) 0,102 г.
9. Закон Авогадро говорит о том, что в равных объемах различных газов при одинаковых условиях (t , p) содержится:
а) одинаковое число атомов всех элементов;
б) одинаковое число молекул;
в) различное число молекул;
г) 1 моль вещества.
10. Как правильно оказать первую помощь при ожоге раствором щелочи?
а) обработать пораженное место слабым раствором лимонной или уксусной кислоты;
б) обработать пораженное место слабым раствором соды;
в) обработать пораженное место большим количеством воды, а затем слабым раствором лимонной или уксусной кислоты;
г) кашицей из оксида магния.

Задачи

Задача 8-1. «Загадка учителя». Учитель химии подготовил карточки с символами элементов и подстрочными индексами: **Mn, H, C, Cl, O, O, O, P, N, Na, 2, 2, 2, 7, 5, 3**, чтобы поиграть с ребятами в игру на составление формул бинарных соединений.

1. Какие соединения учитель зашифровал, если он использовал каждую карточку только один раз. Составьте формулы этих веществ.

2. Приведите названия этих веществ по химической номенклатуре или если есть, соответствующие тривиальные названия.

Задача 8-2. «Сладкий чай». Ученик 8 класса Коля Николаев, собираясь утром в школу, налил в кружку 250 мл чая, положил в него кусочек сахара массой 2 г. Отпил 5 мл, оказалось не сладко, положил еще один такой же кусочек сахара.

Рассчитайте массовые доли сахара в чае после добавления первого и второго кусочков (плотность всех растворов принимать за 1 г/мл).

Задача 8-3. «Воздушный шар». Средняя молекулярная масса воздуха (это смесь газов!) составляет 29 а.е.м. Плотность воздуха (1,295 г/л) – больше, чем у водорода или гелия, поэтому наполненные этими газами шары взлетают (“всплывают”) в земной атмосфере.

1. Какова плотность водорода (г/л) и гелия (г/л)?

2. Во сколько раз плотность этих газов меньше плотности воздуха?

3. Какой из двух газов предпочтительнее использовать для заполнения воздушных шаров и почему?

4. Взлетит ли шар, наполненный H_2S на Венере, где атмосфера состоит из газообразного диоксида углерода CO_2 ? Ответ подтвердите расчетами. Плотностью оболочки шара пренебречь, считать, что давление газов снаружи и внутри шара одинаковы.

Задача 8-4. «Водопроводная вода». Газообразный хлор используется для обеззараживания воды, при этом расходуется 0,002 мг хлора на 1 л воды.

1. Рассчитайте массу хлора, который потребуется для хлорирования 500 г воды.

2. Сколько молекул хлора будет содержать 1 г хлорированной воды?

Задача 8-5. «Самый легкий газ». Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор необходимых реактивов и оборудования, описание и/или рисунок установки для проведения заданного опыта, объяснение наблюдаемых явлений с написанием соответствующих уравнений реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

Получите водород и подтвердите химическими опытами его свойства.

1. Выберите из перечисленных веществ те, из которых можно получить водород в лаборатории: медь, цинк, известковая вода, соляная кислота, раствор поваренной соли, фосфорная кислота. Получите водород.

2. Соберите водород методом вытеснения воздуха.

3. Проверьте его на чистоту. Опишите наблюдаемые явления.

4. Подожгите водород у газоотводной трубки и наблюдайте его горение на воздухе. Опишите цвет и характер пламени горящего водорода.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Одинаковое число нейтронов имеют атомы следующих изотопов:

- а) ^{14}N и ^{16}O ; б) ^{14}C и ^{16}O ; в) ^{23}Na и ^{20}Ne ; г) ^{28}Si и ^{31}P .

2. Реакция замещения возможна между раствором соли меди (II) и:

- а) NaOH ; б) Zn ; в) Ag_2O ; г) Cl_2 .

3. Одновременно в растворе могут находиться ионы:

- а) Ca^{2+} и CO_3^{2-} ; б) Mg^{2+} и HCO_3^- ;
в) Ba^{2+} и CO_3^{2-} ; г) Pb^{2+} и CO_3^{2-} .

4. Окислительно-восстановительной является реакция термического разложения:

- а) гидроксида меди (II);
б) гидрокарбоната кальция;
в) перманганата калия;
г) кремниевой кислоты.

5. Реакция нейтрализации сильной кислоты сильным основанием:

- а) необратимая, гомогенная, экзотермическая реакция обмена;
б) обратимая, гомогенная, эндотермическая реакция обмена;
в) необратимая, гомогенная, эндотермическая реакция обмена;
г) необратимая, гомогенная, экзотермическая реакция замещения.

6. При повышении температуры на 60°C скорость химической реакции увеличилась в 64 раза. Температурный коэффициент данной реакции равен:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 5.

7. К классу солей относится вещество:

- а) каустическая сода;
б) кварцевый песок;
в) корунд;
г) малахит.

8. При полном сгорании 1 л бутана C_4H_{10} (н. у.) выделилось 108,8 кДж теплоты. Сколько теплоты выделится при сгорании 1 моль бутана:

- а) 42; б) 108,8; в) 4872; г) 2437.

9. При упаривании 300 г 6%-ного раствора сахара его масса уменьшилась на 45 г. Массовая доля сахара в полученном растворе составила (в %):

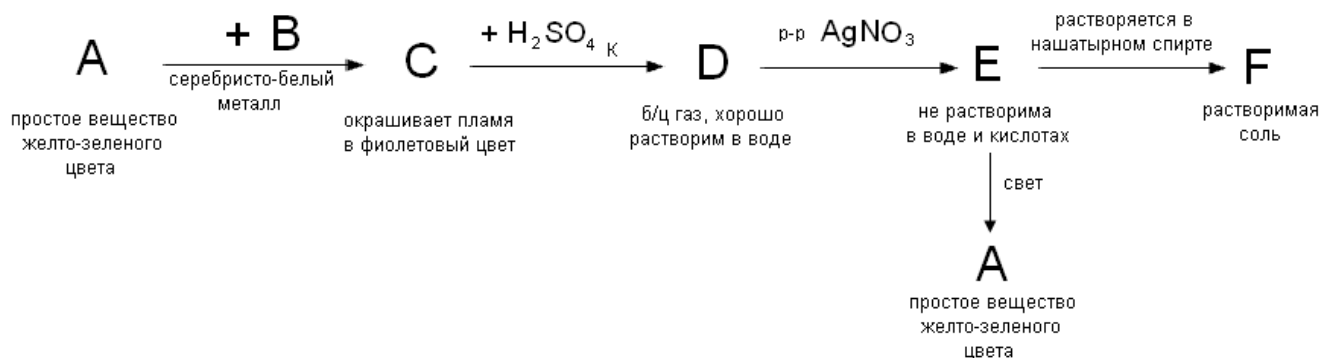
- а) 5; б) 10; в) 7; г) 12.

10. Масса оксида кальция, полученного при разложении 165 г мела, содержащего 10% примесей, равна:

- а) 83 г; б) 148,5 г; в) 33,3 л; г) 75 г.

Задачи

Задача 9-1. Дана схема превращений простого вещества А:



1. О каком веществе идет речь?
2. Напишите уравнения всех реакций 1 – 5.
3. Определите вещества В – F и дайте им названия.

Задача 9-2. Собираясь в дальний поход, турист хотел взять топливо для приготовления пищи. Помогите туристу выбрать наиболее эффективное топливо, если ему было предложено сухое горючее (уротропин $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$), пропан (C_3H_8) или природный газ (состоит в основном из метана CH_4).

1. Составьте уравнения горения всех перечисленных видов топлива.
2. Сравните количество теплоты, которое можно получить при сжигании 1 кг каждого вида топлива. Если при полном сгорании 1 моль уротропина выделяется 4212 кДж тепла, если при сгорании 1 моль пропана выделяется 2045 кДж тепла, а при сгорании 1 моль метана – 802 кДж тепла. Оцените эффективность данного топлива.
3. За год население Кировской области потребляет примерно 0,4 млрд. м^3 природного газа. Сколько теплоты (в кДж) можно получить из этого количества топлива? Какой объем углекислого газа попадет в атмосферу?

Задача 9-3. Известно, что при нормальных условиях в 1 объеме воды растворяется 700 объемов аммиака, растворимость бромоводорода: 530 объемов в одном объеме воды.

1. Сравните массовые доли растворенных веществ в насыщенных растворах.
2. Сравните число моль растворенного вещества в одном литре раствора (изменением объема воды при растворении газа пренебрегите).

Задача 9-4. Запишите по два уравнения реакций, в результате которых из двух газов образуется:

- 1) одна жидкость; 2) один газ; 3) два газа; 4) одно твердое вещество; 5) одно твердое вещество и один газ.

Агрегатные состояния исходных веществ и продуктов реакций должны соответствовать условию, находясь при нормальном атмосферном давлении и температуре $+25^\circ\text{C}$.

Задача 9-5. Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор необходимых реактивов и оборудования, описание и/или рисунок установки для проведения заданного опыта, объяснение наблюдаемых явлений с написанием соответствующих уравнений реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

В шести пробирках находятся растворы следующих веществ: NaOH , Na_2CO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, BaCl_2 , H_2SO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

1. Не используя других реактивов, установите, какие вещества находятся в каждой из пробирок.
2. Решение подтвердите уравнениями химических реакций в молекулярном и ионном виде.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Напишите электронную формулу атома серы в сульфат-ионе:

- а) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$;
в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; г) $1s^2 2s^2 2p^6$.

2. Укажите соединение, в составе которого азот может проявлять окислительно-восстановительную двойственность:

- а) аммиак; б) нитрат калия;
в) нитрит калия; г) азотная кислота.

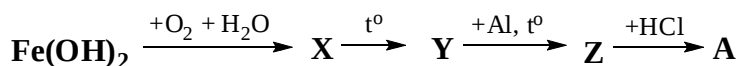
3. С каждым из перечисленных веществ: оксид цинка, дистиллированная вода, уксусная кислота – взаимодействует:

- а) CaO ; б) SiO_2 ; в) Al_2O_3 ; г) CO_2 .

4. Газ, образующий прочное соединение с гемоглобином и нарушающий транспортную функцию крови:

- а) оксид углерода (II); б) азот;
в) кислород; г) оксид углерода (IV).

5. В схеме превращений



буквой А обозначено вещество:

- а) FeOHCl ; б) $\text{Fe(OH)}_2\text{Cl}$; в) FeCl_3 ; г) FeCl_2 .

6. Сумма коэффициентов в уравнении взаимодействия раствора хлорида цинка с избытком раствора гидроксида натрия равна:

- а) 8; б) 5; в) 4; г) 7.

7. При реакции 2-метил-2-бромбутана с водным раствором щелочи преимущественно образуется:

- а) пентанол-2; б) 2-метилбутен-1;
в) 2-метилбутанол-2; г) 2-метилбутен-2.

8. Углеводороды нельзя получить реакцией:

- а) Кольбе; б) Вюрца;
в) Коновалова; г) Фриделя-Крафтса.

