



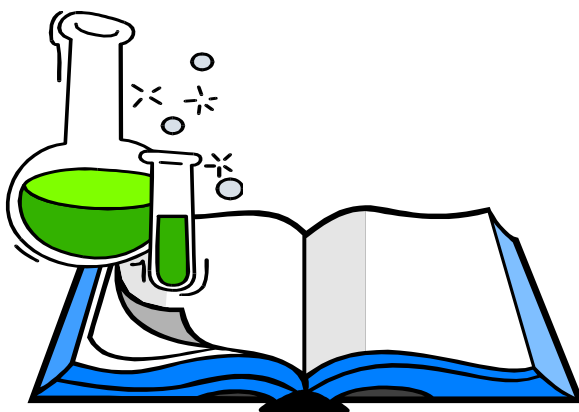
Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

ХИМИЯ, 2019

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

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

в Кировской области
в 2019/2020 учебном году



**Киров
2019**

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 2019–2020 учебном году / Сост. М. А. Бакулева, М. А. Зайцев, И. Д. Кормщиков, А. Н. Лямин, О. В. Навалихина, И. А. Токарева// Под ред. Е. В. Бересневой, М. А. Зайцева, А. Н. Лямина. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2019. – 32 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»;
Кормщиков И. Д.	студент 2 курса химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова»;
Лямин А. Н.	к.п.н., доцент 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»;
Лямин А. Н.	к.п.н., доцент кафедры предметных областей КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области».
Токарева И. А.	старший преподаватель кафедры менеджмента и товароведения ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России.

Подписано в печать 5.11.2018

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

Тираж 849 экз.

© Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников», Киров, 2019.

© Бакулева М. А., Зайцев М.А., Кормщиков И. Д., Лямин А. Н., Навалихина О. В., Токарева И. А., 2019.

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 сдает работу и анкету, шифр (например, РХО-9-01 – районная химическая олимпиада – 9-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.

Общие положения

Настоящие методические рекомендации предназначены для жюри муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии в Кировской области в 2019–2020 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 при помощи знаний, полученных из школьного курса химии. В то же время имеются задачи, требующие знаний из смежных школьных предметов (например, физики или математики), 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 1 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

Задача 8-1. «Тестовая». Ответом к заданиям является последовательность цифр, которую необходимо записать в предварительно подготовленную таблицу. Начертите на листе для записи чистовых решений следующую матрицу для ответа на тестовую задачу:

1		2		3		4		5		6		7				8				9				10			
												А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г

Ответы записывайте без пробелов, запятых и прочих символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке. Цифры в ответах на задания могут повторяться.

1. Из приведенного перечня выберите символы «элементов-неметаллов»:

1) Zn; 2) O; 3) Na; 4) P; 5) Cr; 6) Fe.

2. Из приведенного перечня выберите формулы основных оксидов

1) MgO; 2) SiO₂; 3) BaO 4) N₂O₅; 5) ZnO; 6) Al₂O₃.

3. Атомы каких из предложенных элементов в основном состоянии имеют 2 электрона на внешнем электронном слое?

1) N; 2) Li; 3) Sr; 4) S; 5) He; 6) Cl.

4. К каким из перечисленных типов реакций относится взаимодействие серы с железом при сплавлении?

1) необратимым; 2) обратимым; 3) замещения;
4) обмена; 5) соединения; 6) разложения.

5. В каких соединениях степень окисления азота равна (–3)?

1) N₂O₃; 2) NH₃; 3) N₂O; 4) NO₂; 5) HNO₃; 6) NH₄Cl.

6. В заданной схеме превращений: $\text{CuO} \xrightarrow{x} \text{CuSO}_4 \xrightarrow{y} \text{Cu(OH)}_2$ веществами X и Y соответственно являются:

1) Mg(OH)₂; 2) Na₂SO₄; 3) NaOH; 4) H₂O; 5) H₂SO₄; 6) SO₂.

7. Установите соответствие между названием лабораторного оборудования и его применением: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Оборудование	Применение
А) ступка; Б) воронка; В) шпатель; Г) пробирка.	1) для отбора небольших порций твердых веществ; 2) для измельчения твердых веществ; 3) для разделения несмешивающихся жидкостей; 4) для отмеривания определенного объема жидких веществ; 5) для фильтрования; 6) для проведения реакций.

