



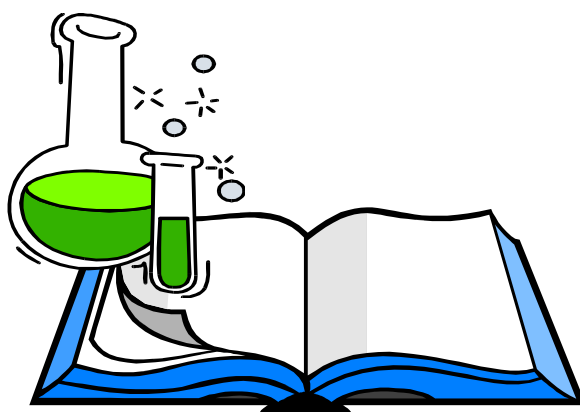
Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

ХИМИЯ, 2017

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

в Кировской области
в 2017/2018 учебном году



**Киров
2017**

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 2017–2018 учебном году / Сост. М. А. Бакулева, М. А. Зайцев, А. Н. Лямин, О. В. Навалихина, И. А. Токарева// Под ред. Е. В. Бересневой, М. А. Зайцева, Р. В. Селезенева. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2017. – 28 с.

Авторы, составители

Бакулева М. А. методист ЦДООШ;
Зайцев М. А. к.п.н., доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
Лямин А. Н. к.п.н., старший преподаватель кафедры предметных областей КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области»;
Навалихина О. В. учитель химии КОГОАУ «Лицей естественных наук»;
Токарева И. А. старший преподаватель кафедры менеджмента и товароведения ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России.

Рецензенты:

Береснева Е. В. к.п.н., профессор кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
Зайцев М. А. к.п.н., доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
Селезнев Р. В. инженер кафедры химии и технологии переработки полимеров ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет».

Подписано в печать 16.10.2017

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

Тираж 890 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников», Киров, 2017.

© Бакулева М. А., Зайцев М. А., Лямин А. Н., Навалихина О. В., Токарева И. А., 2017.

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 председатель 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 2017–2018 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.

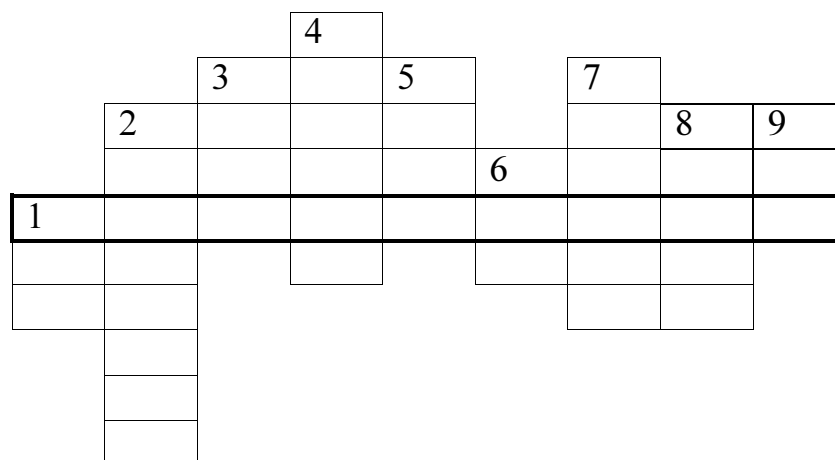
ВОСЬМОЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Химический элемент кислород входит в состав всех:
а) сульфидов; б) оксидов; в) солей; г) кислот.
2. Одинаковые количества различных веществ имеют:
а) равные массы; б) равные объемы;
в) равное число структурных единиц; г) одинаковые свойства.
3. Для фильтрования раствора не используют:
а) воронку; б) фильтровальную бумагу;
в) ступку; г) химический стакан.
4. Верны ли следующие правила техники безопасности при работе в кабинете химии?
А) Для проведения опытов можно брать любые количества веществ.
Б) Для проведения опытов необходимо использовать небольшие количества веществ.
а) верно только А; б) верно только Б;
в) верны оба; г) оба не верны.
5. Во фразе «зубная паста с фтором» под словом «фтор» понимается:
а) химический элемент; б) простое вещество;
в) атомы фтора; г) молекулы фтора.
6. Запись «5NO» означает:
а) 5 атомов вещества; б) 5 частей смеси азота и кислорода;
в) 5 молекул вещества; г) 5 атомов азота и 1 атом кислорода.
7. Выберите перечень веществ, в котором все элементы имеют валентность равную (I):
а) NaCl, HBr, KF; б) AlCl₃, MgF₂;
в) NaF, HCl, Cu₂O; г) Fe₂O₃, MgO, CaCl₂.
8. Установите соответствие между уравнением реакции и типом химической реакции
- | Уравнение | Тип реакции |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 1) $O_2 + 4NO_2 + 2H_2O = 4HNO_3$ | А) реакция разложения |
| 2) $AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$ | Б) реакция соединения |
| 3) $CaCO_3 = CaO + CO_2$ | В) реакция замещения |
| 4) $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$ | Г) реакция обмена |
- а) 1) – Б, 2) – В, 3) – Г, 4) – А; б) 1) – А, 2) – В, 3) – Б, 4) – Г;
в) 1) – В, 2) – Г, 3) – Д, 4) – А; г) 1) – Б, 2) – Г, 3) – А, 4) – В.
9. Сумма коэффициентов в уравнении реакции водорода с кислородом равна:
а) 2; б) 3; в) 4; г) 5.
10. Массовая доля кислорода в диоксиде серы SO₂ составляет:
а) 100%; б) 50%; в) 25%; г) 10%.

Задачи

Задача 8-1. Разгадайте кроссворд и запишите ответы в вертикальные столбцы. В выделенной горизонтальной строке появится еще одно слово (так называют вещества, способные светиться под воздействием внешних факторов).



1. Твердое состояние воды.
2. Этот металл входит в состав сплавов используемых в авиационной и авиакосмической промышленности.
3. Простое вещество, неметалл, жидкое при нормальных условиях.
4. Этим веществом были заменены серебряные проволочки и свинцовые палочки, используемые художниками и учащимися.
5. Окисляет примеси органических веществ и обеззараживает воздух, придавая приятную свежесть (запах грозы).
6. Раствором этого вещества обрабатывают раны.
7. Это светящееся в темноте вещество сначала было названо «холодным огнём». Вторичное название этого вещества происходит от греческих слов «φῶς» – свет и «φέρω» – несу.
8. При понижении температуры воздуха ниже 0°C этот белый металл переходит в модификацию серого цвета. Это явление послужило одной из причин поражения армии Наполеона в России, так как пуговицы на одежде французских солдат и пряжки для ремней потрескались и превратились в серый порошок.
9. Газообразное состояние воды.

Задача 8-2. Первый элемент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева при обычных условиях образует простое вещество (А), образованное двухатомными молекулами. Это очень легкий, не имеющий запаха, бесцветный газ. Вступая во взаимодействие с хлором (реакция 1), бесцветный газ образует газообразное вещество – (Б), при растворении которого образуется кислота (В). Смесь бесцветного газа с кислородом называется газ (Г). При поджигании этой смеси (реакция 2) образуется (Д). При особых условиях бесцветный газ может взаимодействовать с серой (реакция 3), в результате чего образуется дурно пахнущий газ (Е). При нагревании бесцветный газ реагирует с металлами. Например, при его реакции с натрием (реакция 4), образуется натрия (Ж).

Задание:

1. Назовите вещества А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, зашифрованные в задании.
2. Приведите формулы веществ, указанных буквами А, Б, Д, Е, Ж.
3. Составьте уравнения реакций 1, 2, 3, 4.

Задача 8-3. Самыми древними сплавами, изготавливаемыми людьми, были сплавы меди, например, бронза. Первые бронзовые изделия датируются III тысячелетием до н.э. Из бронзы изготавливалось все: посуда, оружие, монеты и разнообразные украшения. Античные греческие скульпторы использовали бронзу для отливки статуй. Основной легирующий компонент бронзы – олово. Олово придает меди особые качества – легкоплавкость, твердость и упругость.

Задание: Рассчитайте массовые доли металлов в составе бронзы, если при растворении 10 г сплава в соляной кислоте выделилось 94 мл легкого бесцветного газа.

Задача 8-4. Элементы А и Б расположены во II периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Известно, что ядро атома элемента А содержит 3 протона, а ядро атома элемента Б содержит 8 протонов. В результате реакции простых веществ, образованных элементами А и Б, получается соединение, которое при взаимодействии с водой образует раствор, в котором индикатор лакмус окрашивается в синий цвет. Простое вещество, образованное элементом Б, может реагировать с простым веществом, образованным элементом В, принадлежащим к тому же периоду. В ядре атома элемента В содержится 6 протонов. При добавлении лакмус в раствор, образующийся при взаимодействии соединения элементов Б и В с водой, появляется красная (розовая) окраска. Соединение элементов А и Б реагирует с соединением элементов Б и В, образуя соль, мало растворимую в воде.

Задание:

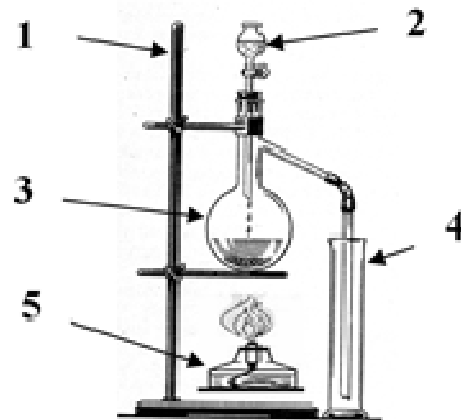
1. Определите элементы А, Б и В.
2. Укажите число нейтронов и электронов, содержащихся в атомах этих элементов.
3. Составьте уравнения описанных реакций.
4. Дайте названия продуктам реакций.
5. Дайте определение понятия индикатор.

Задача 8-5. Специальный сосуд по очереди заполняли газами (при н.у.) и взвешивали. Массы этого сосуда, заполненного углекислым газом, азотом и неизвестным газом А, составили соответственно: 48,8г, 45,6г, 54,2г.