9. Газ, выделившийся при взаимодействии 6,35 г меди с избытком концентрированного раствора серной кислоты, был пропущен через избыток сероводородной воды. Масса полученного осадка равна:

- а) 6,35 г; б) 9,6 г; в) 12,7 г; г) 19 г.

10. Качественную реакцию на углекислый газ проводят с помощью:

- а) бромной воды;
б) жавелевой воды;
в) известковой воды;
г) дистиллированной воды.

Задачи

Задача 10-1. Вещество **А** при нагревании до 250–300°C превращается в вещество **Б** с выделением двух газообразных продуктов **В** и **Г**. Вещество **Б** может быть также получено при действии на **А** раствора вещества **Д**. При взаимодействии **Б** с раствором вещества **Е** выпадает белый осадок вещества **Ж**. Вещество **Ж** при нагревании до 900°C превращается в белое вещество **З**, при этом выделяется газ **В**. При пропускании газа **В**, в раствор полученный после добавления воды к веществу **З**, сначала выпадает осадок вещества **Ж**, который затем исчезает, образуя соединение **И**. Вещество **Д** также может реагировать с газом **В**. Продуктами такого взаимодействия могут быть вещества **А** или **Б**. Вещество **Е** при нагревании до 450–500°C разлагается с выделением газа **К**, который тяжелее воздуха в 1,1 раза.

Определите вещества **А–К**, запишите уравнения всех описанных процессов.

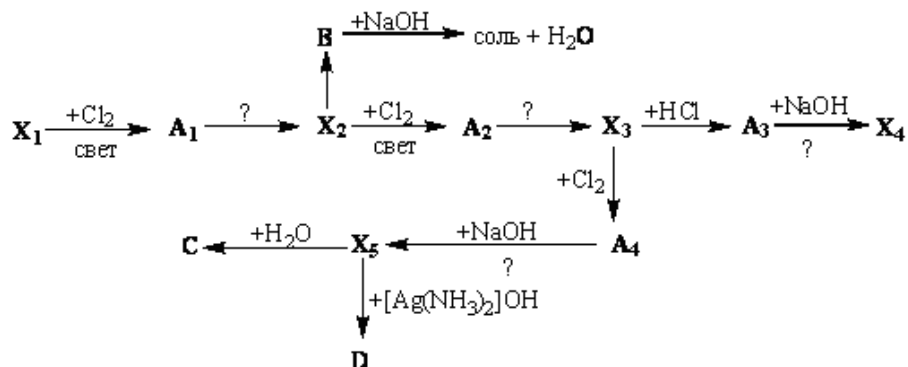
Подсказка. Вещества **А**, **Б** и **Д** имеют тривиальные названия, в состав которых входит слово «сода». Найдите эти вещества, уточните их тривиальные названия.

Задача 10-2. При окислении смеси, содержащей железо, медь и алюминий, израсходовано 5,32 л кислорода (н. у.). Для взаимодействия такой же навески этой смеси с соляной кислотой, молярная концентрация которой равна 5 моль/л, потребовалось 120 мл раствора, а при взаимодействии с раствором гидроксида натрия выделилось 1,12 л водорода (н. у.). Определите состав смеси металлов в % по массе.

Задача 10-3. Расшифруйте схему превращений:

Напишите уравнения соответствующих реакций.

Известно, что вещества X_1 – X_5 являются углеводородами, а вещества A_1 – A_4 – галогенопроизводными углеводородов. Вещество X_1 содержит 80,00% углерода, а вещество X_2 – 82,76% углерода.



Задача 10-4. Получение алканов по методу Фишера – Тропша протекает на кобальтовом катализаторе по схеме: $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \text{H}_2\text{O}$.

Оксид углерода (II) и водород в объемном соотношении 1:2 ввели в реакционную систему при 180°C, при этом образовалась смесь метана, этана и пропана в молярном соотношении 3:2:2. Вычислите, во сколько раз изменилось общее давление в системе, если синтез проходил при неизменных температуре и объеме, при этом прореагировало 10% CO.

Задача 10-5. Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор необходимых реактивов и оборудования, описание и/или рисунок установки для проведения заданного опыта, объяснение наблюдаемых явлений с написанием соответствующих уравнений реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

Получите хлор и подтвердите химическими опытами его свойства. Напишите уравнения всех химических реакций.

Реактивы: оксид марганца (IV), концентрированный раствор соляной кислоты, красный фосфор, железная проволока, иодид калия, гидроксид натрия, бромид калия, эфир.

1. Соберите прибор для получения хлора из имеющихся реактивов. Опишите физические свойства этого вещества.

2. С помощью химических реакций продемонстрируйте взаимодействие хлора с простыми и сложными веществами.

3. Сравните окислительные свойства хлора и других галогенов, подтвердите экспериментом.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Наименее прочной является связь:

- а) ионная; б) ковалентная;
в) водородная; г) ковалентная полярная.

2. Водород выделяется при взаимодействии воды с:

- а) кислородом; б) фтором; в) серой; г) углеродом.

3. Атомы кислорода не входят в состав:

- а) корунда; б) карборунда;
в) патины; г) хрусталя.

4. Риформинг – это процесс:

- а) получения низших углеводородов из высших;
б) разделения нефти на фракции;
в) получения высших углеводородов из низших;
г) ароматизации углеводородов.

5. В каком растворе самая высокая концентрация ионов H^+ , если молярные концентрации солей равны:

- а) K_2SO_4 ; б) KCl ; в) Rb_2SO_3 ; г) $CuCl_2$.

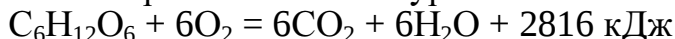
6. Бензол вступает в реакцию замещения с:

- а) бромом и азотной кислотой;
б) кислородом и серной кислотой;
в) хлором и водородом;
г) азотной кислотой и водородом.

7. Какое свойство не характерно для метиламина:

- а) газообразное вещество;
б) проявляет основные свойства;
в) реагирует с серной кислотой;
г) реагирует с водородом.

8. В соответствии с термохимическим уравнением



выделится 1408 кДж теплоты, если в реакции участвует кислород количеством вещества

- а) 1,5 моль; б) 3 моль; в) 4,5 моль; г) 6 моль.

9. Как изменится скорость реакции окисления оксида серы (IV) кислородом, если концентрацию оксида увеличить в 3 раза, а концентрацию кислорода уменьшить в 2 раза:

- а) увеличится в 4,5 раза;
б) увеличится в 9 раз;
в) не изменится;
г) уменьшится в 4 раза.

10. К раствору, полученному при добавлении 2,3 г натрия к 100 мл воды, прилили 100 мл 30%-ного раствора азотной кислоты (плотность $1,18 \text{ г/см}^3$). Определите массовую долю соли в полученном растворе:

- а) 3,86%; б) 2, 2%; в) 6%; г) 5,6%.

Задачи

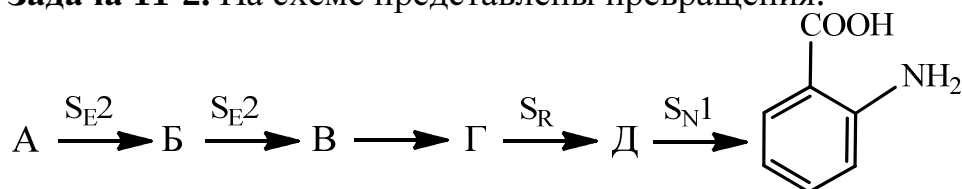
Задача 11-1. Вещество **А** при нагревании до 250-300°C превращается в вещество **Б** с выделением двух газообразных продуктов **В** и **Г**. Вещество **Б** может быть также получено при действии на **А** раствора вещества **Д**. При взаимодействии **Б** с раствором вещества **Е** выпадает белый осадок вещества **Ж**. Вещество **Ж** при нагревании до 900°C превращается в белое вещество **З**, при этом выделяется газ **В**. При пропускании газа **В** в раствор полученный после добавления воды к веществу **З** сначала выпадает осадок вещества **Ж**, который затем исчезает, образуя соединение **И**. Вещество **Д** также может реагировать с газом **В**. Продуктами такого взаимодействия могут быть вещества **А** или **Б**.

Вещество **Е** при нагревании до 450-500°C разлагается с выделением газа **К**, который тяжелее воздуха в 1,1 раза.

Определите вещества **А-К**, запишите уравнения всех описанных процессов.

Подсказка. Вещества **А**, **Б** и **Д** имеют тривиальные названия, в состав которых входит слово «сода». Найдите эти вещества, уточните их тривиальные названия.

Задача 11-2. На схеме представлены превращения:



1. Расшифруйте символы реакций.

2. Определите и назовите исходное вещество **А**. Ответ обоснуйте.

3. Напишите соответствующие уравнения реакций с указанием условий их проведения. Определите вещества **Б**, **В**, **Г** и **Д**. Назовите эти вещества и конечный продукт реакции.

Задача 11-3. «Для открытия озона обыкновенно пользуются бумагою, пропитанною одновременно растворами иодистого калия и крахмала. Такая озонметрическая или иодокрахмальная бумага в сыром состоянии в присутствии озона окрашивается в синий цвет, и, смотря по степени продолжительности действия и по содержанию озона в исследуемом газе, степень окрашивания бывает весьма различна, до черноты...

Такую бумагу готовят следующим образом: берут 100 г дистиллированной воды, 10 г крахмала и 1 г среднего иодистого калия; растворяют эту последнюю соль в воде и разбалтывают крахмал в этой жидкости, а затем такую смесь нагревают до тех пор, пока крахмал не разварится и не превратится в клейстер, который намазывают на пропускную бумагу и сушат. Необходимо, однако, заметить, что иодокрахмальная бумажка изменяет свой цвет не только от озона, но и от многих других окислителей, напр., от окислов азота (особенно от N_2O_3) и перекиси водорода». (Менделеев Д. И. Основы химии).

1. Напишите уравнение реакции, происходящее при взаимодействии озона с иодокрахмальной бумажкой. Объясните изменение ее окраски.

2. Напишите уравнения реакций, происходящих при взаимодействии иодокрахмальной бумажки с другими окислителями, указанными в цитате.

3. Какие еще газы можно определять с помощью иодокрахмальной бумажки? Приведите хотя бы один пример с уравнением соответствующей реакции.

Раствор иодистого калия используют при титриметрическом определении окислителей. К раствору окислителя прибавляют избыток раствора иодистого калия и избыток раствора серной кислоты. Образовавшийся продукт оттитровывают раствором тиосульфата натрия.

4. К раствору дихромата калия добавили избыток растворов иодистого калия и серной кислоты. На титрование образовавшегося продукта израсходовали 30,00 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль/л? Напишите уравнения происходящих реакций. Рассчитайте, сколько граммов дихромата калия содержится в растворе.