8. Установите соответствие между смесью веществ и способом разделения данной смеси: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Смесь	Способ разделения
А) вода и этиловый спирт; Б) вода и глина; В) вода и масло; Г) песок и железная стружка.	1) фильтрование; 2) действие магнитом; 3) использование делительной воронки; 4) перегонка; 5) фильтрование после растворения и выпаривание; 6) хроматография.

9. Установите соответствие между реагентом и веществом, с которым он может взаимодействовать при стандартных условиях: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<i>Реагент</i>	<i>Вещество</i>
А) магний; Б) хлорид бария; В) вода; Г) гидроксид натрия.	1) CaO; 2) KNO ₃ р-р; 3) H ₂ г; 4) NaCl р-р; 5) HCl р-р; 6) Na ₂ SO ₄ р-р.

10. Установите соответствие между формулой вещества и классом, к которому это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<i>Формула</i>	<i>Класс / Группа</i>
А) NaOH; Б) CrO ₃ ; В) H ₂ SO ₄ ; Г) Na ₂ SO ₄ .	1) оксид основный; 2) кислота; 3) оксид амфотерный; 4) средняя соль; 5) оксид кислотный; 6) кислая соль; 7) щелочь; 8) основная соль.

Задача 8-2. «Газировка».

Определите массовую долю углекислого газа в газированной воде, если давление в 1,5 л бутылке с напитком при 25°C составляет 2 атм, а коэффициент растворимости диоксида углерода при данной температуре равен 0,759 л на 1 л воды. Плотность газированной воды в бутылке примите равной 1 г/мл.

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

Задача 8-3. «Соединения углерода с кислородом». Углерод образует три газообразных соединения с кислородом: монооксид (угарный газ) CO, диоксид (углекислый газ) CO₂ и так называемый субоксид C₃O₂.

Задание:

1. Определите: а) у какого из веществ наибольшая относительная молекулярная (молярная) масса,

б) какое из веществ содержит наибольший процент углерода по массе,

в) какое из веществ содержит наибольший процент кислорода по массе.

Выводы по заданию аргументируйте расчетами или пояснениями.

2. Предложите формулу соединения углерода с кислородом, в котором массы элементов равны. Ответ подтвердите расчётом.

Задача 8-4. «Три газа». Смесь трёх газов – кислорода, азота и углекислого газа, занимающих объём 300 см³, пропустили через избыток известковой воды. При этом объём смеси уменьшился на 30 см³. Оставшиеся газы пропустили через трубку с раскалённой медью. После реакции с медью не вступивший в химические реакции газ охладили и привели к исходным условиям, его объём составил 60 см³.

Задание:

1. Какой газ вступил в реакцию с известковой водой? Составьте уравнение соответствующей реакции, укажите ее признак, назовите образующиеся вещества.

2. Какой газ прореагировал с медью? Составьте уравнение данной реакции, укажите ее признак. Назовите продукт реакции.
3. Какой из этих газов в переводе с греческого называется «безжизненным» и почему?
4. Вычислите объёмную долю каждого газа в смеси.

Задача 8-5. «Горение на весах».

Юные химики провели три эксперимента с парафиновой свечой и весами. В первом случае на одну чашу весов они установили свечу и уравнили её, поставив соответствующие разновесы на другую чашу. Затем свечу зажгли (Рис. 1). Во втором опыте над горящей свечой закрепили стеклянную трубку, заполненную оксидом кальция (Рис. 2). Весы предварительно уравнили. В третьем — поместили горящую свечу в плотно закрытую колбу, которую также предварительно уравнили на весах (Рис. 3).

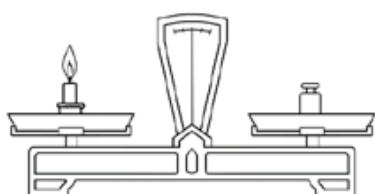


Рис. 1

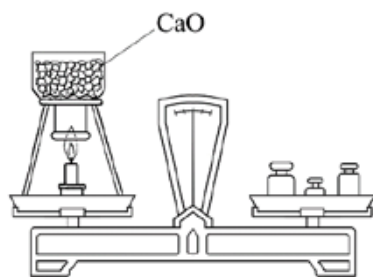


Рис. 2

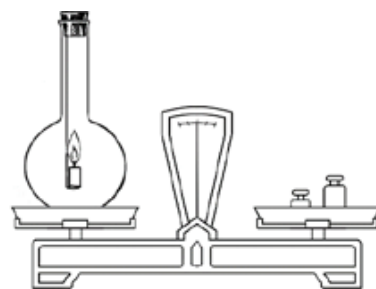


Рис. 3

Задание:

1. В каком случае (или случаях) равновесие сохранилось? Почему?
2. В каком опыте (или опытах) равновесие весов быстро нарушилось? В какую сторону (вправо или влево) отклонилась стрелка весов в каждом случае? Ответ обоснуйте.
3. Основным компонентом парафина является вещество, состав которого $C_{20}H_{42}$. Составьте уравнение реакции его полного сгорания.
4. Какие реакции протекают в трубке, заполненной оксидом кальция (Рис. 2)? Напишите соответствующие уравнения.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9-1. «Тестовая». Ответом к заданиям является последовательность цифр, которую необходимо записать в предварительно подготовленную таблицу. Начертите на листе для записи чистовых решений следующую матрицу для ответа на тестовую задачу:

1	2	3	4	5	6	7				8				9				10			
						А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г

Ответы записывайте без пробелов, запятых и прочих символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке. Цифры в ответах на задания могут повторяться.

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют электронную конфигурацию внешнего электронного слоя ns^2np^4 .

1) К; 2) S; 3) Na; 4) Se; 5) Si; 6) Cl.

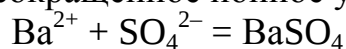
2. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые имеют молекулярное строение.

1) O_2 ; 2) SiO_2 ; 3) CH_4 ; 4) KOH; 5) HBr; 6) H_2O .

3. Из предложенного перечня выберите два ряда веществ, в которых каждое реагирует с оксидом алюминия.

- 1) $\text{NO}_{(\text{г})}$, Na_2CO_3 (р-р) 2) Na_2SiO_3 (р-р), $\text{Zn}_{(\text{тв})}$ 3) HNO_3 (р-р), K_2CO_3 (р-р)
 4) $\text{CO}_{(\text{г})}$, $\text{Cu}_{(\text{тв})}$ 5) $\text{BaO}_{(\text{тв})}$, $\text{NaOH}_{(\text{р-р})}$

4. В раствор вещества А добавили раствор вещества Б. В результате произошла реакция, которую описывает сокращённое ионное уравнение



из предложенного перечня выберите вещества А и Б, которые могут реагировать согласно данному уравнению:

- 1) серная кислота; 2) оксид серы (IV); 3) гидроксид бария;
 4) бромид бария; 5) сульфит бария.

5. Из предложенного перечня выберите два вещества, с каждым из которых реагирует как магний, так и сера.

- 1) оксид углерода (IV); 2) кислород; 3) гидроксид меди (II);
 4) углерод; 5) хлороводород.

6. Из предложенного перечня выберите два внешних воздействия, которые оказывают влияние на скорость протекающей в открытой колбе реакции между медью и азотной кислотой:

- 1) внешнее давление; 2) температура; 3) объем колбы;
 4) концентрация кислоты; 5) количество меди.

7. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Формула	Реагенты
А) Na; Б) SO_2 ; В) $\text{Al}(\text{OH})_3$; Г) MgBr_2 .	1) CaO , O_2 , KOH 4) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, KHSO_4 , HCl 2) Cl_2 , K_3PO_4 , LiOH 5) S , H_2SO_4 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 3) K_2SO_4 , P_2O_5 , HNO_3

8. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия:

Реагирующие вещества	Продукты взаимодействия
А) CuCl_2 и Zn Б) ZnCl_2 и H_2O В) MgCl_2 и Zn Г) CuCl_2 и KOH	1) ZnCl_2 и Cu 4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и KCl 2) не реагируют 5) ZnCl_2 и Mg 3) ZnOHCl и HCl

9. Установите соответствие между веществом и способом его промышленного получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Вещество	Способ получения
А) водород; Б) аммиак; В) фосфор; Г) хлор.	1) ректификация нефти 2) из синтез-газа 3) электролиз раствора поваренной соли 4) синтез из простых веществ 5) из апатитов, песка и угля 6) добычей открытым способом