Задание:

1. Рассчитайте молярную массу неизвестного газа А.
2. Определите, о каком газе идет речь, если известно, что это простое вещество, образованное двухатомными молекулами. Газ имеет специфический запах и цвет. Приведите химическую формулу газа А и дайте ему название.
3. Составьте уравнения реакций газа А со следующими веществами: водородом, фосфором, медью и железом. Дайте названия образующимся веществам.
4. Рассмотрите рисунок установки для получения газа А в лаборатории. Перечислите оборудование, указанное на рисунке цифрами **1, 2, 3, 4.**

5. Приведите уравнение одной из возможных реакций, с помощью которой можно получить газа А в лабораторных условиях, используя данное оборудование.



Задачи

Задача 9-1. Три идентичных сосуда (равного объема и равной массы) содержат газы, находящиеся при одинаковых условиях. Первый сосуд, заполненный кислородом, имеет массу 33,45 г. Масса второго, заполненного гелием, составляет 27,85 г. Третий сосуд содержит смесь 20% (по объему) гелия и неизвестного газа и имеет массу 30,41 г.

Задание:

1. Определите неизвестный газ.
2. Ответ подтвердите расчетами.

Задача 9-2. Простое вещество **А** прореагировало полностью при нагревании с бесцветным газообразным веществом **Б**, плотность по гелию которого равна 0,5 (реакция 1). В результате реакции получили ядовитый газ **В**. Известно, что газ **В** имеет неприятный запах, плохо растворяется в воде и горит с образованием пламени голубого цвета (реакция 2). Газ **В** собрали и пропустили через раствор хлорида меди(II) (реакция 3). Полученный черный осадок **Г** подвергли обжигу (реакция 4). Образовавшийся газ **Д** с резким запахом окислили кислородом при нагревании в присутствии катализатора (реакция 5) и продукт реакции **Е** растворили в воде (реакция 6). К половине полученного бесцветного раствора вещества **Ж** добавили раствор хлорида бария. При этом выпал белый осадок вещества **З** (реакция 7). К другой половине бесцветного раствора вещества **Ж** добавили лакмус. При этом раствор покраснел.

Задание:

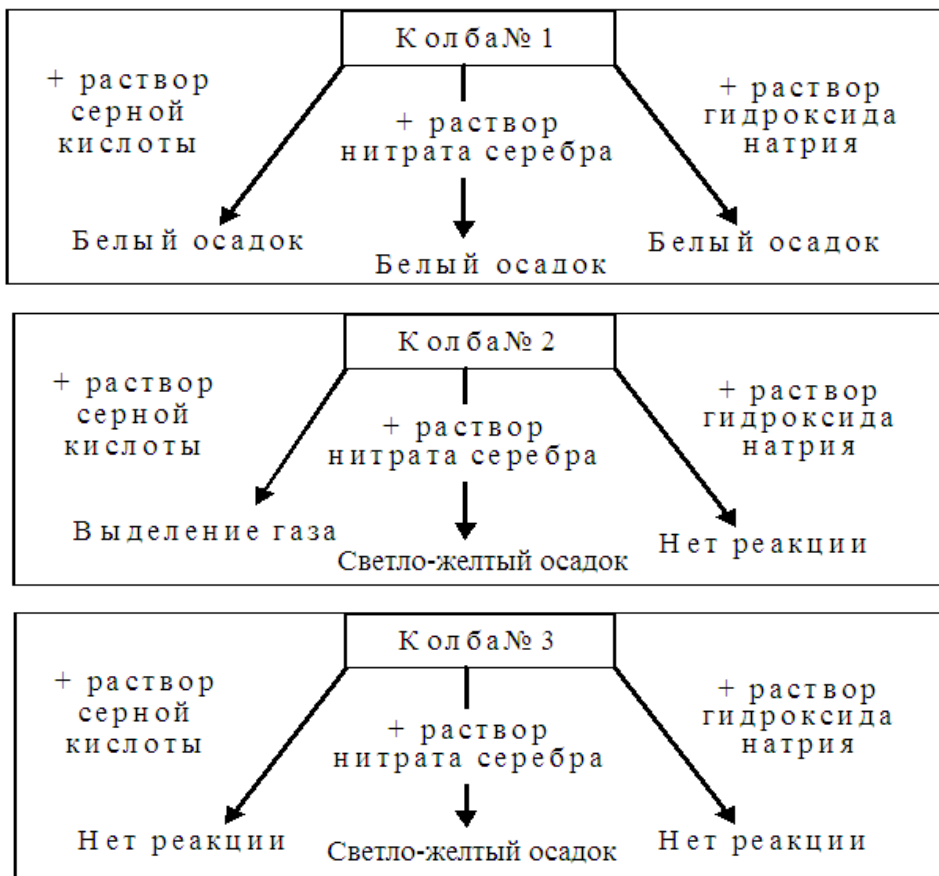
1. Приведите названия веществ, указанных буквами **А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З**.
2. Составьте уравнения реакций **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7**.
3. Укажите типы реакций **1, 3, 6, 7**.
4. Объясните, как изменяется окраска лакмуса при добавлении его к раствору вещества **Ж**.
5. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества **Ж** в полученном растворе, если для осуществления превращений было взято 3,2 грамма вещества **А**, а для приготовления раствора в реакции **6** было взято 92 миллилитра воды.

Задача 9-3. Некоторые заболевания сопровождаются резким изменением температуры тела человека. Предположим, что энергия, являющаяся причиной повышения температуры, выделяется при реакции глюкозы $C_6H_{12}O_6$ с кислородом. При этом образуются вода и углекислый газ. Снижение температуры тела происходит за счет испарения воды, которая выделяется в виде пота.

Задание:

1. Какая масса глюкозы потребуется на нагревание тела человека массой 60 кг с $36,6^{\circ}C$ до $38,5^{\circ}C$, если при окислении 1 моль глюкозы выделяется 2565 кДж теплоты. Теплоемкость тела человека принять равной $3000 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}C$.
2. Какая масса воды должна испариться для охлаждения тела с $38,5^{\circ}C$ до $36,6^{\circ}C$, если при испарении 1 моль воды поглощается 43 кДж тепла?
3. Напишите уравнение реакции окисления глюкозы кислородом.

Задача 9-4. Для проведения опытов лаборант приготовил разбавленные растворы трех веществ: раствор бромид натрия, раствор хлорида свинца (II), раствор карбоната калия. Однако, по рассеянности, забыл подписать, в какой колбе что находится. Чтобы определить, какие растворы находятся в колбах, лаборант провел ряд опытов, используя для этого разбавленный раствор серной кислоты, раствор нитрата серебра и раствор гидроксида натрия. Свои наблюдения лаборант оформил в виде следующих схем:



Задание:

1. Определите, растворы каких веществ находятся в колбах №1, №2 и №3. Приведите формулы этих веществ.

2. В соответствии со схемами и признаками составьте соответствующие уравнения реакций в молекулярном и кратком ионном виде.

Задача 9-5. «Приблизительно в 1630 г. Яна Баптиста ван Гельмонта перестала удовлетворять точка зрения, что все бесцветные пары в действительности являются воздухом. «Воздухи», которые, как он видел, булькая, выделялись из его смесей, совсем не походили на воздух.

Например, когда он помещал кусочки серебра в крепкий химический реактив, называемый **А**, серебро растворялось и из жидкости выделялись и клубились над ее поверхностью красные испарения (**В**, реакция 1). Разве это воздух? Кто когда-нибудь слышал о красном воздухе? Кто слышал о воздухе, который можно было увидеть глазами?

Потом, когда ван Гельмонт бросил известняк в уксус, на поверхность тоже стали подниматься пузырьки (**С**, реакция 2). Эти, по крайней мере, были бесцветными и выглядели как пузырьки воздуха. Но если он подносил к поверхности горящую свечу, пламя гасло. Что это за воздух, в котором не горит света? Такие же гасящие пламя пары поднимались над бродящим фруктовым соком или над тлеющей древесиной». (Айзек Азимов. Великие научные идеи. От Пифагора до Дарвина).

1. Назовите газы **В** и **С**, которые открыл ван Гельмонт, и реактив **А**, который он использовал для получения газа **В**. Напишите уравнения реакций 1 и 2.

Около 1770 г. Джозеф Пристли собрал над ртутью газы **Д**, **Е**, **Ф**, а также открыл газ **Г**.

Д называли «летучим щелочным воздухом», он представляет собой бесцветный газ с удушливым резким запахом. Пристли получал его при нагревании нашатыря с известью (реакция 3). Если через газ **Д** пропускать электрическую искру, то объем его резко увеличивается (реакция 4).

Е («соленый воздух») – бесцветный газ, на воздухе дымит вследствие образования с парами воды капелек тумана. Обладает резким запахом, сильно раздражает дыхательные пути. Его впервые выделил в XVII в. Иоганн Рудольф Глаубер, используя соль и купоросное масло (**реакция 5**).

Ф – бесцветный газ с резким запахом, получается при взаимодействии малоактивных металлов с купоросным маслом (**реакция 6**).

Г («огненный воздух») – бесцветный газ, свеча горит в нем необычайно ярким пламенем. Получается при нагревании «жженой ртути» (**реакция 7**) или сурика (**реакция 8**).

2. Назовите газы **Д**, **Е**, **Ф** и **Г**. Напишите уравнения **реакций 3–8**. Для **реакции 5** приведите условия ее проведения.

В 1771 г. Карл Вильгельм Шееле открыл газ **Н** при реакции смеси песка и плавикового шпата с купоросным маслом (**реакции 9, 10**). **Н** – бесцветный газ с резким запахом, подвергается гидролизу (**реакция 11**).