Задача 11-4. «Слабый (до 2%) водяной раствор синильной кислоты получается при перегонке некоторых растительных веществ; в особенности значительной известностью пользуется, так называемая, лавровишневая вода, которая содержит синильную кислоту. Получают ее чрез настаивание и перегонку листьев лавровишневого дерева. Совершенно подобная же вода получается при перегонке настоя горьких миндалей. Они, как известно, ядовиты и отличаются особым горьким вкусом, зависящим от присутствия в них амигдалина, извлекаемого из горьких миндалей спиртом. Этот амигдалин, при настаивании растертых миндалей, разлагается, образуя эфирное горькоминдальное масло, глюкозу и синильную кислоту...». (Менделеев Д. И. Основы химии).

1. Установите структуру «эфирного горькоминдального масла», используя следующие данные. Раствор, содержащий это вещество массой 1,612 г в диэтиловом эфире массой 100 г, кипит при температуре 35,925°C. Температура кипения чистого диэтилового эфира равна 35,6°C, а эбуллиоскопическая постоянная его равна 2,14 К·кг/моль. Массовая доля углерода в «эфирном горькоминдальном масле» составляет 79,24%. «Эфирное горькоминдальное масло» вступает в реакции «серебряного зеркала» и Троммера, присоединяет синильную кислоту.

Примечание. Растворы кипят при более высокой температуре, чем чистый растворитель. Повышение температуры кипения раствора неэлектролита прямопропорционально моляльной концентрации раствора, равной количеству вещества, растворенного в 1 кг растворителя. Коэффициентом пропорциональности служит эбуллиоскопическая постоянная растворителя:

$$\Delta t_{\text{кип}} = E \cdot C_m,$$

где $\Delta t_{\text{кип}}$ – повышение температуры кипения раствора, E – эбуллиоскопическая постоянная, C_m – моляльная концентрация, моль/кг).

2. Назовите «эфирное горькоминдальное масло» по современной номенклатуре. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие описанные в п. 1 химические свойства данного вещества.

Амигдалин представляет собой генциобиозид нитрила миндальной кислоты, т. е. производное необычного дисахарида генциобиозы и миндальной кислоты. Молекула генциобиозы состоит из 2-х остатков глюкозы, соединенных 1–6-гликозидной связью. Современное название миндальной кислоты – 2-окси-2-фенилэтановая кислота. Ее нитрил (продукт присоединения синильной кислоты к «эфирному горькоминдальному маслу») за счет гидроксильной группы образует гликозидную связь с 1-м атомом углерода второго остатка глюкозы в молекуле генциобиозы.

3. Предложите структурную формулу амигдалина и напишите уравнение реакции получения синильной кислоты, описанное Д. И. Менделеевым.

Задача 11-5. Задача предполагает проведение мысленного эксперимента. Ответ на нее должен включать следующее: выбор необходимых реактивов и оборудования, описание и/или рисунок установки для проведения заданного опыта, объяснение наблюдаемых явлений с написанием соответствующих уравнений реакций, ответы на дополнительные вопросы задачи.

1. Получите этилэтаноат реакцией этерификации (опишите эксперимент, напишите уравнение реакции). Исходя из механизма реакции, укажите роль каждого вещества реакционной смеси.

2. Предложите не более 2-х способов получения органических реагентов, необходимых Вам для синтеза этилэтаноата, исходя из углеводов и/или углеводов. Составьте уравнения всех предложенных реакций.

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 данном пособии!

ВОСЬМОЙ КЛАСС

Ключ к тесту

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

За каждый правильный ответ

– 2 балла

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов

Задача 8-1. «Загадка учителя»

1. Один из возможных вариантов решения:

Учитель мог зашифровать следующие вещества: Mn_2O_7 ; NaCl ; P_2O_5 ; CO_2 ; NH_3 .

2. Mn_2O_7 – оксид марганца (VII)

NaCl – хлорид натрия (поваренная соль)

P_2O_5 – оксид фосфора (V) (фосфорный ангидрид)

CO_2 – оксид углерода (IV) или диоксид углерода (углекислый газ)

NH_3 – нитрид водорода (аммиак)

За указание формул веществ

– 2 балла (всего 10 баллов)

За указание названия веществ

– 2 балла (всего 10 баллов)

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-2. «Сладкий чай»

1. Определим массовую долю сахара в первом растворе, после добавления одного кусочка сахара:

$$w_1 = (2)/(2 + 250) = 0,0079 \text{ (или } 0,79 \text{ \%)}.$$

Определим массу сахара в 5 мл чая (отпительный объем):

$$\Delta m = 5 \cdot 0,0079 = 0,04 \text{ (г)}.$$

Следовательно, массовая доля сахара в чае после добавления второго кусочка: $w_2 = (2 + 2 - 0,04)/(250 + 2 - 5 + 2) = 3,96/249 = 0,0159$ (или 1,59 %).

За расчет первой массовой доли сахара

– 6 баллов

За расчет изменения массы растворенного вещества

– 4 балла

За расчет второй массовой доли сахара

– 10 баллов

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-3. «Воздушный шар».

1. Плотность газов можно рассчитать по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Возьмем 1 моль водорода, он при н.у. занимает объем 22,4 л, а его масса численно равна молярной массе, т.е. $m(\text{H}_2) = 2$ г.

Рассчитаем плотность водорода: $\rho(\text{H}_2) = 2/22,4 = 0,089$ (г/л)

Для расчета плотности гелия точно так же возьмем 1 моль газа, он при н.у. занимает объем 22,4 л, а его масса численно равна молярной массе, т.е. $m(\text{He}) = 4$ г.

Рассчитаем плотность гелия: $\rho(\text{He}) = 4/22,4 = 0,178$ (г/л)

2. Рассчитаем, во сколько раз плотность водорода меньше плотности воздуха:

$$\frac{\rho(\text{возд})}{\rho(\text{H}_2)} = \frac{1,295}{0,089} = 14,55,$$

и во сколько раз плотность гелия меньше плотности воздуха:

$$\frac{\rho(\text{возд})}{\rho(\text{He})} = \frac{1,295}{0,178} = 7,27$$

3. Не смотря на то, что подъемная сила шара, наполненного водородом, будет больше подъемной силы шара, наполненного гелием, предпочтительнее использовать гелий, т. к. гелий химически инертен, а водород образует с воздухом взрывоопасную смесь.

4. Шар сможет взлететь, если плотность его содержимого будет меньше плотности атмосферы (закон Архимеда).

Сравним плотность углекислого газа и сероводорода:

Возьмем 1 моль сероводорода, он при н. у. занимает объем 22,4 л, а его масса численно равна молярной массе, т. е. $m(\text{H}_2\text{S}) = 34$ г.

Рассчитаем плотность сероводорода: $\rho(\text{H}_2\text{S}) = 34/22,4 = 1,518$ (г/л).

Для расчета плотности углекислого газа точно так же возьмем 1 моль газа, он при н.у. занимает объем 22,4 л, а его масса численно равна молярной массе, т.е. $m(\text{CO}_2) = 44$ г.

Рассчитаем плотность углекислого газа: $\rho(\text{CO}_2) = 44/22,4 = 1,964$ (г/л)

Рассчитаем во сколько раз плотность сероводорода меньше плотности углекислого газа:

$$\frac{\rho(\text{CO}_2)}{\rho(\text{H}_2\text{S})} = \frac{1,964}{1,518} = 1,29.$$

Плотность содержимого шара в 1,29 раза меньше плотности атмосферы, поэтому можно сделать вывод, что воздушный шар, наполненный сероводородом, сможет взлететь в атмосфере Венеры.

За расчет плотности водорода и гелия

– 4 балла

За расчет отношения плотностей

– 4 балла

За выбор газа и обоснование выбора

– 4 балла

За расчет плотности сероводорода и углекислого газа

– 4 балла

За расчет отношения плотностей

– 2 балла

За вывод о возможности полета

– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-4. «Водопроводная вода»

1. Рассчитаем объем, который займут 500 г воды:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Плотность воды равна 1 г/мл (табличное значение), тогда:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 500/1 = 500 \text{ мл (или 0,5 л)}$$

Если известно, что расходуется 0,002 мг хлора на 1 л воды, то на 0,5 л воды израсходуется в 2 раза меньше хлора, т. е.:

$$\frac{0,002 \cdot 0,5}{1} = 0,001 (\text{мг})$$

2. Определим число молекул хлора в 1 г хлорированной воды по формуле:

$$N = \nu \cdot N_A,$$

где N – число частиц, ν – количество вещества, моль, N_A – число Авогадро (постоянная величина, равная $6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹). Количество вещества можно рассчитать по формуле:

$$\nu = \frac{m}{M}.$$

По условию задачи в 1 л хлорированной воды содержится 0,002 мг хлора, плотность воды равна 1 г/мл, тогда 1 г воды займет объем, равный $V(\text{H}_2\text{O}) = 1/1 = 1$ мл (или 0,001 л), следовательно, масса хлора в 1 мл воды равна:

$$\frac{0,002 \cdot 0,001}{1} = 0,000002 (\text{мг}) \text{ или } 2 \cdot 10^{-6} (\text{мг}) \text{ или } 2 \cdot 10^{-9} (\text{г})$$

Найдем количество хлора в 1 мл воды, если молярная масса хлора равна:

$$M(\text{Cl}_2) = 35,5 \cdot 2 = 71 (\text{г/моль}),$$

$$\text{тогда } \nu(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 10^{-9} / 71 = 2,8 \cdot 10^{-11} (\text{моль})$$

Рассчитаем число молекул хлора:

$$N(\text{Cl}_2) = 2,8 \cdot 10^{-11} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,69 \cdot 10^{13}$$

За расчет массы хлора в 500 г воды

– 4 балла

За расчет массы хлора в 1 г воды

– 4 балла

За расчет молярной массы хлора

– 4 балла

За расчет количества хлора

– 4 балла

За расчет числа молекул хлора

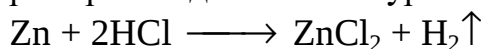
– 4 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-5. «Самый легкий газ»

1. Одним из лабораторных способов получения водорода является взаимодействие цинка с соляной кислотой, которое происходит согласно уравнению



Для получения водорода необходимо взять сухую химическую пробирку, закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой.

Собранный прибор проверяют на герметичность. Для этого конец газоотводной трубки опускают в стакан с водой, а пробирку нагревают теплом ладони.

От нагревания воздух в пробирке расширяется и выходит по газоотводной трубке, о чем свидетельствуют пузырьки газа, пробуживающиеся в стакан с водой (рис. 2). Если пузырьки не появились, прибор негерметичен. Необходимо найти причину негерметичности и устранить ее.

После проверки прибор закрепляют в лапке штатива вертикально или чуть наклонно в сторону горлышка, в нее помещают гранулы цинка (но не более 1/8 по объему), затем добавляют 10%-ную соляную кислоту, закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой. После того как в пробирке начинает-



Рис. 1. Проверка прибора на герметичность

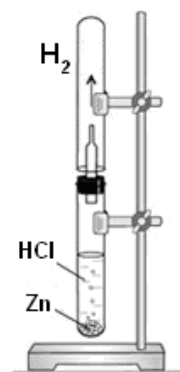


Рис. 2. Прибор для получения и собирания водорода

ся бурная реакция между цинком и соляной кислотой, сверху газоотводную трубку накрывают сухой пробиркой, в которую будет собираться водород (рис. 3).