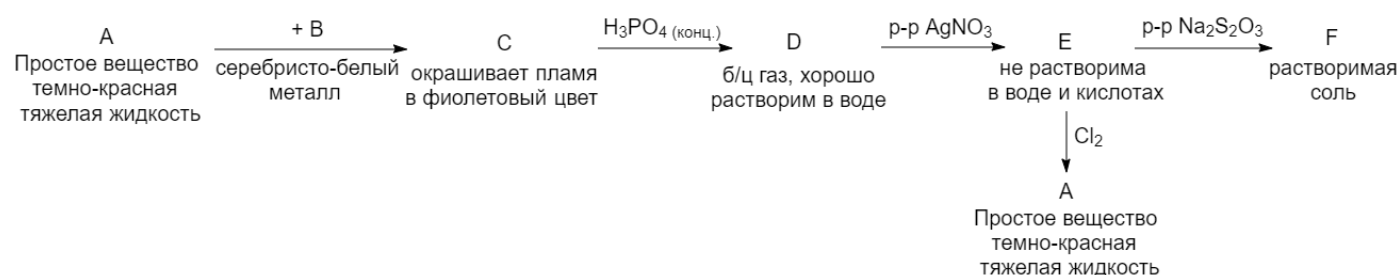
10. Установите соответствие между уравнением реакции и направлением

смещения положения химического равновесия при понижении давления: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Уравнение реакции	Направление смещения равновесия
А) $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} = 2NH_{3(г)} + Q$	1) смещается в сторону продуктов реакции;
Б) $CH_{4(г)} = C_{(тв)} + 2H_{2(г)} - Q$;	2) смещается в сторону исходных веществ;
В) $3H_{2(г)} + CO_{(г)} = H_2O_{(г)} + CH_{4(г)} - Q$;	3) не происходит смещения равновесия;
Г) $2HBr_{(г)} = Br_{2(ж)} + H_{2(г)} - Q$.	

Задача 9-2. «Схема превращений». Вещество А – одно из двух простых веществ в Периодической системе, находящееся в жидком агрегатном состоянии при стандартных условиях. Известно, что название элемента означает «дурной запах, зловоние».

Ниже приведена цепочка превращений, описывающая свойства некоторых соединений этого элемента.



Задание:

1. О каком веществе идет речь?
2. Напишите уравнения реакций 1-5.
3. Почему в реакции С – Д используется концентрированная фосфорная кислота, а не концентрированная серная? Ответ подтвердите уравнением реакции.
4. Как можно получить А? Напишите уравнение реакции.
5. Какие условия называются «стандартными»? Назовите второе простое вещество из Периодической системы, жидкое при таких условиях.

Задача 9-3. «А, В, С». Расплавленное вещество **А** массой 4 г обработали газом и получили единственный продукт **В**, жидкий при нормальных условиях. При внесении продукта **В** в избыток воды образуется 3 г исходного вещества **А** и газ **С**. При окислении кислородом исходной навески вещества **А** можно получить в 4 раза больше газа **С**, чем из полученного раствора.

Задания:

1. Определите систематические названия и напишите формулы веществ А, В и С.
2. Составьте уравнения всех приведённых в тексте химических реакций.

Задача 9-4. «Философский камень». «Чтобы приготовить эликсир мудрецов, или философский камень, возьми, сын мой, философской ртути (вещество **Х**) и накаливай, пока она не превратится в зеленого льва (вещество **А**, реакция 1). После этого прокаливай сильнее, и она превратится в красного льва (вещество **С**, реакция 2). Дигерируй этого красного льва на песчаной бане с кислым виноградным спиртом (вещество **Д**), выпари жидкость, и ртуть превратится в камедообразное вещество, которое можно резать ножом (вещество **Е**, реакции 3, 4). Положи его в обмазанную глиной реторту и не спеша дистиллируй. Собери отдельно жидкости различной природы, которые появятся при этом. Ты получишь безвкусную флегму (вещество **Ф**, реакция 5), спирт и красные капли. Киммерийские тени покроют реторту своим темным покрывалом, и ты найдешь внутри нее истинного дракона, потому что он пожирает свой хвост (реакции 6, 1). Возьми этого черного дракона (вещество **Х**),

разотри на камне и прикоснись к нему раскаленным углем. Он загорится и, приняв вскоре великолепный лимонный цвет, вновь воспроизведет *зеленого льва*. Сделай так, чтобы он пожрал свой хвост, и снова дистиллируй продукт. Наконец, мой сын, тщательно ректифицируй, и ты увидишь появление *горючей воды* (**вещество G**) и *человеческой крови* (**реакция 7**)» (Dumas, 1837, с. 30).