3. Назовите газ **Н**, напишите уравнения **реакций 9, 10** и **11**.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

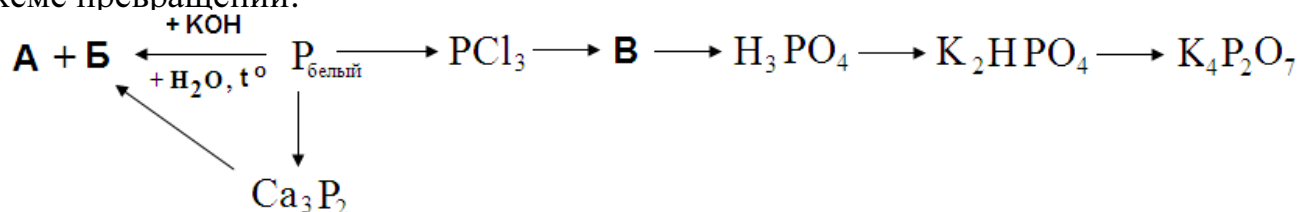
Тестовое задание

1. Металлом с самой высокой температурой кипения является:
а) ртуть; б) сурьма; в) вольфрам; г) ванадий
2. Молекулярная аллотропная модификация углерода:
а) фуллерены; б) алмаз; в) карборунд; г) графит
3. При взаимодействии азота с литием образуется:
а) нитрат лития; б) нитрит лития; в) нитрил лития; г) нитрид лития
4. Какие ионы не окрашивают раствор в зеленый цвет:
а) Cr^{3+} ; б) MnO_4^- в) Ni^{2+} ; г) MnO_4^{2-}
5. В растворе какой соли лакмус окрашивается в синий цвет:
а) хлорид калия; б) хлорат калия;
в) фторид калия; г) хлорид кальция.
6. В каком реактиве нельзя растворить бронзовую монету:
а) «царская водка»; б) серная кислота (конц.);
в) соляная кислота (конц.); г) азотная кислота (конц.)
7. Тривиальное название какой соли никак не связано с фамилией ученого-химика:
а) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; б) $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;
в) KClO_3 ; г) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
8. С наибольшей скоростью с уксусной кислотой будет реагировать:
а) Cu ; б) Zn ; в) Fe ; г) Rb .
9. Синтезировать алкан можно по реакции:
а) Дюма; б) Зелинского-Казанского;
в) Дильса-Альдера; г) Кучерова.
10. Рассчитайте количество атомов кислорода в 100 г 49%-ного раствора серной кислоты:
а) 3,33 моль; б) 4,83 моль; в) 2 моль; г) 2,83 моль.

Задачи

Задача 10-1. При растворении образца дюралюминия – основного конструкционного материала в авиации и машиностроении – массой 36 г в избытке горячего водного раствора соды выделяется 42 л горючего газа (н.у.) и образуется осадок. При растворении твёрдого остатка в избытке концентрированного водного раствора аммиака образуется тёмно-синий раствор и 0,54 г чёрного осадка, 0,18 г из которого составляет металл, образующий наиболее распространённый антисептик. При растворении отделённого и высушенного осадка в избытке водного раствора медного купороса максимально выделяется 168 мл (н.у.) газа. Определите массовый состав сплава ($\omega\%$).

Задача 10-2. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений:



Установите формулы веществ А, Б и В. Назовите их.

Задача 10-3. Вещества $X_1 - X_6$ являются углеводородами разных классов. Про них известно следующее:

Вещество	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Температура кипения, °С	- 88,8	- 103,7	- 84	- 4,5	+ 80,1	+ 80,7
Плотность паров, г/дм ³	1,34	1,25	1,16	2,41	3,48	3,75
$\omega(C)$, %	80,0	85,7	92,3	88,9	92,3	85,7

Углеводороды X_1 и X_2 являются продуктами термического крекинга бутана. При последовательном хлорировании на свету из углеводорода X_1 можно получить моно- и дихлорпроизводные А и Б соответственно. При взаимодействии со спиртовым раствором щелочи производное Б превращается в углеводород X_3 , при тримеризации которого образуется углеводород X_5 . Углеводород X_6 – продукт каталитического гидрирования углеводорода X_5 .

Продуктом гидратации углеводорода X_2 является жидкость В, которая в результате межмолекулярной дегидратации и дегидрирования образует углеводород X_4 , являющийся важным сырьем в производстве каучуков и резин.

Гидратация углеводорода X_3 в присутствии солей ртути (II) в кислой среде приводит к веществу Г, окисление которого перманганатом калия в кислой среде дает уксусную кислоту. Уксусная кислота также получается и окислением жидкости В перманганатом калия в кислой среде.

1. Определите вещества $X_1 - X_6$, А – Г.
2. Напишите уравнения описанных реакций.

Задача 10-4. В медицине для диагностики заболеваний желудка определяют значения его кислототворной способности. Для этого проводят так называемый тест Ноллера. При помощи специального рН-метра измеряют рН желудочного сока. Затем пациенту вводят в желудок 30 мл раствора, содержащего 0,5 г пищевой соды, и засекают время, через которое значение рН вернется к своему первоначальному значению.

1. В норме, – скорость секреции соляной кислоты составляет от 3 до 5 ммоль/час. Начальное значение рН желудочного сока некоторого пациента равно 2,

а его объем – 50 мл. Можно ли считать пациента здоровым, если после введения раствора соды исходное значение рН восстановилось через 40 минут? Во всех расчетах изменением объема содержимого желудка можно пренебречь.

2. Вычислите рН желудочного сока сразу после введения в желудок раствора соды, если $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,31 \cdot 10^{-7}$ моль/л, $K(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14}$ моль²/л².

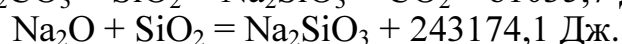
3. Рассчитайте степень гидролиза пищевой соды после её введения в желудок.

Задача 10-5. «Должно заметить, что раствор одного и того же вещества в воде при разных температурах нередко выделяет кристаллы с различным содержанием воды. В этом случае кристаллы обыкновенно не имеют одного вида, одной и той же кристаллической формы, а всегда почти весьма ясно различаются в этом отношении. Одним из обыкновенных примеров может служить сода или угленатровая соль. Если она выделяется при обыкновенной температуре, а именно при 15°, из раствора, не вполне насыщенного при нагревании, то она содержит 62,9 весовых частей воды в 100 частях соли (**вещество 1**). Если же раствор той же самой соли выделяет ее при низкой температуре, около –20°, то в ней содержится на 28,2 части безводной соли 71,8 части воды (**вещество 2**). Кристаллы при этом получаются вместе со льдом и остаются, когда он тает. Если обыкновенную соду с 62,9% воды осторожно расплавить в своей кристаллизационной воде, то остается в твердом виде соль, содержащая только 14,5% воды (**вещество 3**), и получается жидкость, содержащая раствор соли, выделяющий при 34° кристаллы, не выветривающиеся на воздухе и содержащие 46% воды (**вещество 4**). Если, наконец, приготовить пересыщенный раствор соды, то он, при температурах ниже 8°, выделяет кристаллы, содержащие 54,3% воды (**вещество 5**). Таким образом, известно до 5 соединений безводной соли с водой. И они не одинаковы ни по свойствам, ни по форме кристаллов, даже по растворимости». (Д. И. Менделеев. Основы химии).

1. Приведите формулы описанных в тексте веществ. Ответ подтвердите расчетами.

2. Какой основной закон химии Д. И. Менделеев иллюстрировал этим примером? Приведите формулировку этого закона.

3. Определите, сколько теплоты нужно затратить на разложение 5 кг безводной угленатровой соли, на основании следующих данных:



Составьте термохимическое уравнение реакции разложения соли.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Тестовое задание

1. Самую высокую температуру кипения имеет:

- а) пропан; б) пропанол-2;
в) пропановая кислота; г) пропаналь

2. Тот же тип гибридизации, что и в графите имеют атомы углерода в веществе:

- а) акролеин; б) ацетилен; в) неопентан; г) циклогексан

3. При обычных условиях вступает в реакцию с азотом:

- а) кислород; б) калий; в) угарный газ; г) литий

4. Какое из перечисленных веществ имеет не синюю окраску:

- а) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; б) CoCl_2 ;
в) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; г) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

5. В результате электролиза какой из солей будет образовываться наибольшее число газов:

- а) хлорид калия; б) ацетат калия;
в) фторид калия; г) карбонат калия.

6. Известна неорганическая кислота, способная растворить золото. Элемент, входящий в состав этой кислоты был назван в честь:

- а) Солнца; б) Луны; в) Марса; г) Меркурия.

7. Раствор какого вещества нельзя отличить от воды помощью свежесозданного гидроксида меди (II):

- а) уксусной кислоты; б) формальдегида;
в) фенола; г) пропиленгликоля.

8. Самой слабой кислотой из приведенного списка является:

- а) карболовая; б) угольная;
в) уксусная; г) иодоводородная.

9. Углеводород не является продуктом реакции:

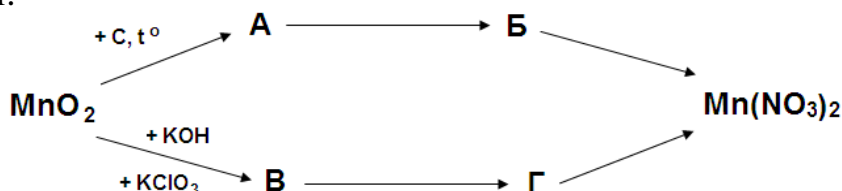
- а) Вюрца-Фиттига; б) Зелинского-Казанского;
в) Дильса-Альдера; г) Кучерова.

10. При 30°C химическая реакция протекает за 225 с. За какое время эта реакция завершится при 50°C, если ее температурный коэффициент равен 3?

- а) 25 с; б) 200 с; в) 72,5 с; г) 12,5 с.

Задачи

Задача 11-1. Напишите уравнения реакций соответствующих следующей схеме превращений:

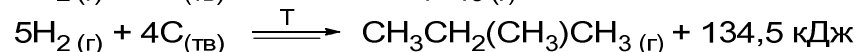
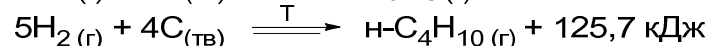
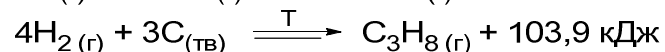
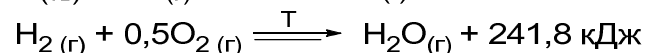
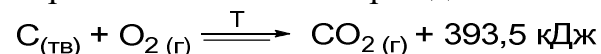


Установите формулы веществ А, Б, В и Г. Назовите их.

Задача 11-2. Баллон газовый «следопыт»: объём баллона 520 см³; масса баллона нетто 220 г; химический объёмный состав смеси: пропан 2 %, бутан 24 %, изобутан 74 %.