2. Способ собирания водорода методом вытеснения воздуха основан на разных плотностях воздуха и водорода. Водород намного легче воздуха, поэтому скапливается сверху, и постепенно вытесняет воздух из пробирки.



Рис. 3. Проверка водорода на чистоту

3. Чтобы проверить собранный газ на чистоту и доказать, что это именно водород, нужно наполненную водородом пробирку поднести (переносить строго вертикально) к пламени спиртовки (рис. 4). Водород в смеси с воздухом взрывается, при этом слышен резкий лающий звук, а чистый водород загорается в пробирке, при этом слышен глухой хлопок «пах».

4. Водород горит преимущественно с образованием воды:



Поджигать водород у конца газоотводной трубки открытым пламенем (спичкой или лучинкой) НЕДОПУСТИМО!!!

Пламя может проскочить в прибор и произойдет взрыв гремучей смеси.

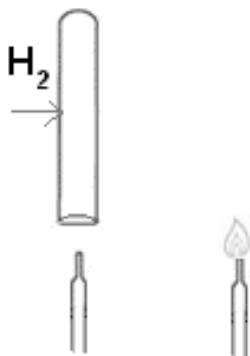


Рис. 4. Горение водорода

Чтобы поджечь водород у конца газоотводной трубки, нужно наполнить водородом сухую пробирку, поднести его к пламени спиртовки и поджечь водород внутри пробирки (при этом услышать глухой хлопок «пах»), затем очень быстро и аккуратно поднести (строго вертикально) пробирку к газоотводной трубке (рис. 5)

Водород горит бесцветным пламенем, но через некоторое время оно окрашивается в желто-оранжевый цвет за счет одного из составляющих компонентов стекла – ионов Na^+ .

За выбор реактивов и описание прибора для получения водорода	– 4 балла
За описание способа получения водорода	– 4 балла
За написание уравнения реакции получения водорода	– 2 балла
За описание метода собирания водорода	– 2 балла
За определение чистоты водорода	– 2 балла
За описание способа поджигания водорода	– 2 балла
За написание уравнения горения водорода	– 2 балла
За характеристику пламени	– 2 балла

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	б	б	б	в	а	б	г	г	в	а

За каждый правильный ответ

– 2 балла

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов

Задача 9-1.

1. Простое вещество А – это хлор Cl_2 .

2. Составим уравнения происходящих реакций:



3. Расшифруем схему превращений:

В – это калий К;

С – это хлорид калия KCl ;

D – это хлороводород HCl ;

Е – это хлорид серебра AgCl ;

F – это гидроксид диамминсеребра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

За определение вещества A

– 2 балла

За написание уравнений реакций (1,2,3,5) – по 1,5 балла, всего

– 6 баллов

За написание уравнения реакции 4

– 2 балла

За установление формул веществ (В–F) – по 1 баллу, всего

– 5 баллов

За название веществ (В–F) – по 1 баллу, всего

–5 баллов

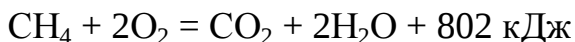
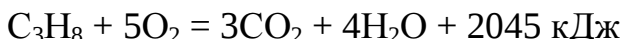
Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 9-2.

Рекомендации по решению и оценке:

1. Составим уравнения горения всех видов топлива:



2. Определим количество теплоты, образующееся при горении 1 кг уротропина по формуле:

$$Q_1 = Q \cdot v.$$

Найдем $v(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4)$ по формуле:

$$v = \frac{m}{M};$$

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4) = 1000 / 140 = 7,14 \text{ (моль)};$$

тогда, $Q_1 = 7,14 \cdot 4212 = 30073,68$ (кДж).

Определим количество теплоты, образующееся при горении 1 кг пропана по формуле:

$$Q_2 = Q \cdot v.$$

Найдем $\nu(\text{C}_3\text{H}_8)$ по формуле:

$$\nu = \frac{m}{M};$$

$$\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 1000 / 44 = 22,73 \text{ (моль)};$$

$$\text{тогда, } Q_2 = 22,73 \cdot 2045 = 46482,85 \text{ (кДж)}.$$

Определим количество теплоты, образующееся при горении 1 кг природного газа по формуле:

$$Q_3 = Q \cdot \nu.$$

Найдем $\nu(\text{CH}_4)$ по формуле:

$$\nu = \frac{m}{M};$$

$$\nu(\text{CH}_4) = 1000 / 16 = 62,5 \text{ (моль)};$$

$$\text{тогда, } Q_3 = 62,5 \cdot 802 = 50125 \text{ (кДж)}.$$

Туристу лучше взять в качестве топлива природный газ, т.к. при его горении на 1 кг топлива выделяется наибольшее количество теплоты.

3. Определим количество теплоты, образующееся при горении 0,4 млрд. м³ ($4 \cdot 10^{11}$ л) природного газа по формуле:

$$Q_4 = Q \cdot \nu.$$

Найдем $\nu(\text{CH}_4)$ по формуле:

$$\nu = \frac{V}{V_m};$$

$$\nu(\text{CH}_4) = 4 \cdot 10^{11} / 22,4 = 17,86 \cdot 10^9 \text{ (моль)};$$

$$\text{тогда, } Q_4 = 17,86 \cdot 10^9 \cdot 802 = 14323,72 \cdot 10^9 \text{ (кДж)}.$$

Найдем $V(\text{CO}_2)$: по уравнению реакции количества метана и углекислого газа одинаковы, следовательно, и объемы будут одинаковы (закон Авогадро)
 $V(\text{CO}_2) = 4 \cdot 10^{11}$ л (или 0,4 млрд. м³)

За написание уравнений реакций – по 2 балла, всего

– 6 баллов

За определение количества теплоты выделяющей при горении 1 кг топлива – по 3 балла, всего

– 9 баллов

За определение годового количества теплоты

– 3 балла

За определение объема углекислого газа с обоснованием

– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 9-3.

1. Массовая доля вещества в растворе находится по формуле:

$$\omega = \frac{m(v - va)}{m(p - pa)} \cdot 100\%$$

Возьмем 1 л воды, в нем растворится 700 л аммиака, найдем массу аммиака по формуле: $m = \nu \cdot M = \frac{V}{V_m} \cdot M$,

$$m = (700/22,4) \cdot 17 = 531,25 \text{ (г)}.$$

Следовательно, массовая доля аммиака в насыщенном при н.у. растворе будет равна $\omega = 531,25/1000 + 531,25 = 0,347$ (или 34,7%).

Точно так же возьмем 1 л воды, в нем растворится 530 л бромоводорода, найдем массу бромоводорода по формуле:

$$m = (530/22,4) \cdot 81 = 1916,46 \text{ (г)}.$$

Следовательно, массовая доля бромоводорода в насыщенном при н.у. растворе будет равна $\omega = 1916,46/1000 + 1916,46 = 0,657$ (или 65,7%).

При нормальных условиях насыщенный раствор аммиака содержит 34,7% растворенного вещества, а раствор бромоводорода 65,7%, т. е. раствор бромоводорода более концентрированный.

2. Количество вещества можно определить по формуле: $\nu = \frac{V}{V_m}$

Определим количество аммиака и бромоводорода в растворе:

$$\nu(\text{NH}_3) = 700/22,4 = 31,25 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{HBr}) = 530/22,4 = 23,7 \text{ (моль)}$$

Следовательно, в насыщенных при н. у. растворах этих веществ количество аммиака будет в 1,32 раза больше, чем количество бромоводорода.

<i>За расчет массовой доли аммиака</i>	<i>– 5 баллов</i>
<i>За расчет массовой доли бромоводорода</i>	<i>– 5 баллов</i>
<i>За сравнение полученных концентраций</i>	<i>– 2 балла</i>
<i>За расчет количества аммиака</i>	<i>– 3 балла</i>
<i>За расчет массовой доли бромоводорода</i>	<i>– 3 балла</i>
<i>За сравнение полученных количеств</i>	<i>– 2 балла</i>
Максимальное количество баллов за задачу	20 баллов

Задача 9-4.

Один из возможных вариантов решения:

1) Одна жидкость:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O};$
 $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH};$
 $\text{BrF} + \text{F}_2 = \text{BrF}_3$

2) Один газ:
 $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2;$
 $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2;$
 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$

3) Два газа:
 $\text{F}_2 + 2\text{HCl} = 2\text{HF} + \text{Cl}_2;$
 $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$

4) Одно твердое вещество:
 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl};$
 $\text{PH}_3 + \text{HBr} = \text{PH}_4\text{Br};$
 $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 = \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

5) Одно твердое вещество и один газ:
 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = \text{S} + 2\text{HCl};$
 $2\text{HI} + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{HCl}$

<i>За написание каждого уравнения реакции</i>	<i>– 2 балла</i>
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

Задача 9-5.

1. Данные растворы нельзя распознать по внешнему виду, т. к. они все бесцветные. Запаха они тоже не имеют.

Для решения задачи составим таблицу-матрицу, в которую будем заносить в соответствующие квадратики результаты предполагаемого взаимодействия одних веществ с другими:

Условные обозначения: ↓ – осадок; ↑ – газ; бел. – белый; б.ц. – бесцветный; р. – растворяющийся; изб. – избыток.

В-ва	NaOH	Na ₂ CO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	BaCl ₂	H ₂ SO ₄	Pb(NO ₃) ₂
NaOH		–	Al(OH) ₃ ↓ – бел., р. в изб. щелочи	–	H ₂ O + теплота	Pb(OH) ₂ ↓ – бел., р. в изб. щелочи
Na ₂ CO ₃	–		Al(OH) ₃ ↓ – бел. + CO ₂ ↑	BaCO ₃ ↓ – бел.	CO ₂ ↑ – б.ц.	PbCO ₃ ↓ – бел.
Al ₂ (SO ₄) ₃	Al(OH) ₃ ↓ – бел., р. в изб. щелочи	Al(OH) ₃ ↓ – бел. + CO ₂ ↑		BaSO ₄ ↓ – бел.	–	PbSO ₄ ↓ – бел.
BaCl ₂	–	BaCO ₃ ↓ – белый	BaSO ₄ ↓ – белый		BaSO ₄ ↓ – белый	PbCl ₂ ↓ – бел., р. в горячей воде
H ₂ SO ₄	H ₂ O + теплота	CO ₂ ↑ – б.ц.	–	BaSO ₄ ↓ – бел.		PbSO ₄ ↓ – бел.
Pb(NO ₃) ₂	Pb(OH) ₂ ↓ – бел., р. в изб. щелочи	PbCO ₃ ↓ – бел.	PbSO ₄ ↓ – бел.	PbCl ₂ ↓ – бел., р. в горячей воде	PbSO ₄ ↓ – бел.	