Попробуйте расшифровать этот рецепт получения философского камня, принадлежащий, по преданию, испанскому мыслителю Раймонду Луллию (XIII–XIV в.) и повторенный английским алхимиком XV столетия Джорджем Рипли в «Книге двенадцати врат», если известно, что в рецепте описаны превращения соединений элемента **X**.

Элемент **X** образует 2 оксида: **A** с массовой долей **X** 92,8% и **B** с массовой долей **X** 86,6%.

1. Определите элемент **X** и соединения **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** и **G**. Приведите формулы и систематические названия этих соединений.

Известно, что соединение **C** применяется как чрезвычайно стойкий к атмосферным воздействиям краситель, в частности для окраски подводной части судов; камедообразное вещество – это нечистое вещество **E**, которое в чистом виде представляет собой бесцветные прозрачные кристаллы и имеет сладкий вкус; соединения **D**, **F** и **G** не содержат атомы элемента **X** в своем составе; соединение **G** применяется в быту в качестве растворителя.

2. Напишите уравнения описанных в тексте реакций 1 – 7.

3. Приведите современное определение понятия «дигерирование».

Задача 9-5. «Домашняя лаборатория». Известно, что изделия из серебра на воздухе со временем темнеют. В качестве практических советов домашним хозяйкам предлагается удалять черноту с поверхности серебра посредством погружения изделия на 20–30 минут в 10% тёплый раствор аммиака с мылом или поваренной солью с последующей промывкой и тщательной сухой полировкой предмета. Также предлагается и другое средство восстановления серебряного блеска, а именно, обрачивание изделия в фольгу для пищевых продуктов или от шоколада с последующим погружением свёртка в насыщенный горячий раствор пищевой соды с добавлением небольшого количества поваренной соли.

Задания:

1. За счет каких соединений серебро покрывается «чёрным налётом»? Составьте уравнение происходящей реакции.

2. Объясните действие «химического восстановителя» в обоих рецептах и приведите соответствующие уравнения химических реакций. Логически обоснуйте Ваше решение (обосновать утверждение, — значит привести те убедительные или достаточные основания или аргументы, в силу которых оно должно быть принято).

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1. «Тестовая». Ответом к заданиям является последовательность цифр, которую необходимо записать в предварительно подготовленную таблицу. Начертите на листе для записи чистовых решений следующую матрицу для ответа на тестовую задачу:

1	2	3	4	5	6	7				8				9				10			

Ответы записывайте без пробелов, запятых и прочих символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке. Цифры в ответах на задания могут повторяться.

1. Из приведенного перечня выберите символы химических элементов, атомы

которых в стационарном состоянии не имеют неспаренных электронов:

- 1) Ba; 2) Se; 3) As; 4) W; 5) Zn; 6) Br.

2. Из приведенного перечня выберите формулы оксидов, проявляющих наибольшие окислительные свойства:

- 1) NO; 2) SO₂; 3) CrO₃ 4) N₂O; 5) N₂O₅; 6) P₂O₅.

3. Выберите два элемента, высшие оксиды и гидроксиды которых проявляют максимальное сходство свойств: 1) Fe; 2) Mn; 3) Cr 4) Cl; 5) In 6) O.

4. Из предложенного перечня выберите две пары реагентов, взаимодействие которых **не приводит** к образованию желтого осадка

- 1) AgF + KI; 2) Na₂S₂O₃ + H₂SO₄ (разб.); 3) Na₂Cr₂O₇ + BaCl₂;
4) CaCl₂ + H₂C₂O₄; 5) Na₃PO₄ + AgNO₃; 6) Cu + FeCl₃.

5. Из предложенного перечня выберите два типа реакций, к которым можно отнести термическое разложение бертолетовой соли (без катализатора):

- 1) обратимая; 2) необратимая; 3) замещения;
4) обмена; 5) диспропорционирования; 6) сопропорционирования.

6. Задана следующая схема превращения веществ: $X \xrightarrow{HCl}$ белый аморфный осадок $\xrightarrow{Y}$ бесцветный прозрачный раствор. Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y:

- 1) NH₃ (водн.); 2) ZnCl₂; 3) HCl;
4) Al(OH)₃; 5) K[Al(OH)₄]; 6) CO₂.

7. Установите соответствие между аппаратом, который используется в химическом производстве, и процессом, происходящим в этом аппарате: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<i>Аппарат</i>	<i>Осуществляемый процесс</i>
А) сушильная башня; Б) контактный аппарат; В) ректификационная колонна; Г) печь «кипящего слоя».	1) обжиг руды; 2) восстановление металла; 3) фракционное разделение; 4) абсорбция; 5) каталитическое окисление; 6) гидролиз.