Задание: 1. Количественно оцените температуру пламени данной газовой смеси при стандартных условиях, если на излучение расходуется 50 % теплового эффекта горения газовой смеси.

Термохимические и термодинамические данные:



$$c_p^\circ(\text{воздух}) = 1,0 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}; c_p^\circ(\text{CO}_{2(\text{г})}) = 0,844 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1};$$

$$c_p^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) = 2,04 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

$$\text{Уравнение Томпсона: } Q = (T_2 - T_1) \cdot \sum m_i \cdot c_{p,i}^\circ.$$

2. В чём, по-Вашему, заключается основная погрешность вычислений?

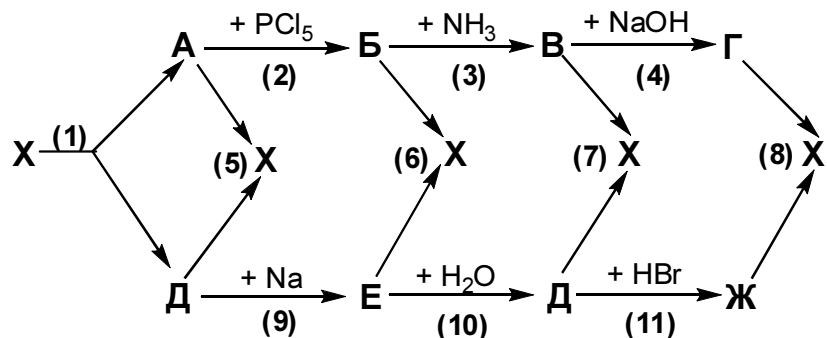


Задача 11-3.

*У страха глаза велики.
Русская пословица*

Пищевые добавки – вещества, добавляемые в технологических целях в пищевые продукты в процессе производства, упаковки, транспортировки или хранения для придания им желаемых свойств. Некоторые люди стремятся употреблять в пищу продукты без добавок, хотя в строгом смысле слова соль и перец тоже ими являются. Законодательство многих стран требует указания использованных при производстве продукта добавок. Для классификации используются как полные названия, так и порядковые номера, предваряемые буквой «Е».

Существует несколько способов получения вещества X, представляющего собой бесцветную подвижную жидкость с резким запахом:



Искомое соединение X широко используется как растворитель. Как компонент фруктовых эссенций оно зарегистрировано в качестве пищевой добавки E1504. В то же время это один из самых популярных ядов, применяемых в энтомологических морилках для умерщвления насекомых. Насекомые после умерщвления в его парах гораздо мягче и податливее в препарировании, чем после умерщвления в парах хлороформа.

В приведенной цепочке превращений:

– веществом А является бесцветная, гигроскопичная жидкость с характерным резким запахом и кислым вкусом, применяемая в кулинарии как регулятор кислотности и консервант, зарегистрирована в качестве пищевой добавки E260;

– вещество Д при стандартных условиях представляет собой летучую, горючую, бесцветную прозрачную жидкость с характерным запахом. Вещество Д применяется в качестве антисептика и зарегистрировано в качестве пищевой добавки E1510.

Относительные плотности паров некоторых из веществ схемы приведены в таблице:

X	A	B	B	D
$D_{CO_2}(X) = 2,002$	$D_{воздух}(A) = 2,069$	$D_{H_2}(B) = 39,25$	$D_{Ar}(B) = 1,479$	$D_{Ar}(D) = 1,153$

1. Приведите структурные формулы веществ А-Ж и X.
2. Напишите уравнения реакций (1)-(11).

Задача 11-4. При внесении в 1 л воды при 15°C 10 г кристаллического вещества белого цвета выделяется при н.у. 4,091 л газа, один объём которого растворим в одном объёме воды при данной температуре. Установите формулу исходного вещества.

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

Задача 11-5. «При смешении растворов хлористого бария и сернисто-энантолевокислого натрия ... получается белый осадок... Осадок этот имеет вид кристаллических, блестящих чешуек, когда образуется при смешении слабых растворов, но при выделении из крепких растворов он представляет аморфную массу. Он весьма мало растворим в воде и спирте, при нагревании выше 100° легко разлагается, как и все соли сернисто-энантолевой кислоты. При нагревании с щелочами осадок выделяет энантоль, а при кипячении с кислотами образуются сернистая кислота и энантоль. Эти данные показывают, что осадок этот есть баритовое соединение, соответствующее щелочным солям... Анализ подтверждает это:

0,8377 г кристаллической соли дали, после нагревания с несколькими каплями серной кислоты и после прокаливания с углекислым аммиаком, 0,3705 г сернокислого барита, ...

2,6293 г кристаллической соли дали 2,3240 г сернокислого барита, после кипячения с крепким раствором едкого кали и с азотной кислотой и после прибавления хлористого бария, промывания и прокаливания осадка.

0,5501 кристаллической соли дали, при сожигании с хромовокислым свинцом, ... 0,2819 г воды.

0,3218 г аморфной соли (сушение производилось каждый раз над серной кислотой) тем же путем дали 0,3763 г углекислоты». (Д. И. Менделеев. О сернисто-энантолевой кислоте. Некоторые цифры скорректированы).

1. На основании приведенных данных выведите эмпирическую формулу баритовой соли сернисто-энантолевой кислоты.

2. Предложите структурные формулы сернисто-энантолевой кислоты и ее баритовой соли, если известно, что натровая соль кислоты получается путем присоединения бисульфита натрия к энантовому альдегиду. Напишите уравнение реакции присоединения. Назовите все соединения по современной номенклатуре.

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	в	б	а	в	а	г	г	б

За каждый правильный ответ – 2 балла

Максимальное число баллов за тест – 20 баллов

Задача 8-1. Рекомендации к решению и оценке:

			4 г					
		3 б	р	5 о		7 ф		
	2 а	р	а	з		о	8 о	9 п
	л	о	ф	о	б и	с	л	а
1 л	ю	м	и	н	о	ф	о	р
ё	м		т		д	о	в	
д	и					р	о	
	н							
	и							
	й							

За каждое правильно угаданное слово, по 2 балла, всего

– 18 баллов

За слово в выделенной горизонтальной строке

– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-2. Рекомендации к решению и оценке:

В задании буквами обозначены следующие вещества:

1. Названия	2. Формулы
А – водород (молекулярный водород)	А – H ₂
Б – хлороводород (хлорид водорода)	Б – HCl
В – соляная кислота, Г – гремучий газ	
Д – вода (оксид водорода)	Д – H ₂ O
Е – сероводород (сульфид водорода)	Е – H ₂ S
Ж – гидрид натрия	Ж – NaH

3. Уравнения реакций: 1) H₂ + Cl₂ = 2HCl↑,

2) 2H₂ + O₂ = 2H₂O,

3) H₂ + S = H₂S↑,

4) H₂ + 2Na = 2NaH.

За определение зашифрованных веществ, по 1 баллу, всего

– 7 баллов

За указание формул веществ, за каждую по 1 баллу, всего

– 5 баллов

За составление уравнений реакций, за каждое по 2 балла, всего

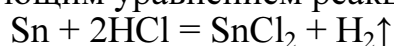
– 8 баллов

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-3. Рекомендации к решению и оценке:

Так как медь находится в электрохимическом ряду металлов после водорода, она не будет взаимодействовать с соляной кислотой. В кислоте растворится только олово в соответствии со следующим уравнением реакции:



Выделившийся легкий бесцветный газ – это водород. Рассчитаем количество выделившегося водорода.

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{0,094}{22,4} = 0,0042 \text{ (моль)}$$

Количество выделившегося водорода и количество прореагировавшего олова по уравнению реакции находятся в отношении 1 : 1. То есть $\nu(\text{Sn}) = 0,0042$ моль. Масса прореагировавшего олова составляет: $m(\text{Sn}) = \nu \cdot M(\text{Sn}) = 0,0042 \cdot 119 = 0,5$ (г)

Масса меди в составе бронзы равна: $m(\text{Cu}) = m(\text{сплава}) - m(\text{Sn}) = 10 - 0,5 = 9,5$ (г)

Массовые доли металлов в составе бронзы:

$$\omega(\text{Sn}) = \frac{m(\text{Sn})}{m(\text{сплава})} \cdot 100\% = \frac{0,5}{10} \cdot 100\% = 5\%, \quad \omega(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{сплава})} \cdot 100\% = \frac{9,5}{10} \cdot 100\% = 95\%.$$

- За уравнение реакции – 2 балла
 За расчет количества выделившегося водорода – 3 балла
 За определение количества и расчет массы олова в сплаве – 6 баллов
 За расчет массы меди в сплаве – 3 балла
 За расчет массовых долей металлов в сплаве – 6 баллов
Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 8-4. Рекомендации к решению и оценке:

1. Количество протонов в ядре атома определяет порядковый номер элемента. Таким образом: – элемент А – это Li, – элемент Б – это О, – элемент В – это С.

2. Число нейтронов, содержащихся в ядре атома, можно рассчитать по формуле: $N = A_r - Z$, где A_r – атомная масса элемента, Z – число протонов (порядковый номер элемента). Число электронов равно числу протонов. Отсюда:

Число частиц	Элемент		
	А – Литий	Б – Кислород	В – Углерод
нейтронов	7-3=4	16-8=8	12-6=6
электронов	3	8	6

3. Уравнения реакций: 1) $4\text{Li} + \text{O}_2 = 2\text{Li}_2\text{O}$, 2) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH}$,
 3) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$, 4) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, 5) $\text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Li}_2\text{CO}_3$.
 4. Названия образующихся соединений: Li_2O – оксид лития, LiOH – гидроксид лития, CO_2 – оксид углерода (IV), диоксид углерода, углекислый газ, H_2CO_3 – угольная кислота, Li_2CO_3 – карбонат лития.