Под какими бы номерами не находились растворы веществ в пробирках, логически обоснованным будет следующий ход распознавания:

1) из каждой пробирки нужно взять небольшую порцию раствора, и затем смешать их по схеме:

1+2	1+3	1+4	1+5	1+6
	2+3	2+4	2+5	2+6
		3+4	3+5	3+6
			4+5	4+6
				5+6

2) раствор гидроксида натрия образует с растворами сульфата алюминия и нитрата свинца белые осадки, растворяющиеся в избытке щелочи, а при взаимодействии гидроксида натрия с раствором серной кислоты наблюдается выделение теплоты (2 белых осадка, растворимых в избытке щелочи + теплота);

3) раствор карбоната натрия образует белый осадок с растворами нитрата свинца и хлорида бария, при сливании с раствором серной кислоты выделяется углекислый газ, а при сливании с раствором сульфата алюминия выпадает осадок гидроксида алюминия и выделяется углекислый газ в результате гидролиза образующейся соли (2 белых осадка + газ + осадок и газ);

4) раствор сульфата алюминия образует с растворами хлорида бария и нитрата свинца белые кристаллические осадки, с раствором гидроксида натрия – белый осадок, растворяющийся в избытке щелочи, а при сливании с раствором карбоната натрия выпадает осадок гидроксида алюминия и выделяется углекислый газ в результате гидролиза образующейся соли (2 белых кристаллических осадка + осадок, растворимый в избытке щелочи + осадок и газ);

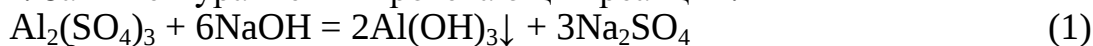
5) раствор хлорида бария образует с растворами карбоната натрия, сульфата алюминия и серной кислоты белые кристаллические осадки, а при сливании с раствором нитрата свинца образуется белый осадок растворимый в горячей воде (3 белых кристаллических осадка + осадок растворимый в горячей воде);

6) раствор серной кислоты образует с растворами хлорида бария и нитрата свинца белые кристаллические осадки, при сливании с раствором карбоната натрия выделяется углекислый газ, а при взаимодействии со щелочью происходит выделение теплоты в результате реакции нейтрализации (2 белых кристаллических осадка + газ + тепло);

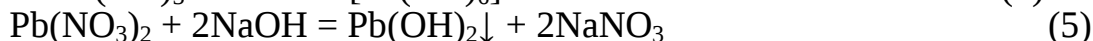
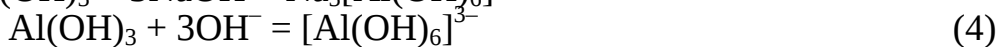
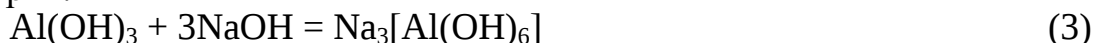
7) раствор нитрата свинца образует с растворами карбоната натрия, сульфата алюминия и серной кислоты белые кристаллические осадки, при сливании с раствором гидроксида натрия – белый осадок, растворяющийся в избытке щелочи, а при взаимодействии с раствором хлорида бария – белый осадок растворимый в горячей воде (3 белых кристаллических осадка + осадок растворимый в избытке щелочи + осадок растворимый в горячей воде).

Следовательно, у каждого из веществ наблюдается индивидуальный аналитический эффект, по которому можно установить, какое вещество находится в каждой пробирке.

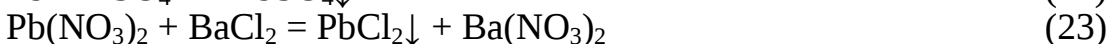
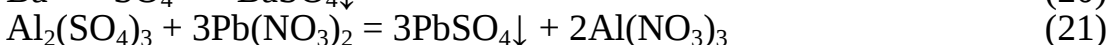
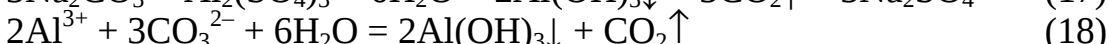
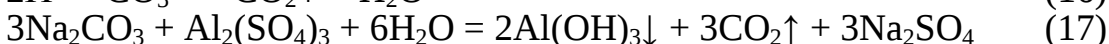
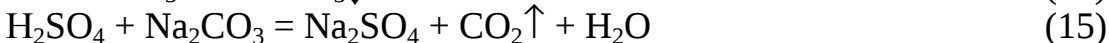
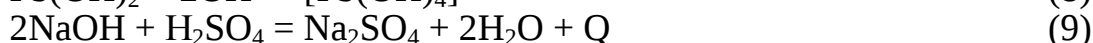
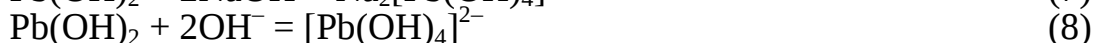
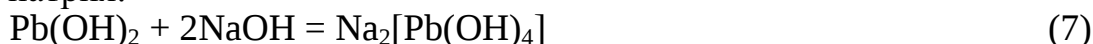
2. Запишем уравнения протекающих реакций:



Осадок гидроксида алюминия растворяется в избытке раствора гидроксида натрия:



Осадок гидроксида свинца (II) растворяется в избытке раствора гидроксида натрия:



За составление таблицы парных смешений – 2 балла

За верную схему смешивания – 1 балл

За методику определения веществ, – по 0,5 балла, всего – 3 балла

За написание уравнений реакций – по 0,5 балла, всего – 14 баллов

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	г	в	а	а	г	а	в	в	б	в

За каждый правильный ответ – 2 балла
Максимальное число баллов за тест – 20 баллов

Задача 10-1

1. Образование белого осадка при пропускании газа **В** в раствор, а затем его растворение должны наводить на мысли о качественной реакции на углекислый газ с образованием нерастворимого карбоната, превращающегося в избытке CO_2 в растворимый гидрокарбонат. Следовательно, газ **В** – оксид углерода (IV). Реактивом на углекислый газ является известковая вода – раствор гидроксида кальция, который можно получить при добавлении воды к оксиду кальция (вещество **З**).

2. Исходя из описанных превращений и подсказки, можно сделать вывод, что вещество **А** – гидрокарбонат натрия (питьевая сода), вещество **Б** – карбонат натрия (кальцинированная сода), а вещество **Д** – гидроксид натрия (каустическая сода). Вещество **Г** – продукт термического разложения гидрокарбоната натрия – представляет собой воду (в парообразном состоянии).

3. Основную сложность в задаче может представлять установление вещества **Е** – растворимой соли кальция, которая дает осадок при взаимодействии с раствором карбоната натрия. Для этого определим газ **К**, исходя из его плотности по воздуху: $M(\text{К}) = 1,1 \cdot M(\text{воздуха}) = 1,1 \cdot 29 = 32 \text{ (г/моль)}$. Следовательно, этот газ – кислород.

Из растворимых солей кальция только нитрат разлагается с выделением кислорода, а значит, вещество **Е** – нитрат кальция.

Таким образом,

А – гидрокарбонат натрия NaHCO_3 ; В – оксид углерода (IV) CO_2 ; Д – гидроксид натрия NaOH ; Ж – карбонат кальция CaCO_3 ; И – гидрокарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;	Б – карбонат натрия Na_2CO_3 ; Г – вода H_2O ; Е – нитрат кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; З – оксид кальция CaO , К – кислород O_2 .
--	--

4. Уравнения описанных процессов:

1) $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (температура 250–300°C)

2) $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$

4) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ (температура 900°C)

5) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

7) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

8) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

9) $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$

10) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

11) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2\uparrow$ (температура 450–500°C)

За определение веществ **А–И** по 0,5 балла, всего – 5 баллов

За написание уравнений реакций **1–11** по 1 баллу, всего – 11 баллов

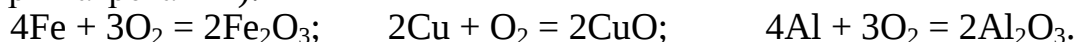
За расчет молярной массы газа **И** – 1 балл

За тривиальные названия веществ **А, Б и Д** по 1 баллу, всего – 3 балла

Максимальное число баллов за задачу 20 баллов

Задача 10-2

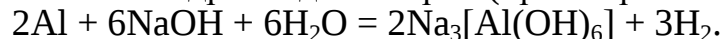
1. Окисление компонентов смеси кислородом (первые две реакции протекают при нагревании):



2. Взаимодействие с соляной кислотой:



3. Взаимодействие с гидроксидом натрия (при нагревании):



Исходя из количества водорода, выделившегося в данной реакции, определим количество и массу алюминия в смеси.

$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m(\text{H}_2)} = \frac{1,12 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,05 \text{ моль};$$

$v(\text{H}_2) : v(\text{Al}) = 3 : 2$, следовательно,

$$m(\text{Al}) = v(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,9 \text{ г.}$$

4. Количество хлороводорода, вступившего в реакцию со смесью:

$$v(\text{HCl}) = C(\text{p-ра HCl}) \cdot V(\text{p-ра HCl}) = 5 \text{ моль/л} \cdot 0,12 \text{ л} = 0,6 \text{ моль.}$$

$v(\text{HCl}) : v(\text{Al}) = 3 : 1$, следовательно, $v(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль}$.

На реакцию с железом израсходовалось

$$v^*(\text{HCl}) = 0,6 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль, значит, } v(\text{Fe}) = 0,25 \text{ моль.}$$

Масса железа в смеси $m(\text{Fe}) = v(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 14 \text{ г}$.

5. С порцией смеси металлов прореагировал кислород в количестве:

$$v(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m(\text{O}_2)} = \frac{5,32 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2375 \text{ моль.}$$

Исходя из соотношений количеств веществ по уравнениям реакций, с железом прореагировало $v^*(\text{O}_2) = 0,1875 \text{ моль}$, а с алюминием – $v^{**}(\text{O}_2) = 0,025 \text{ моль}$.

С медью в реакцию вступил кислород, количество которого составило:

$$v^{***}(\text{O}_2) = 0,2375 \text{ моль} - 0,1875 \text{ моль} - 0,025 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль, значит,}$$

$v(\text{Cu}) = 0,05 \text{ моль}$, а масса меди в смеси $m(\text{Cu}) = v(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 3,2 \text{ г}$.

6. Массовые доли компонентов в смеси найдем по формуле:

$$\omega = \frac{m(\text{Me})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%,$$

получим: $\omega(\text{Fe}) = 77,35\%$, $\omega(\text{Cu}) = 17,68\%$, $\omega(\text{Al}) = 4,97\%$.

За написание уравнений реакций 1–5 по 1 баллу, всего

– 5 баллов

За написание уравнения реакции 6

– 3 балла

За определение количеств металлов – по 3 балла, всего

– 9 баллов

За расчет массовых долей компонентов в смеси

– 3 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 10-3

1. Вещества X_1 и X_2 – углеводороды с известной массовой долей углерода, найдем их формулы. Для X_1 :

$$v(\text{C}) : v(\text{H}) = \frac{\omega(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{\omega(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{80,00}{12} : \frac{20,00}{1} = 6,67 : 20,00 = 1 : 3 = 2 : 6.$$

Следовательно, вещество X_1 – этан C_2H_6 .