8. Установите соответствие между исходными веществами и типом реакции, протекающей между ними.

<i>Исходные вещества</i>	<i>Промежуточная частица</i>
А) пропан + HNO ₃ (10-20%) →; Б) пропен + HBr (перекись) →; В) толуол + нитрующая смесь →; Г) циклопропан + бром →.	1) радикальное присоединение; 2) электрофильное замещение; 3) радикальное замещение; 4) полимеризация; 5) нуклеофильное замещение; 6) электрофильное присоединение.

9. Установите соответствие между названием вещества и формулами реагентов, с каждым из которых оно может взаимодействовать.

Название вещества	Формулы реагентов	
А) N_2 ;	1) O_2, HNO_3, Cl_2 ;	4) $NaOH, H_2O, PbS$;
Б) SO_3 ;	2) Li, O_2, H_2 ;	5) H_2O, H_2S, ZnO ;
В) CuS ;	3) $C, KOH, CaCO_3$;	6) $HNO_3, Ca(OH)_2, KHCO_3$.
Г) Al_2O_3		

10. Установите соответствие между веществом и источником его промышленного получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Вещество	Источник получения	
А) водород;	1) галит;	4) сильвин;
Б) азот;	2) селитры;	5) воздух;
В) натрий;	3) метан;	6) гипс.
Г) кислород.		

Задача 10-2. «Зашифрованные вещества».

Задания:

1. Установите неизвестные вещества.

Ответ подтвердите расчетом.

Дополнительно известно:

Вещество 1: $\omega(P) = 34,07\%$

Вещество 2: $D_{2, \text{воздух}} = 1,1724$.

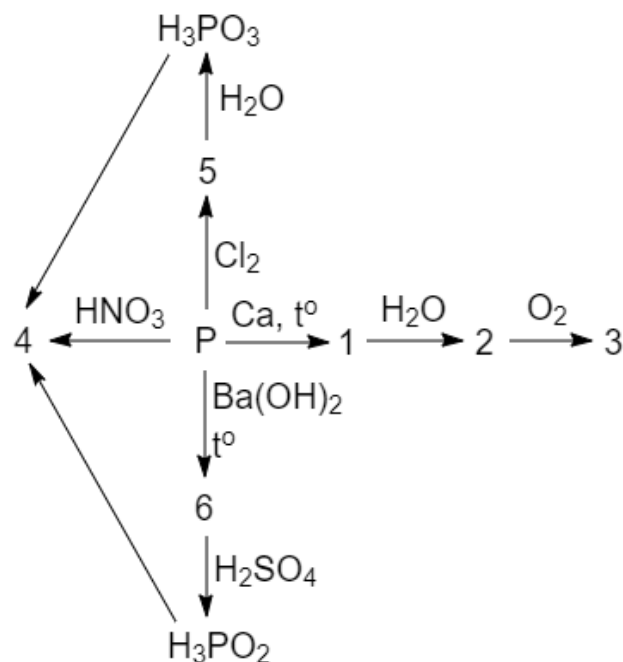
Вещество 5: $\omega(P) = 22,54\%$

Вещество 6: $\omega(P) = 23,18\%$

2. Напишите уравнения реакций.

3. Как получают фосфор? Напишите уравнение реакции.

4. Назовите основные аллотропные модификации фосфора.



Задача 10-3. «Углеводороды».

Имеется смесь двух гомологичных углеводородов, причем один из них содержит в 2 раза большее число атомов углерода в молекуле. Смесь имеет плотность по метану 2,40625. 26,88 л (объем приведен к н. у.) этой смеси подвергли гидратации в присутствии серной кислоты при температуре $100^\circ C$. Полученную смесь газообразных продуктов пропустили над нагретым оксидом меди (II), а затем смесь продуктов растворили в воде и получили 300 г раствора. 100 г этого раствора нагрели с оксидом серебра (I), который был получен из 750 мл 0,5М раствора нитрата серебра (I). Непрореагировавший оксид серебра (I) растворили в растворе аммиака и добавили к избытку раствора иодида натрия. При этом выпал желтый осадок массой 3,525 г.

1. Определите качественный и количественный состав смеси углеводородов.

2. Напишите уравнения всех описанных реакций.