- За определение элементов, за каждый по 1 баллу, всего – 3 балла
 За определение числа частиц в атомах элементов по 1 баллу, всего – 6 баллов
 За составление уравнений реакций, за каждое по 1 баллу, всего – 5 баллов
 За указание названий образующихся соединений, по 1 баллу, всего – 5 баллов
 За формулировку определения понятия индикатор – 1 балл
Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 8-5. Рекомендации к решению и оценке:

1. Обозначим через x массу сосуда, через y – количество газа в сосуде. Так как газы занимали один и тот же объем, их количества одинаковы при одинаковых условиях. Выразим через y массы углекислого газа и азота: $m(\text{CO}_2) = 44y$, $m(\text{N}_2) = 28y$. Составим систему уравнений, учитывая, что масса сосуда, заполненного газом, равна сумме масс сосуда и газа: $x + 44y = 48,8$,

$$x + 28y = 45,6, \text{ находим: } x = 40 \text{ (г); } y = 0,2 \text{ (моль).}$$

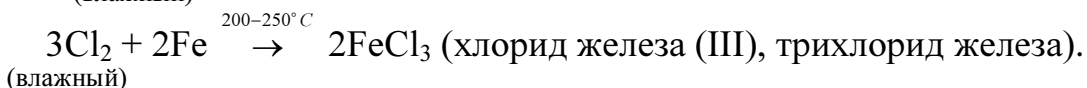
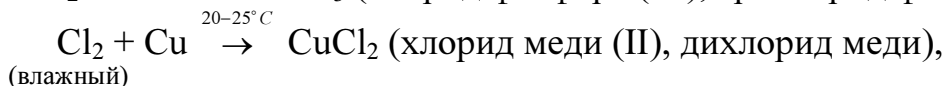
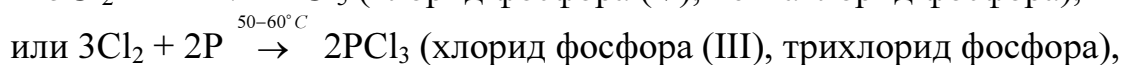
Вычислим массу неизвестного газа: $m(\text{A}) = 54,2\text{г} - 40\text{г} = 14,2\text{г}$.

Вычислим молярную массу неизвестного газа: $M(\text{A}) = 14,2/0,2 = 71$ (г/моль).

2. Так как в условии сказано, что газ А – простое вещество, образованное двухатомными молекулами, определим атомную массу элемента: $A(\text{A}) = 71/2 = 35,5$.

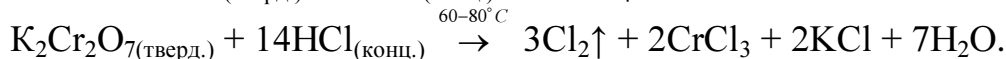
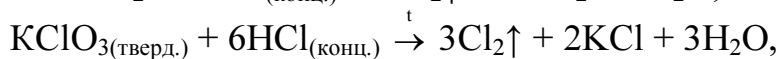
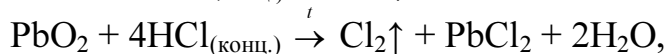
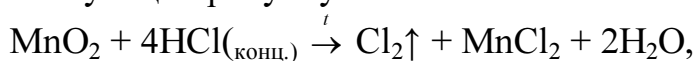
Данное значение атомной массы соответствует элементу – хлор. Молекулярная формула газа А – Cl₂, название – молекулярный хлор, дихлор.

3. Уравнения реакций вещества А с указанными веществами и названия образующихся веществ: Cl₂ + H₂ $\xrightarrow{h\nu}$ 2HCl (хлороводород, хлорид водорода),



4. Названия оборудования, изображенного на рисунке: **1** – лабораторный штатив, **2** – капельная воронка, **3** – колба Вюрца, **4** – цилиндр, **5** – спиртовка.

5. Уравнения реакций получения хлора в лаборатории, с учетом условий и оборудования, соответствующих рисунку:



За расчет молярной массы газа А – 8 баллов

За определение вещества А: - за расчет атомной массы элемента – 1 балл

- за составление молекулярной формулы вещества А – 0,5 балла

- за указание названия вещества А – 0,5 балла

За составление уравнений реакций и указание названий образующихся веществ в задании **3** за каждое по 1 баллу, всего – 4 балла

За указание названия оборудования, изображенного на рисунке за каждое по 0,5 баллов, всего – 2,5 балла

За составление уравнения реакции получения хлора (оценивается только одно уравнение реакции получения хлора!) – 3,5 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	в	б	в	б	г	а	в	г	а	а

За каждый правильный ответ – 2 балла

Максимальное число баллов за тест – 20 баллов

Задача 9-1. Рекомендации к решению и оценке:

Обозначим массу сосуда без газа **m**, а молярную массу неизвестного газа за – **x**. Тогда масса первого сосуда с кислородом 33,45 = $v(\text{O}_2) \cdot 32 + m$. Масса второго сосуда с гелием 27,85 = $v(\text{He}) \cdot 4 + m$.

Количества обоих газов равны, т.к. равны объемы, давления и температуры. Можно составить систему уравнений:

$$33,45 = 32v + m$$

$$27,85 = 4v + m,$$

решив которую, получаем $v = v(\text{O}_2) = v(\text{He}) = 0,2$ моль, **m** = 27,05 г.

Рассчитаем массу смеси в третьем сосуде $30,41 - 27,05 = 3,36$ (г). Количество гелия в этом сосуде $\nu(\text{He}) = \nu \cdot \varphi = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04$ (моль).

Рассчитаем молярную массу неизвестного газа $3,36 = 0,04 \cdot 4 + (0,2 - 0,04)x$.
 $x = 20$ (г/моль), следовательно, неизвестный газ неон Ne.

За расчет количества веществ кислорода и гелия – 4 балла

За расчет массы сосуда – 4 балла

За расчет массы газов в третьем сосуде – 2 балла

За расчет количества гелия в третьем сосуде – 4 балла

За расчет молярной массы неизвестного газа – 4 балла

За установление формулы неизвестного газа – 2 балла

Максимальное число баллов за задачу 20 баллов

Задача 9-2. Рекомендации к решению и оценке:

1. В задании буквами обозначены следующие вещества:

По описанию свойств вещества А в задаче, им является простое вещество сера. Для определения вещества Б по данным задачи, рассчитаем его молярную массу.

$$d(\text{He}) = \frac{M(\text{газа})}{M(\text{He})}; M(\text{газа}) = d(\text{He}) \cdot M(\text{He}) = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ г/моль.}$$

Такое значение молярной массы может соответствовать только газообразному водороду.

Таким образом: А – S сера, Б – H₂ водород (диводород, молекулярный водород), В – H₂S (сероводород, сульфид водорода), Г – CuS (сульфид меди (II)), Д – SO₂ диоксид серы (оксид серы (IV), сернистый газ), Е – SO₃ триоксид серы (оксид серы (VI)), Ж – H₂SO₄ серная кислота, З – BaSO₄ сульфат бария.

2. Уравнения реакций: 1) S + H₂ → H₂S↑ (соединение),

2) 2H₂S + 3O₂ → 2SO₂↑ + 2H₂O, 3) H₂S + CuCl₂ → CuS↓ + 2HCl (обмен),

4) 2CuS + 3O₂ → 2CuO + 2SO₂↑, 5) 2SO₂↑ + O₂ → 2SO₃ (t°, p, катализатор),

6) SO₃ + H₂O → H₂SO₄ (соединение),

7) H₂SO₄ + BaCl₂ → BaSO₄↓ + 2HCl (обмен).

4. Окраска индикатора лакмус в растворе серной кислоты изменяется с фиолетовой на красную.

5. В соответствии с количественными соотношениями по уравнениям приведенных реакций: $\nu(\text{S}) : \nu(\text{SO}_3) : \nu(\text{H}_2\text{SO}_4)$ как 1:1:1.

Рассчитаем количество серы, данное по условию: $\nu(\text{S}) = \frac{m}{A} = \frac{3,2}{32} = 0,1$ моль.

Следовательно, $\nu(\text{SO}_3) = 0,1$ моль, а масса прореагировавшей с ним воды $m(\text{H}_2\text{O}) = \nu \cdot M = 0,1 \cdot 18 = 1,8$ (г).

Найдем массу серной кислоты, если $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль, то

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu \cdot M = 0,1 \cdot 98 = 9,8 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовую долю растворенного вещества:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{раствора})} \cdot 100\% = \frac{9,8}{9,8 + (92 - 1,8)} \cdot 100\% = 9,8\%.$$

За определение веществ, зашифрованных буквами, и указание их названий:

вещество А – 1 балл

вещество Б – 2 балла

вещества В, Г, Д, Е, Ж, З за каждое по 0,5 балла, всего – 3 балла

За составление уравнений реакций, за каждое по 1 баллу, всего – 7 баллов

За указание типов реакций 1, 3, 6, 7, за каждую по 0,5 балла, всего – 2 балла

За указание изменения окраски лакмуса – 1 балл

За расчет массовой доли растворенного вещества – 4 балла

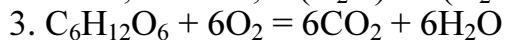
Максимальное число баллов за задачу 20 баллов

Задача 9-3. Рекомендации к решению и оценке:

1. Тело человека массой 60 кг необходимо нагреть на $\Delta t = 38,5^\circ\text{C} - 36,6^\circ\text{C} = 1,9^\circ\text{C}$. Для нагревания 1 кг на 1°C необходимо 3000 Дж, следовательно для нагревания всего тела необходимо $3000 \cdot 60 \cdot 1,9 = 342000$ (Дж) или 342 кДж.

Для того, чтобы выделилось такое количество теплоты, необходимо окислить $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = (342 \text{ кДж} \cdot 180 \text{ г/моль})/2565 \text{ кДж/моль} = 24 \text{ г}$.

2. Для снижения температуры необходимо испарить $v(\text{H}_2\text{O}) = 342 \text{ кДж}/43 \text{ кДж/моль} = 7,95 \text{ моль}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 7,95 \cdot 18 = 143,2 \text{ (г)}$.



За расчет массы глюкозы

– 12 баллов

За расчет массы воды

– 6 баллов

За составление уравнения реакции

– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу

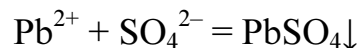
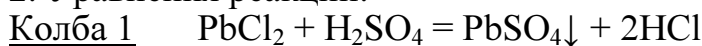
20 баллов

Задача 9-4. Рекомендации к решению и оценке:

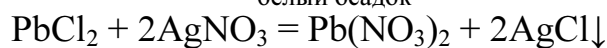
1. В колбах находились растворы веществ:

в колбе №1 – раствор хлорида свинца (II), PbCl_2 , в колбе №2 – раствор карбоната калия, K_2CO_3 , в колбе №3 – раствор йодида натрия, NaBr .