Аналогично для вещества X_2 :

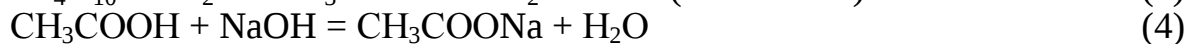
$$v(\text{C}) : v(\text{H}) = \frac{\omega(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{\omega(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{82,76}{12} : \frac{17,24}{1} = 6,90 : 17,24 = 1 : 2,5 = 4 : 10.$$

Значит, вещество X_2 – бутан C_4H_{10} .

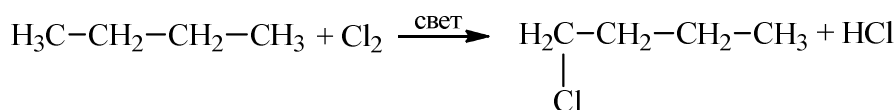
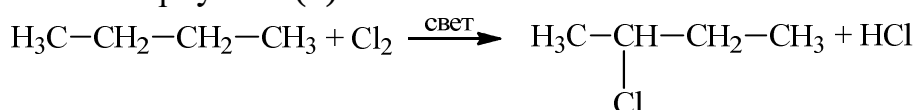
2. При хлорировании этана на свету получается хлорэтан (вещество A_1), из которого бутан можно получить синтезом Вюрца:



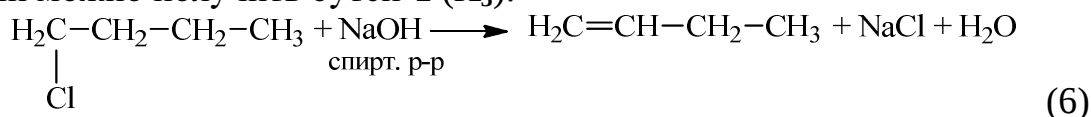
3. Окислением бутана можно получить уксусную кислоту (вещество B), которая при взаимодействии с раствором щелочи образует ацетат натрия и воду (реакция нейтрализации):



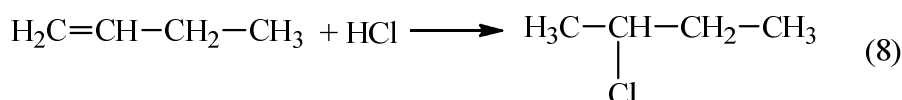
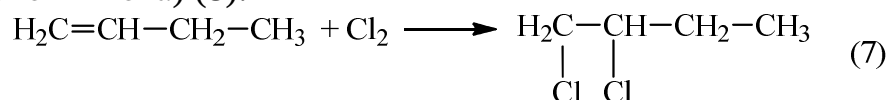
4. Хлорирование алканов (в отличие от бромирования) не является стереоспецифичным, т. е. при монохлорировании на свету получается смесь 1-хлорбутана и 2-хлорбутана (5):



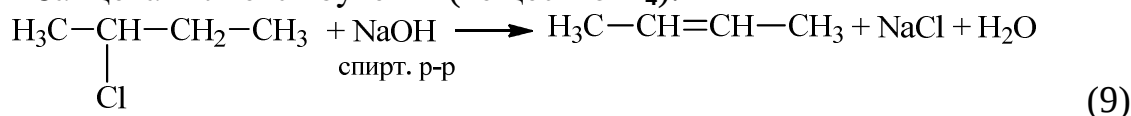
Исходя из последующих превращений, делаем вывод, что вещество A_2 представляет собой 1-хлорбутан, из которого действием спиртового раствора щелочи можно получить бутен-1 (X_3):



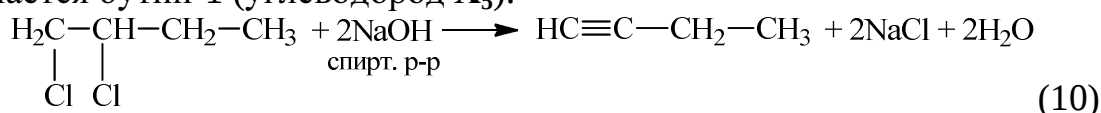
Взаимодействие бутена-1 с хлором и хлороводородом приведет соответственно к 1,2-дихлорбутану (вещество A_4) (7) и 2-хлорбутану (вещество A_3 , правило Марковникова) (8):



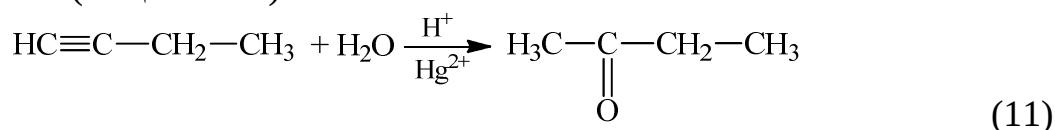
Так как при действии щелочи на соединение A_3 образуется углеводород, то раствор щелочи взят спиртовый, а продуктом реакции в соответствии с правилом Зайцева является бутен-2 (вещество X_4):



Аналогично, при действии спиртового раствора щелочи на соединение A_4 получается бутин-1 (углеводород X_5):



Бутин-1 вступает в реакцию гидратации в кислой среде в присутствии катализатора – ионов ртути Hg^{2+} (реакция Кучерова). Продуктом реакции является бутанон (вещество C):

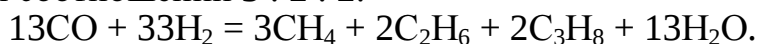


Бутин-1 обладает кислотными свойствами и может образовывать соли:
 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3\downarrow + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \quad (12)$
 Серебряная соль (бутирид серебра) – вещество **D**.

За вывод формул веществ X_1, X_2 (с расчетом) по 2 балла, всего – 4 балла
 За объяснение формулы вещества A_2 – 3 балла
 За написание уравнений реакций 1–11 по 1 баллу, всего – 11 баллов
 За написание уравнения реакции (12) – 2 балла
Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-4

1. Запишем суммарное уравнение образования смеси метана, этана и пропана в молярном соотношении 3 : 2 : 2:



2. Пусть в исходной смеси был 1 моль оксида углерода (II) и 2 моль водорода, т.е. $v_1(\text{газов}) = 3$ моль.

С учетом степени превращения в реакцию вступил угарный газ в количестве 0,1 моль.

3. Определим количественный состав смеси после протекания реакции:

$$v_{\text{непрореагир.}}(\text{CO}) = 1 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,9 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2) = 2 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} \cdot \frac{33}{13} = 1,75 \text{ моль};$$

$$v(\text{CH}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot \frac{3}{13} = 0,23 \text{ моль};$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_6) = v(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,1 \text{ моль} \cdot \frac{2}{13} = 0,015 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{прореагир.}}(\text{CO}) = 0,1 \text{ моль}.$$

4. Суммарное количество газов до реакции 3 моль, а после протекания реакции:
 $v_2(\text{газов}) = 0,9 \text{ моль} + 1,75 \text{ моль} + 0,23 \text{ моль} + 2 \cdot 0,015 \text{ моль} + 0,1 \text{ моль} =$
 $= 2,8 \text{ моль}.$

5. Общее давление смеси пропорционально количеству газов, образующих данную смесь $pV = \nu RT$ (уравнение Менделеева-Клапейрона). В условиях задачи температура и объем системы постоянны, R – универсальная газовая постоянная. Количество газов уменьшилось, а значит, и давление газов в сосуде постоянного объема уменьшилось в

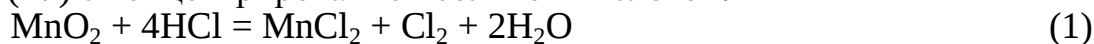
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{3}{2,8} = 1,07 \text{ раза}$$

(здесь p_1 – давление газовой смеси до реакции, а p_2 – давление газовой смеси по окончании реакции).

За написание суммарного уравнения реакции – 3 балла
 За расчет состава смеси после окончания реакции – 12 балла
 За расчет изменения давления – 5 баллов
Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-5.

1. Для получения хлора в лаборатории используют реакцию оксида марганца (IV) с концентрированной соляной кислотой:



ВНИМАНИЕ!!! Хлор – ядовитый газ! Все опыты с ним можно проводить **только под тягой!!!**

Прибор для получения и собирания хлора может выглядеть так, как показано на рис. 5.

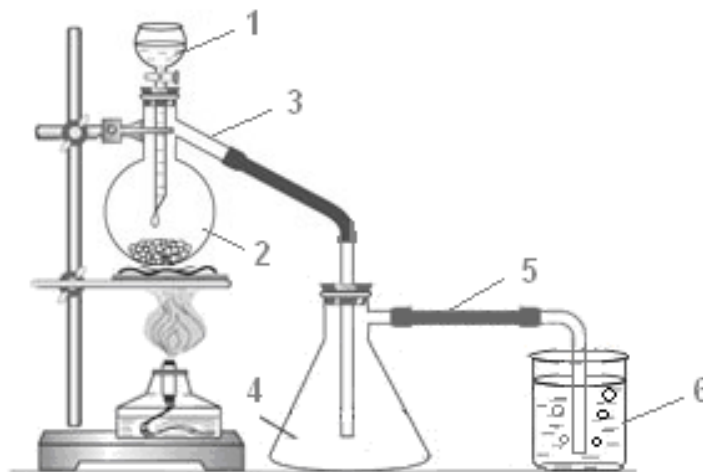


Рис. 5. Прибор для получения и собирания хлора (пояснения в тексте)

В круглодонную колбу, или в колбу Вюрца (2), закрепленную в лапке штатива, помещают черный порошок оксида марганца (IV). Колбу закрывают пробкой, снабженную капельной воронкой (1) и газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки (3) помещают в надежно закрытый приемник газа (4). Пробка приемника имеет вторую газоотводную трубку (5), конец которой помещают в стакан (6), наполненный раствором щелочи для предотвращения попадания хлора в атмосферу кабинета. В капельную воронку наливают концентрированную соляную кислоту. При открытии крана на капельной воронке кислота попадает в колбу, начинается взаимодействие с диоксидом марганца. Для ускорения выделения газа, колбу можно нагреть пламенем горелки или спиртовки через асбестовую сетку.

2. Хлор при нормальных условиях – ядовитый газ желто-зеленого цвета, с резким запахом, почти в 2,5 раза тяжелее воздуха. Хорошо растворим в неполярных растворителях, хуже в воде.

3. Хлор – одно из наиболее химически активных простых веществ, он непосредственно взаимодействует со всеми металлами и большинством неметаллов (образуя хлориды), лишь реакция хлора с кислородом, азотом и ксеноном требует специальных методов активации – ультрафиолетового облучения или электрического разряда, в остальных случаях достаточно простого нагревания.