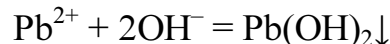
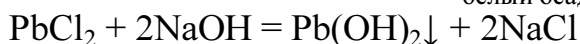
2. Уравнения реакций:



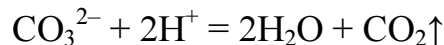
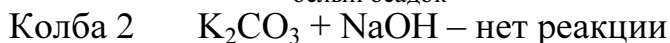
белый осадок



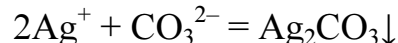
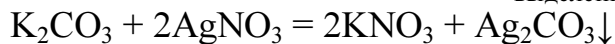
белый осадок



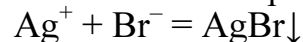
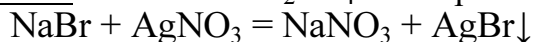
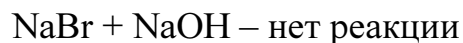
белый осадок



выделение газа



светло-желтый осадок



светло-желтый осадок

За определение веществ, растворы которых находятся в колбах и указание их формул, по 2 балла, всего

– 6 баллов

За составление уравнений реакций, за каждое по 2 балла, всего

– 12 баллов

За указание отсутствия реакций во всех случаях

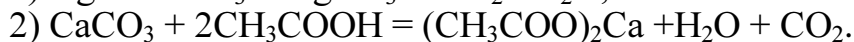
– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу

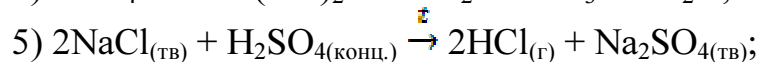
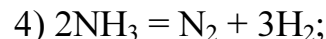
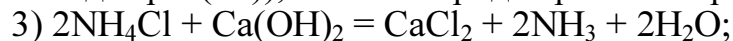
– 20 баллов

Задача 9-5. Рекомендации к решению и оценке:

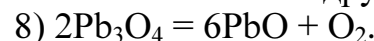
1. **B** – оксид азота (IV), **C** – углекислый газ (оксид углерода (IV)), **A** – концентрированная азотная кислота. Уравнения реакций:



2. **D** – аммиак, **E** – хлороводород, **F** – сернистый газ (сернистый ангидрид, оксид серы (IV)), **G** – кислород. Уравнения реакций:

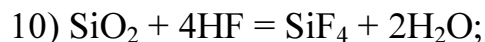
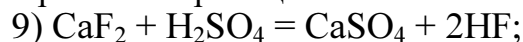


6) $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (могут быть использованы и другие металлы, например, Cu , Bi); 7) $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$;

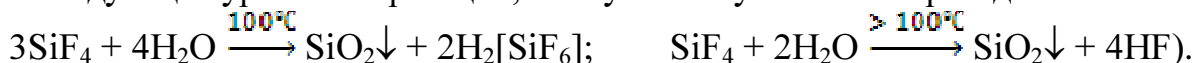


3. Газ **H** – тетрафторид кремния.

Уравнения реакций:



11) $\text{SiF}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_4\text{SiO}_4 + 4\text{HF}$ (возможно использование формулы H_2SiO_3), а также написание следующих уравнений реакций, если указаны условия их проведения:



- За определение веществ А–G – по 1 баллу, всего – 7 баллов
 За написание уравнений реакций 1–4 и 6–8 – по 1 баллу, всего – 7 баллов
 За написание уравнения реакции 5 с указанием условий – 2 балла
 За определение газа H – 1 балл
 За написание уравнений реакций 9–10 – по 1 баллу, всего – 3 балла
Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов
Максимальное число баллов за задачи 9 класса – 120 баллов

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Ключ к тесту

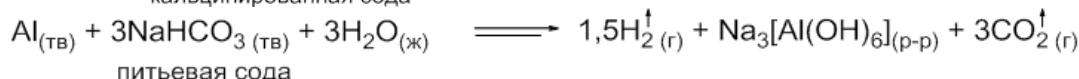
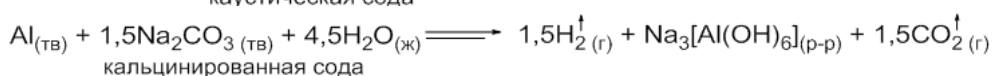
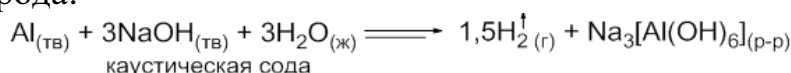
Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	в	а	г	б	в	в	а	г	а	б

За каждый правильный ответ – 2 балла

Максимальное число баллов за тест – 20 баллов

Задача 10-1. Рекомендации к решению и оценке:

1. Из названия сплава следует, что он содержит алюминий, а потому уместно предположение, что алюминий будет растворяться в горячем растворе соды с выделением водорода:



2. Из приведённых уравнений реакций видно, что соотношение алюминия и горючего газа водорода составляет один к полутора, т.е. при выделении по условию задачи 42 л (н.у.) водорода, что составляет $42 \text{ л} / 22,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} = 1,875 \text{ моль}$, расходуется $1,875 \text{ моль} / 1,5 = 1,25 \text{ моль}$ алюминия.

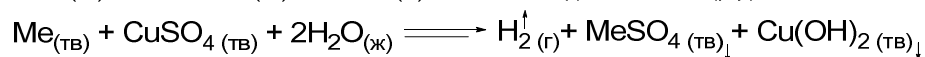
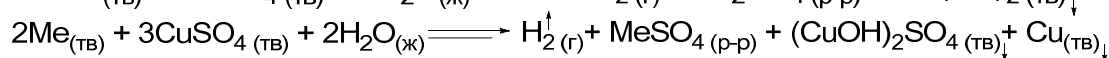
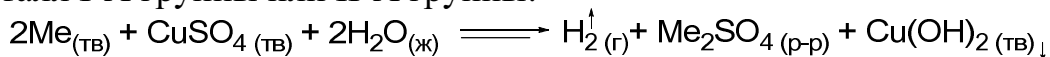
3. Следовательно, в образце сплава содержалось $1,25 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1} = 33,75 \text{ г}$ алюминия, что составляет $33,75 \text{ г} / 36 \text{ г} = 0,9375$ или $\approx 94 \%$.

4. Далее, по условию задачи, концентрированный раствор аммиака окрашивается в тёмно-синий цвет, что возможно при образовании аммиакатов меди(II):



следовательно, одним из компонентов дюралюминия является медь.

5. Из водного раствора медного купороса вытеснять газ может только металл, имеющий низкую электроотрицательность, низкий электрохимический потенциал, т.е это металл I-A группы или II-A группы:



6. Из условия задачи следует, что максимальный объём выделившегося газа составляет 168 мл или $0,168 \text{ л} / 22,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} = 0,0075 \text{ моль}$; тогда количество металла составляет $0,015 \text{ моль}$ или $0,0075 \text{ моль}$, а молярная масса металла будет

равна $(0,54 \text{ г} - 0,18 \text{ г})/0,015 \text{ моль} = 24 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$, а это магний или $(0,54 \text{ г} - 0,18 \text{ г})/0,0075 \text{ моль} = 48 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$, но металла с такой молярной массой не существует; следовательно, компонентом сплава дюралюминий является магний с содержанием $(0,54 \text{ г} - 0,18 \text{ г})/36 \text{ г} = 0,01$ или $\sim 1 \%$.

7. Остаток массой 0,18 г составляет металл, образующий перманганат калия, который является наиболее распространённым антисептиком, а значит, компонентом дюралюминия является марганец с содержанием $0,18 \text{ г}/36 \text{ г} = 0,005$ или $\sim 0,5 \%$;

8. Таким образом, содержание меди в дюралюминии составляет $100 - 94 - 1 - 0,5 = 4,5 \%$

За утверждение, что искомый сплав содержит алюминий и за приведённые уравнения реакции с концентрированным раствором соды (за каждое уравнение по 1,5 балла)	– 4,5 балла
За расчёт массы алюминия и его содержания в сплаве	– 2 балла
За утверждение, что в сплаве содержится медь и приведение уравнения реакции образования аммиака	– 2 балла
За приведённые уравнения реакции остатка сплава с концентрированным раствором медного купороса (за каждое утверждение по 2 балла)	– 6 баллов
За утверждение, что компонентом дюралюминия является магний и определение его содержания в сплаве	– 3 балла
За утверждение, что компонентом дюралюминия является марганец и определение его содержания в сплаве	– 1,5 балла
За определение содержания меди в сплаве дюралюминий	– 1 балл
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

Задача 10-2. Рекомендации к решению и оценке:

Один из возможных вариантов решения:

- | | |
|---|---|
| 1) $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3 \text{ (t}^\circ\text{)}$ | 2) $\text{P}_4 + 6\text{Ca} = 2\text{Ca}_3\text{P}_2 \text{ (t}^\circ\text{)}$ |
| 3) $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{PH}_3 + 3\text{Ca(OH)}_2$ | 4) $\text{P}_4 + 6\text{Cl}_2 \text{ (недостаток)} = 4\text{PCl}_3 \text{ (t}^\circ\text{)}$ |
| 5) $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 = \text{PCl}_5 \text{ (t}^\circ\text{)}$ | 6) $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$ |
| 7) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ | 8) $2\text{K}_2\text{HPO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \text{ (t}^\circ\text{)}$ |

2. Вещество А – KH_2PO_2 гипофосфит калия, вещество Б – PH_3 фосфин, вещество В – PCl_5 хлорид фосфора (V).

За уравнения 1), 3), 4), 5), 6), 7) и 8) – по 2 балла,
за уравнение 2) – 1,5 балла, всего – 15,5 баллов

Уравнения без коэффициентов не засчитываются!

За определение и название веществ А-В – по 1,5 балла, всего – 4,5 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

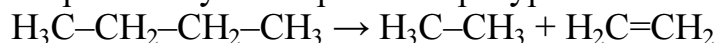
Задача 10-3. Рекомендации к решению и оценке:

1. Углеводороды: X_1 – этан $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$; X_2 – этен (этилен) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$; X_3 – этин (ацетилен) $\text{HC}\equiv\text{CH}$; X_4 – бутadiен-1,3 (дивинил) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$; X_5 – бензол C_6H_6 ; X_6 – циклогексан C_6H_{12} .

Другие вещества: **А** – хлорэтан $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$; **Б** – 1,1-дихлорэтан $\text{H}_3\text{C}-\text{CHCl}_2$ (не противоречит условию задачи 1,2-дихлорэтан); **В** – этанол (этиловый спирт, винный спирт) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$; **Г** – этаналь (уксусный альдегид, ацетальдегид) $\text{H}_3\text{C}-\text{CHO}$.

2. Уравнения реакций:

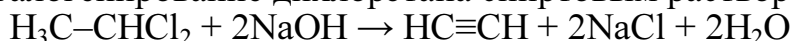
(1) термический крекинг бутана при температуре 600-700°C:



(2-3) хлорирование этана на свету – реакция радикального замещения:



(4) дегидрогалогенирование дихлорэтана спиртовым раствором щелочи:



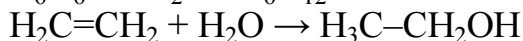
(5) тримеризация ацетилена при температуре 450-600°C и активированном угле (реакция Зелинского):



(6) каталитическое гидрирование бензола:



(7) гидратация этилена в кислой среде:



(8) дегидратация-дегидрирование этанола при температуре 450°C и катализаторах $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ (синтез Лебедева):



(9) гидратация ацетилена в присутствии солей ртути в кислой среде (реакция Кучерова):



(10) окисление этанала в уксусную кислоту:



(11) окисление этанола в уксусную кислоту:



За верно определенные вещества $X_1 - X_6$ – по 1 баллу, за вещества А–Г – по 0,5 балла, всего – 8 баллов

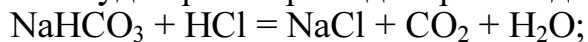
За написание уравнений (1)–(9) – по 1 баллу, за уравнения (10)–(11) – по 1,5 балла, всего – 12 баллов

Уравнения без коэффициентов не засчитываются!

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-4. Рекомендации к решению и оценке:

1. После введения в желудок раствора соды происходит реакция



$$v(\text{NaHCO}_3) = m/M = 0,5\text{г}/84\text{г/моль} = 0,006 \text{ моль}$$

$$v(\text{HCl}) = C_M \cdot V_{\text{р-ра}}, \text{ рН} = -\lg[\text{H}^+], [\text{H}^+] = 10^{-\text{рН}}$$

$$[\text{H}^+] = C_M(\text{HCl}), C_M(\text{HCl}) = 10^{-2} \text{ (моль/л)}$$

$$v(\text{HCl}) = 10^{-2} \text{ моль/л} \cdot 0,05 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ моль.}$$

Следовательно, можно сделать вывод, что прореагирует вся соляная кислота. При этом в избытке останется $v(\text{NaHCO}_3) = 0,0055$ моль.

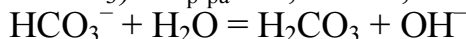
Для восстановления исходного значения рН должно образоваться 0,0055 моль соляной кислоты, чтобы нейтрализовать остатки соды и еще $10^{-2} \cdot 0,08 = 0,0008$ (моль), чтобы в желудке получилось 80 мл раствора с рН = 2.

Общее $v(\text{HCl}) = 0,0055 + 0,0008 = 0,0063$ (моль).

Скорость образования соляной кислоты $(6,3 \text{ ммоль} \cdot 60 \text{ мин})/40 \text{ мин} = 9,45$ (ммоль/час), следовательно, у пациента повышенная секреция соляной кислоты.

2. После нейтрализации HCl в 80 мл раствора осталось 0,0055 моль соды.

$$C_m(\text{NaHCO}_3) = v(\text{NaHCO}_3) / V_{\text{р-ра}} = 0,0055/0,08 = 6,8 \cdot 10^{-2} \text{ (моль/л)}$$



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_{\text{воды}} \cdot C(\text{NaHCO}_3)}{K_1(\text{H}_2\text{CO}_3)}} = 3,97 \cdot 10^{-5} \text{ (моль/л)}$$

$$\text{рОН} = -\lg[\text{OH}^-] = 4,4; \text{ рН} = 14 - \text{рОН} = 14 - 4,4 = 9,6$$

3. Степень гидролиза: $h = [\text{OH}^-]/C_M(\text{NaHCO}_3) = 3,97 \cdot 10^{-5}/6,8 \cdot 10^{-2} = 5,84 \cdot 10^{-4}$ (или 0,0584%)

За расчет концентрации ионов водорода в желудочном соке – 6 баллов

За расчет количества соды оставшейся в избытке – 2 балла

За составление уравнения реакции нейтрализации кислоты – 2 балла

За вывод о скорости секреции желудочного сока – 2 балла

За расчет рН после добавления раствора соды – 6 баллов

За расчет степени гидролиза – 2 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-5. Рекомендации к решению и оценке:

1. Описанные в тексте вещества – кристаллогидраты с общей формулой $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Молярная масса кристаллогидратов: $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 106 + 18n$.

Для нахождения n необходимо воспользоваться данными, приведенными в тексте. Выведем формулу для расчета n :

$$n = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}) - 106}{18} = \frac{106/\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) - 106}{18}$$

1)

$$n = \frac{106/(1 - 0,629) - 106}{18} = \frac{106/0,371 - 106}{18} = 10$$

При 15° из «не вполне насыщенного при нагревании раствора» выделяется кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (вещество 1).

2)

$$n = \frac{106/0,282 - 106}{18} = 15$$

При -20° из раствора выделяется кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ (вещество 2).

3)

$$n = \frac{106/(1 - 0,145) - 106}{18} = \frac{106/0,855 - 106}{18} = 1$$

Вещество 3 – кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

4)

$$n = \frac{106/(1 - 0,46) - 106}{18} = \frac{106/0,54 - 106}{18} = 5$$

Вещество 4 – кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

5)

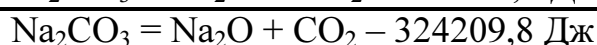
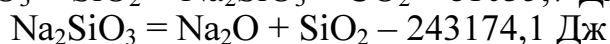
$$n = \frac{106/(1 - 0,543) - 106}{18} = \frac{106/0,457 - 106}{18} = 7$$

Ниже 8°C из пересыщенного раствора выделяется $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (вещество 5).

2. Д. И. Менделеев иллюстрировал этим примером закон кратных отношений: если два элемента образуют друг с другом более одного соединения, то массы одного из элементов, приходящиеся на одну и ту же массу другого элемента, относятся как небольшие целые числа (современная формулировка).

Менделеев дает такую формулировку закона: «если два тела соединяются между собою в нескольких, определенных пропорциях, т. е. если образуют несколько определенных соединений, то на данное количество одной составной части во всех соединениях будут заключаться такие количества другой составной части, которые находятся между собою в простом кратном отношении, т. е. будут выражаться соизмеримыми числами».

3. На основании приведенных уравнений находим искомое термохимическое уравнение:



На разложение 1 моль (106 г) карбоната натрия затрачивается 324209,8 Дж теплоты, а на разложение 5 кг (5000 г) потребуется:

2. Основную погрешность вычислений составляют усреднённые значения теплоёмкостей веществ, так как теплоёмкость существенно зависит от изменения температуры и потери тепла в результате излучения.

За составление уравнений реакции горения углеводородов (за каждое верное уравнение по 1 баллу) – 3 балла

За определение $Q_{\text{сгорания}}$ данных углеводородов (любым способом) – 4 балла

За определение теплоты сгорания 1 моль смеси данных углеводородов с учётом потери тепла на излучение – 2 балла

За предположение потери тепла за счёт теплоёмкости продуктов сгорания и использованного воздуха – 2 балла

За определение количества продуктов сгорания – 1 балл

За определение кол-ва использованного воздуха без прореагировавшего O_2 – 2 балла

За определение потери тепла за счёт теплоёмкости продуктов сгорания и использованного воздуха – 3 балла

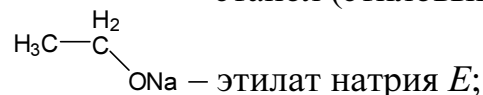
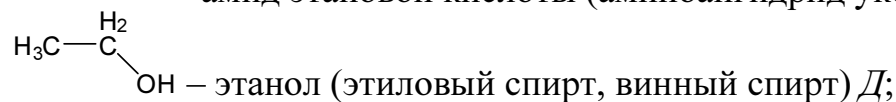
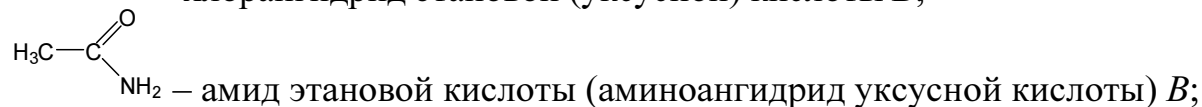
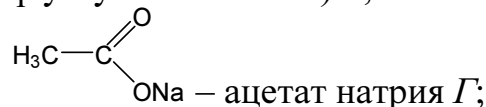
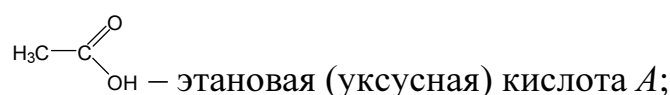
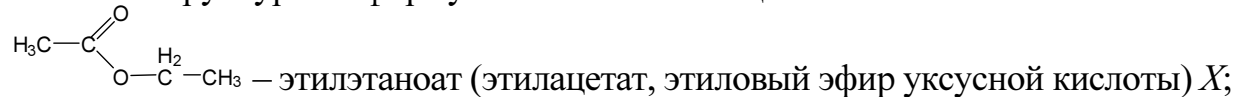
За определение температуры горения по уравнению Томпсона – 2 балла

За указание основных погрешностей вычисления – 1 балл

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 11-3. Рекомендации к решению и оценке:

1. Структурные формулы и названия веществ схемы:



2. Уравнения реакций: (1) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;

(2) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{CH}_3\text{COCl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$;

(3) $\text{CH}_3\text{COCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$;

(4) $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{NH}_3$;

(5) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$;

(6) $\text{CH}_3\text{COCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaCl}$;

(7) $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NH}_3$;

(8) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaBr}$;

(9) $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$;

(10) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH}$;

(11) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$.