Исходя из имеющихся реактивов, можно показать взаимодействие хлора с простыми веществами (красным фосфором и железом), а также со сложными веществами (гидроксидом натрия):

1). В ложку для сжигания веществ помещаем немного красного фосфора. Опускаем ложку с фосфором в цилиндр, наполненный хлором. Происходит самовозгорание фосфора. Фосфор горит слабым зеленоватым пламенем. Сосуд наполняется белым дымом, на стенках цилиндра оседают хлориды фосфора. В зависимости от соотношения реагирующих веществ, может получаться хлорид фосфора (III) или хлорид фосфора (V):

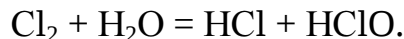


2). Нагретое железо хорошо взаимодействует с хлором. Нагреем железную проволоку (спираль) в пламени горелки и опустим ее в сосуд, наполненный хлором. В цилиндре появляется бурый дым, состоящий из кристаллов хлорида железа (III):



Стоит отметить, что при отсутствии влаги хлор на железо практически не действует.

3). При растворении хлора в воде образуются две кислоты: хлороводородная, или соляная, и хлорноватистая:

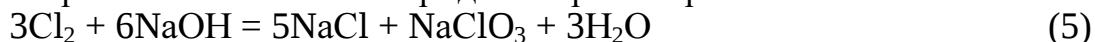


При взаимодействии хлора с холодным раствором гидроксида натрия образуются соответствующие соли этих кислот – хлорид и гипохлорит натрия:



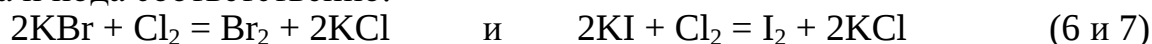
Полученный раствор называют жавелевой водой.

С горячим раствором щелочи хлор образует соответствующие соли соляной и хлорноватой кислот – хлорид и хлорат натрия:



4. Для сравнения окислительных свойств галогенов можно провести реакции хлора с растворами бромида и иодида калия.

При пропускании газообразного хлора в растворы бромида и иодида калия происходит изменение окраски, вследствие образования молекулярного брома и иода соответственно:



Полученные галогены можно экстрагировать, добавив в сосуд небольшое количество неполярного органического растворителя, например, эфира. При этом бром окрашивает слой эфира в желто-оранжевый, а иод – в фиолетовый цвет. Полученные результаты доказывают, что окислительные свойства хлора значительно выше, чем у брома и иода.

За написание уравнений реакции по 1 баллу, всего

– 7 баллов

За описание прибора для получения хлора

– 4 балла

(Без указания техники безопасности оценка снижается до 2 баллов).

За описание физических свойств хлора

– 1 балл

За описание взаимодействия хлора с железом и фосфором – по 1 баллу, всего

– 2 балла

За описание взаимодействия хлора с растворами галогенидов

с индикацией продуктов реакции – по 2 балла, всего

– 4 балла

За вывод о сравнении окислительных свойств галогенов

– 2 балла

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	в	г	б	г	г	а	г	б	а	а

За каждый правильный ответ

– 2 балла

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов

Задача 11-1.

Смотри решение задачи 10-1.

Задача 11-2.

1. Символы реакций обозначают следующее:

– $\text{S}_{\text{E}}2$ – реакция электрофильного замещения бимолекулярная;

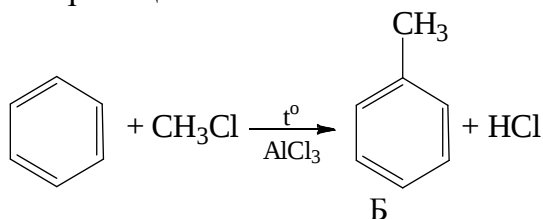
– S_R – реакция радикального замещения;

– S_{N1} – реакция нуклеофильного замещения мономолекулярная.

2. Вещество А – это бензол, т. к. конечный продукт превращений содержит ядро бензола.

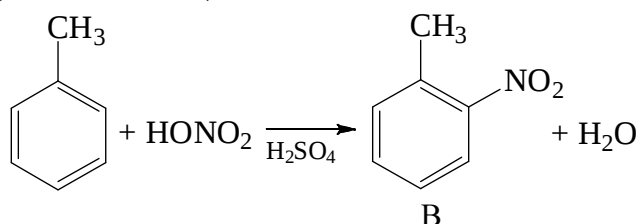
3. Составим уравнения реакций:

1)



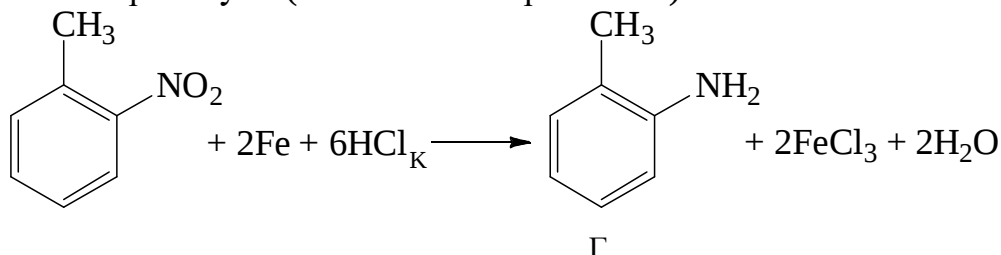
Вещество Б – толуол (метилбензол)

2)



Вещество В – о-нитротолуол (1-метил-2-нитробензол).

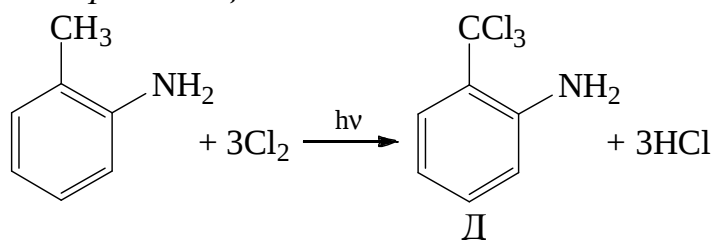
3)



Вещество Г – о-толуидин (1-амино-2-метилбензол).

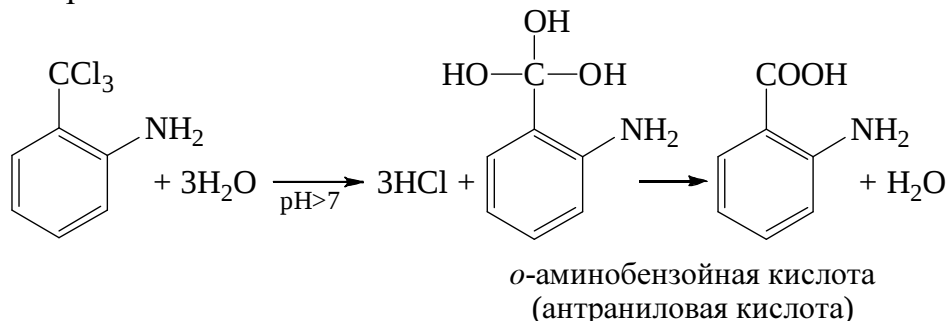
Внимание! Если написано уравнение с образованием хлорида железа (II), оно засчитывается как верное и оценивается максимальным числом баллов.

4)



Вещество Д – о-трихлорметиламинобензол.

5)



Полученное вещество – антраниловая кислота

За определение вещества А с обоснованием рассуждений

– 2 балла

За расшифровку символов реакций – по 1 баллу, всего

– 3 балла

За написание уравнений реакций – по 2 балла, всего

– 10 баллов

За название веществ – по 1 баллу, всего

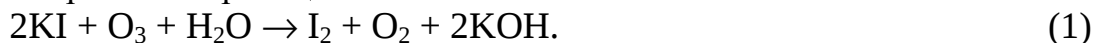
– 5 баллов

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 11-3.

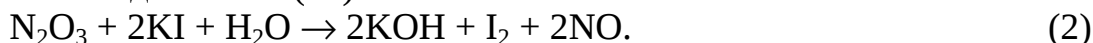
1. Уравнение реакции:



Крахмал с образовавшимся в этой реакции иодом образует соединения включения (клатраты). Такие соединения окрашены в характерные цвета – синий для амилозы и красный для амилопектина. Молекулы амилозы в этих комплексах образуют вокруг молекулы иода спираль, каждый виток которой содержит 6 остатков глюкозы.

2. Уравнения реакций иодида калия с другими окислителями:

– с оксидом азота (III):



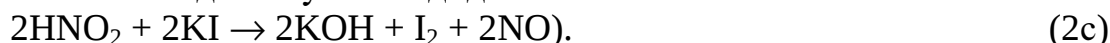
(Оксид азота (III) существует в твердом состоянии (ниже -100°C). В жидком и парообразном состояниях он в значительной степени диссоциирован за счет диспропорционирования:



При взаимодействии с водой равных объемов NO и NO₂ образуется неустойчивая азотистая кислота:



Далее она взаимодействует с иодидом калия:



– с пероксидом водорода:



3. С помощью иодокрахмальной бумажки можно определять, например, хлор, пары брома:



4. Запишем уравнения реакций:



В соответствии с уравнением (6) при реакции иодида калия с 1 моль дихромата калия образуется 3 моль иода. Тогда согласно уравнению (7), на титрование этого количества иода необходимо 6 моль тиосульфата натрия.

В 30,00 мл раствора тиосульфата натрия содержится:

$$v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{30,00 \text{ мл} \cdot 0,1 \text{ моль/л}}{1000} = 0,003 \text{ моль}.$$

Следовательно, это количество тиосульфата натрия пошло на титрование иода, образованного при реакции с иодидом калия дихромата калия количеством:

$$v(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,003 \text{ моль} : 6 = 0,0005 \text{ моль};$$

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,0005 \text{ моль} \cdot 294 \text{ г/моль} = 0,147 \text{ г}.$$

*За написание уравнений реакций 1–3, 6, 7 – по 2 балла, всего – 10 баллов
(для реакции с N₂O₃ засчитывается либо уравнение (2), либо уравнения (2a)–(2c))*

*За написание уравнения (4), (5) или любого другого,
отвечающего условию задачи – 2 балла*

За объяснение изменения окраски – 2 балла

За расчет массы дихромата калия – 6 баллов

(за любой логически верный способ решения, приводящий к верному результату)

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 11-4.

1. По данным о температуре кипения раствора можно рассчитать молярную массу «эфирного горькоминдального масла». Для этого преобразуем приведенную в примечании к п. 1 условия задачи формулу:

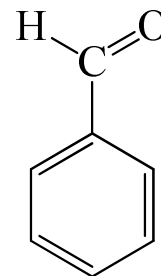
$$\Delta t_{\text{кип}} = E \cdot C_m = E \frac{v(b - v_a)}{m(p - \text{рителя})} = E \frac{m(b - v_a)}{M(b - v_a) \cdot m(p - \text{рителя})}, \text{ отсюда:}$$

$$M_{(B-A)} = \frac{E \cdot m_{(B-A)}}{\Delta t_{\text{кип}} \cdot m_{(P-\text{рителя})}};$$

$$M_{(B-Ba)} = \frac{1000 \cdot 2,14 \text{ К} \cdot \text{г/моль} \cdot 1,612 \text{ г}}{(35,925 - 35,6) \cdot 100 \text{ г}} \approx 106 \text{ г/моль}.$$

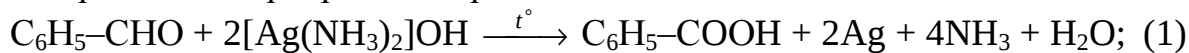
В 1 моль данного вещества содержится $106 \cdot 0,7924 = 84$ г (7 моль атомов) углерода, а оставшаяся масса ($106 - 84 = 22$ г) приходится на водород и кислород (возможно, азот). Более 1 моль атомов кислорода или азота в 1 моль вещества быть не может ($22 : 16 = 1,375$; $22 : 14 = 1,57$). Анализ описанных в задаче химических свойств вещества позволяет сделать вывод о том, что это альдегид, а значит в молекулах содержатся атомы кислорода, а не азота.

Таким образом, в одной молекуле «эфирного горькоминдального масла» содержится 7 атомов углерода, 1 атом кислорода и $22 - 16 = 6$ атомов водорода. Эмпирическая формула вещества – C_7H_6O . Соотношение атомов в молекуле $[n(C) : n(H) : n(O) = 7:6:1]$ свидетельствует о том, что данное соединение крайне ненасыщенное и относится к ароматическим. Единственно возможная структура «эфирного горькоминдального масла»:



2. Современное название «эфирного горькоминдального масла» – бензальдегид. Уравнения реакций:

– реакция «серебряного зеркала»:

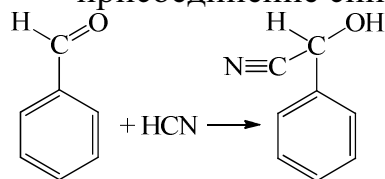


Внимание! Если написано уравнение с образованием бензоата аммония, оно засчитывается как верное, и оценивается максимальным числом баллов.

– реакция Троммера:

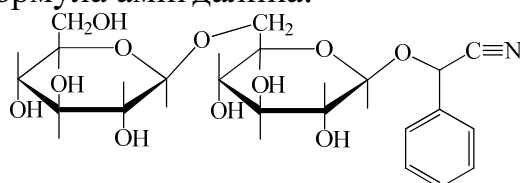


– присоединение синильной кислоты:

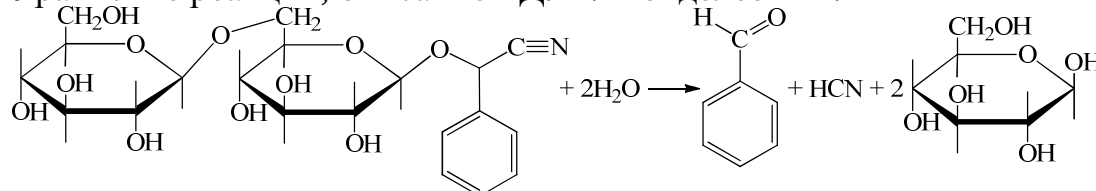


(4)

3. Структурная формула амигдалина:



Уравнение реакции, описанной Д. И. Менделеевым:



За определение структуры «эфирного горькоминдального масла»	– 6 баллов
За название «эфирного горькоминдального масла»	– 2 балла
За уравнения реакций 1, 4 – по 2 балла, всего	– 4 балла
За уравнения реакций 2, 3 – по 1 баллу, всего	– 2 балла
(В обоих случаях оцениваются уравнения реакций, а не схемы!)	
За структурную формулу амигдалина	– 4 балла
За уравнение реакции, описанной Д. И. Менделеевым	– 2 балла
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

Задача 11-5.

1. Этилэтаноат – сложный эфир, продукт взаимодействия этанола (этилового спирта) и этановой (уксусной) кислоты.

Прибор для получения сложного эфира может выглядеть следующим образом (рис. 6).

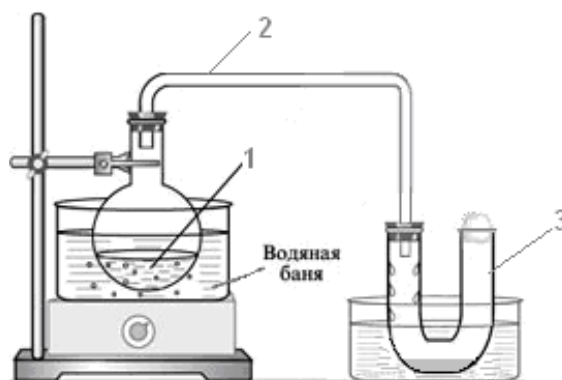


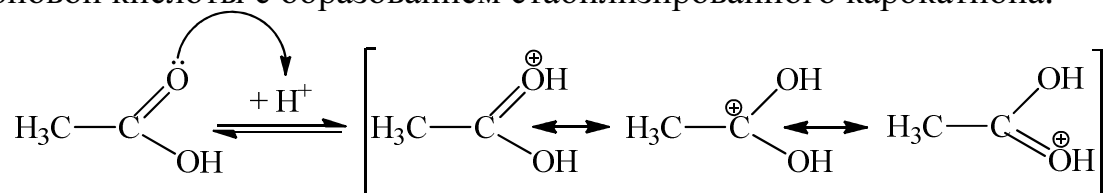
Рис. 6. Прибор для получения этилэтаноата (пояснения в тексте)

В реакционную колбу (1), закрепленную в лапке штатива, помещают смесь реагентов – уксусную кислоту, этиловый спирт и серную кислоту. Колбу закрывают пробкой с газоотводной пробкой (2), конец которой опускают в U-образную трубку-приемник (3). Смесь реагентов осторожно нагревают на водяной бане. Происходит реакция этерификации, в результате которой образуется сложный эфир. Этилэтаноат представляет собой подвижную жидкость с неприятным сладковатым запахом. Так как температура кипения этилэтаноата меньше, чем у компонентов смеси, эфир будет испаряться. Пары эфира по длинной газоотводной трубке попадают в приемник, где и конденсируются.

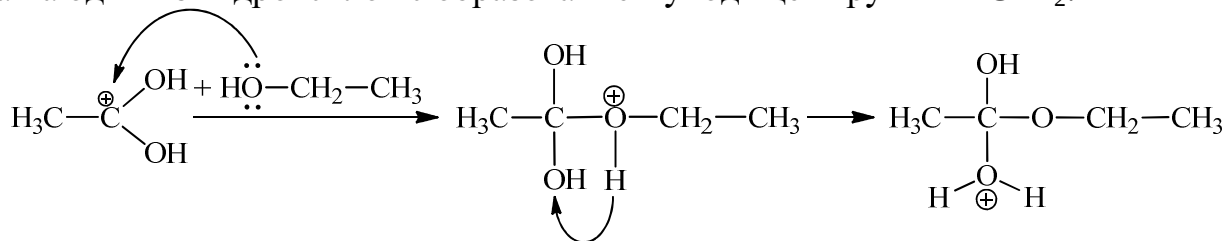
Этилэтаноат обычно содержит в качестве примеси воду, спирт и уксусную кислоту. Для их удаления его промывают равным объемом 5%-ного раствора карбоната натрия, сушат хлоридом кальция и перегоняют.

Внимание! Засчитывается любое аппаратное оформление процесса, позволяющее практически осуществить реакцию этерификации и выделить нужный продукт.

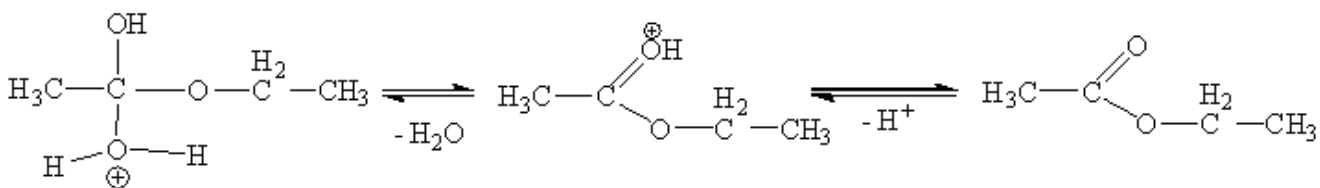
2. Механизм реакции этерификации: реакция этерификации протекает в условиях кислотного катализа (катализатором служит концентрированная серная кислота) и проходит по механизму нуклеофильного замещения. На первой стадии происходит протонирование атома кислорода карбонильной группы карбоновой кислоты с образованием стабилизированного карбокатиона:



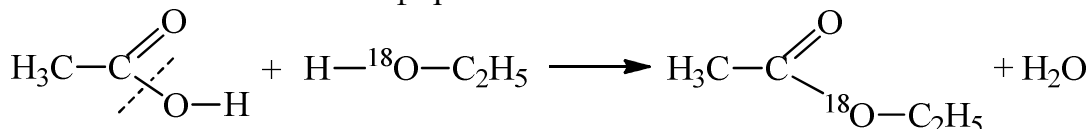
После этого происходит нуклеофильная атака атома кислорода гидроксильной группы спирта на карбониевый центр с образованием алкилоксониевого иона, эта стадия является лимитирующей, т. е. ограничивающей скорость данного процесса. Затем в алкилоксониевом ионе происходит миграция протона на один из гидроксильных с образованием уходящей группы – O^+H_2 :



Завершающей стадией является отщепление промежуточного продукта присоединения воды и протона – катализатора с образованием сложного эфира:

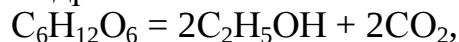


Механизм реакции подтвержден экспериментом с использованием изотопных меток: при использовании спирта, меченного изотопом ^{18}O , метка оказывается в составе сложного эфира:

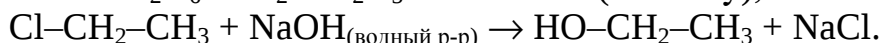
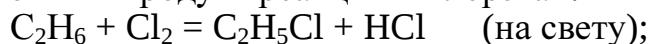


Таким образом, в реакции этерификации карбоновая кислота выступает в роли основания, спирт проявляет кислотные свойства, а концентрированная серная кислота является не просто водоотнимающим средством, но и катализатором.

3. Получить этиловый спирт можно, например, реакцией спиртового брожения глюкозы при участии дрожжей:



или через промежуточный продукт реакции – хлорэтан:



4. Получить уксусную кислоту можно окислением этилового спирта, причем промежуточным продуктом окисления будет являться уксусный альдегид:



Внимание! Засчитываются любые верно составленные уравнения химических реакций (не схемы!), отвечающие условию и позволяющие получить этанол и уксусную кислоту.

За описание методики эксперимента для получения эфира – 5 баллов
(без упоминания о серной кислоте оценка снижается до 3 баллов)

За написание уравнения реакции этерификации – 2 балла

За написание механизма реакции этерификации – 5 баллов

За указание роли спирта и кислот – по 1 баллу, всего – 3 балла

За уравнения получения этанола – 2 балла

За уравнения получения уксусной кислоты – 3 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 11 класса – 120 баллов