За каждую верную структурную формулу веществ X и А-Ж – по 1 баллу, всего – 8 баллов

Расчет молярных масс веществ X, А, В и Д отдельно не оценивается.

За уравнения (1) и (5) – по 0,5 балла, за уравнения (2) и (4) – по 2 балла, за уравнения (3), (6)-(11) – по 1 баллу, всего – 12 баллов

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

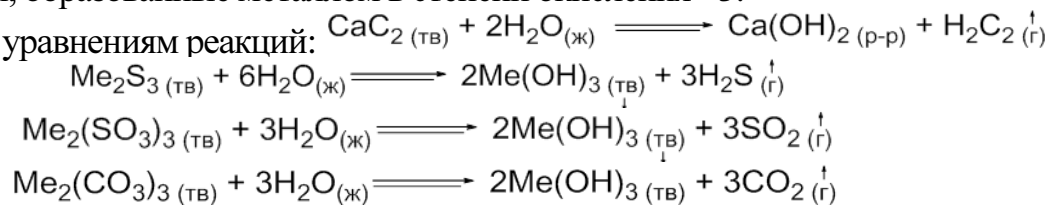
Задача 11-4. Рекомендации к решению и оценке:

1. По условию, 1 л газа поглотился 1 л воды, следовательно, образовалось 5,091 л газа.

2. Количество газа составляет: $5,091 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,227 \text{ моль}$.

3. Кристаллические вещества, образующие газы при растворении в воде, могут принадлежать к классам гидридов, пероксидов, надпероксидов, озонидов, нитридов, фосфидов, карбидов, галогенидов неметаллов, полностью гидролизующихся солей. Гидриды при растворении в воде образуют водород, который ничтожно растворим в воде, следовательно, гидриды не удовлетворяют условию задачи. По той же причине не подходят пероксиды, надпероксиды, озониды, фосфиды. Галогениды неметаллов при растворении в воде образуют галогеноводороды, а они весьма хорошо растворимы в воде, равно как и аммиак, что также не соответствует условию задачи, следовательно, не подходят нитриды и галогениды. Остаются карбиды и соли, подверженные полному гидролизу, а это сульфиды, сульфиты и карбонаты. При гидролизе карбидов образуется метан и ацетилен, но у метана растворимость в воде ничтожна, следовательно, остаётся ацетилен. При полном гидролизе сульфидов образуется сероводород, при полном гидролизе сульфитов образуется сернистый газ, а при полном гидролизе карбонатов образуется углекислый газ; ацетилен образуется при гидролизе карбида кальция, а полному гидролизу преимущественно подвержены соли, образованные металлом в степени окисления +3.

4. Согласно уравнениям реакций:



количество $n(\text{CaC}_2) = n(\text{H}_2\text{C}_2) = 0,227 \text{ моль}$, тогда $M(\text{CaC}_2) = 10/0,227 = 44,053 \text{ (г/моль)}$, молярная масса не соответствует действительности, следовательно, исходное вещество не карбид.

$n(\text{Me}_2\text{S}_3) = 1/3n(\text{H}_2\text{S}) = 0,227/3 = 0,076 \text{ (моль)}$, тогда $M(\text{Me}_2\text{S}_3) = 10/0,076 = 131,579 \text{ (г/моль)}$, $M(\text{Me}) = (131,579 - 32 \cdot 3)/2 = 17,790 \text{ (г/моль)}$ элемента с такой молярной массой не существует, следовательно, исходное вещество не сульфид.

$n(\text{Me}_2(\text{SO}_3)_3) = 1/3n(\text{SO}_2) = 0,227/3 = 0,076 \text{ (моль)}$, тогда $M(\text{Me}_2(\text{SO}_3)_3) = 10/0,076 = 131,579 \text{ (г/моль)}$, $M(\text{Me}) = (131,579 - (32 \cdot 3 + 16 \cdot 9))/2 = -54,21 \text{ (г/моль)}$ масса не может быть отрицательной, следовательно, исходное вещество не сульфит.

$n(\text{Me}_2(\text{CO}_3)_3) = 1/3n(\text{CO}_2) = 0,227/3 = 0,076 \text{ (моль)}$, тогда $M(\text{Me}_2(\text{CO}_3)_3) = 10/0,076 = 131,579 \text{ (г/моль)}$, молярная масса не соответствует действительности, следовательно, исходное вещество не карбонат.

5. Тогда, исходное вещество представляет собой то же вещество, что и образующийся газ, но в конденсированном кристаллическом состоянии, следовательно, $M(\text{в-ва}) = 10/0,227 = 44,053 \text{ (г/моль)}$, а это диоксид углерода, в кристаллическом состоянии — «сухой лёд», что полностью соответствует условию задачи.

За нахождение количества выделившегося газа — 1 балл

За предположение, что исходное вещество это — карбид кальция или сульфид, сульфит, карбонат металла в степени окисления + 3, с приведением соответствующего уравнения химической реакции (за каждое по 1 баллу) — 4 балла

За определение молярной массы вещества и исключения его из возможных вариантов ответа (за каждую верную молярную массу по 1 баллу) — 4 балла

За утверждение, что исходное вещество это выделившийся газ в конденсированном кристаллическом состоянии — 8 баллов

За определение молярной массы и формулы исходного вещества — 3 балла

Максимальное число баллов за задачу — 20 баллов

Задача 11-5. Рекомендации к решению и оценке:

1. Найдем массовые доли элементов в соединении:

1) *массовая доля бария*: в 233 г BaSO₄ содержится 137 г бария,

а в 0,3705 г BaSO₄ → m(Ba) = 0,3705 · 137 : 233 = 0,2178 (г),

$$\omega(\text{Ba}) = 0,2178 : 0,8377 = 0,2600, \text{ или } 26\%;$$

2) *массовая доля серы*: в 233 г BaSO₄ содержится 32 г серы,

а в 2,3240 г BaSO₄ → m(S) = 2,3240 · 32 : 233 = 0,3192 (г),

$$\omega(\text{S}) = 0,3192 : 2,6293 = 0,1214, \text{ или } 12,14\%;$$

3) *массовая доля углерода*: в 44 г CO₂ содержится 12 г углерода,

а в 0,3763 г CO₂ → m(C) = 0,3763 · 12 : 44 = 0,1026 (г),

$$\omega(\text{C}) = 0,1026 : 0,3218 = 0,3188, \text{ или } 31,88\%;$$

4) *массовая доля водорода*: в 18 г воды содержится 2 г водорода,

а в 0,2819 г воды → m(H) = 0,2819 · 2 : 18 = 0,0313 (г),

$$\omega(\text{H}) = 0,0313 : 0,5501 = 0,0569, \text{ или } 5,69\%;$$

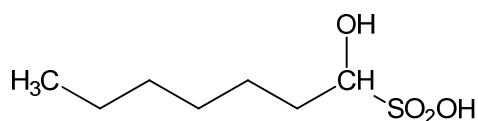
5) *массовая доля кислорода*: $\omega(\text{O}) = 100 - 26,00 - 12,14 - 31,88 - 5,69 = 24,29\%$

Найдем соотношение количеств элементов:

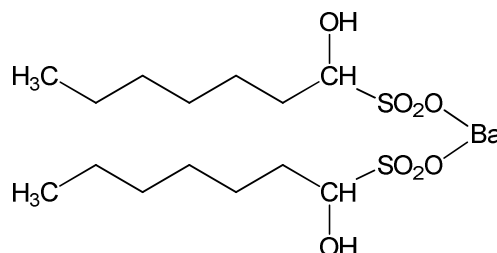
$$\begin{aligned} \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{S}) : \nu(\text{Ba}) &= \frac{31,88}{12} : \frac{5,69}{1} : \frac{24,29}{16} : \frac{12,14}{32} : \frac{26,00}{137} \\ &= 2,66 : 5,69 : 1,52 : 0,38 : 0,19 = 14 : 30 : 8 : 2 : 1 \end{aligned}$$

Таким образом, формула баритовой соли сернисто-энантолевой кислоты C₁₄H₃₀O₈S₂Ba.

2. Структурные формулы:

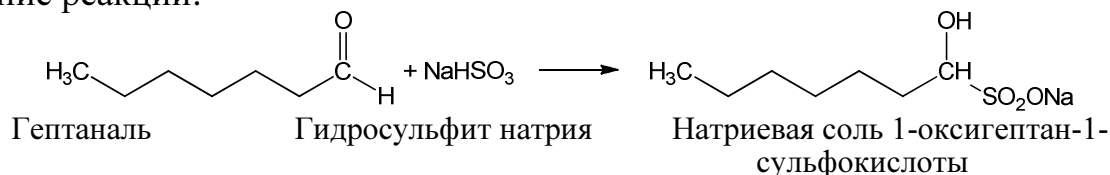


Сернисто-энантолевая кислота
(1-оксигептан-1-сульфокислота)



Баритовая соль сернисто-энантолевой кислоты
(Бариевая соль 1-оксигептан-1-сульфокислоты)

Уравнение реакции:



Гептаналь

Гидросульфит натрия

Натриевая соль 1-оксигептан-1-сульфокислоты

За нахождение формулы баритовой соли сернисто-энантолевой кислоты

– 9 баллов, в том числе:

– нахождение массовых долей Ba и S – по 2 балла, всего

– 4 балла

– нахождение массовых долей C, H и O – по 1 баллу, всего

– 3 балла

– нахождение соотношения количеств элементов

– 2 балла

(Участники олимпиады могут найти формулу вещества и другим способом. Если формула найдена логически верным способом и с использованием цифровых данных задачи, вывод формулы должен быть оценен в 9 баллов).

За написание структурных формул – по 2 балла, всего

– 4 балла

За написание уравнения реакции присоединения бисульфита

– 2 балла

За современные названия веществ – по 1 баллу, всего

– 5 баллов

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 11 класса – 120 баллов