3. Рассчитайте степень превращения углеводородов в реакции гидратации, считая ее равной для обоих углеводородов. Окисление продуктов гидратации оксидом меди (II) считать полным.

Задача 10-4. «Формулы». Атом изотопа элемента X имеет массу $24,909 \cdot 10^{-24}$ г, а число нейтронов на один больше числа протонов. Составьте графические формулы реально существующих соединений этого элемента с водородом и с кислородом.

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

Задача 10-5. «Блиц». В третьем номере журнала «Химия и жизнь» за 1965 год читателям были предложены интересные вопросы (автор – С. И. Дракин). Попробуйте и Вы ответить на них.

1. Какое неорганическое соединение при обычной температуре не является ни газом, ни жидкостью, ни твердым веществом?

2. Каким образом, не прибегая к действию реактивов, из медного купороса и воды можно получить серную кислоту?

3. Как, не прибегая к действию реактивов, из гексагидрата хлорида алюминия приготовить соляную кислоту?

4. Что произойдет с алюминиевой кастрюлей, если в ней долго кипятить раствор соды?

5. Растворимость одной из неорганических солей серебра в воде исключительно велика: 557 г соли на 100 г воды (при 25°C). Кроме того, эта соль хорошо растворима в бензоле и толуоле. Какая эта соль?

6. Каким образом из азота можно получить аммиак, не прибегая к использованию высокой температуры, давления или электрических разрядов?

7. Имеется смесь кислорода и оксида азота (I). Как химическим способом из этой смеси выделить оксид азота (I)?

8. Если в раствор иодида калия ввести хлор, то выделится свободный иод (что сразу же обнаруживается по окраске раствора). Но при дальнейшем насыщении раствора хлором окраска исчезает. Что при этом происходит?

9. Какой металл, кроме золота, имеет желтый цвет?

10. Как из сульфата бария получить хлорид бария?

В ответах на вопросы 1, 5, 9 приведите формулы и названия веществ. Ответы на вопросы 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10 подтвердите уравнениями реакций.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Задача 11-1. «Тестовая». Ответом к заданиям является последовательность цифр, символ элемента или числовое значение которые необходимо записать в предварительно подготовленную таблицу. Начертите на листе для записи чистовых решений следующую матрицу для ответа на тестовую задачу:

1	2	3	4	5	6	7				8				9				10			
						А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г

Ответы записывайте без пробелов, запятых и прочих символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке. Цифры в ответах на задания могут повторяться.

1. Из приведенного перечня выберите два названия веществ, центральный атом в которых находится в состоянии sp^2 -гибридизации:

- | | | |
|---------------------|-----------|------------|
| 1) серный ангидрид; | 2) вода; | 3) аммиак; |
| 4) фосген; | 5) силан; | 6) фосфин. |

2. Из приведенного перечня веществ выберите два, которые при взаимодействии с раствором щелочи дают соль и газообразный продукт:

- 1) сера моноклинная; 2) α -железо; 3) кремний;
4) белый фосфор; 5) хлор; 6) магний.

3. Из приведенного перечня веществ выберите два, растворы которых имеют нейтральную среду:

- 1) нашатырь; 3) купоросное масло; 5) ляпис;
2) ацетат аммония; 4) свинцовый сахар; 6) аммофоска.

4. Из приведенного перечня выберите две пары веществ, которые можно различить с помощью аммиачного раствора оксида серебра (I) (реактива Толленса):

- 1) глюкоза и фруктоза; 2) рибоза и 2-дезоксирибоза;
3) глицерол и этиленгликоль; 4) муравьиная кислота и формалин;
5) пропин и бутин-2; 6) целлюлоза и крахмал.

5. При электролизе раствора вещества **A** на катоде выделяется в том числе и водород, а при электролизе расплава вещества **B** водород выделяется на аноде. Выберите названия веществ **A** и **B** соответственно:

- 1) хлорид меди (II); 3) боксит в криолите; 5) гидроксид цинка;
2) гидрид натрия; 4) ацетат натрия; 6) нитрат серебра.

6. Вещество **A** – продукт гидратации первого представителя класса олефинов. При окислении **A** оксидом элемента **Э** получается вещество **Б**, при окислении которого гидроксидом элемента **Э** образуется вещество **В**. Выберите формулу продукта взаимодействия веществ **A** и **В**, напишите символ элемента **Э**.

- 1) этилэтаноат; 2) диметиловый эфир;
3) диэтилоксалат; 4) метилформиат.

7. Установите соответствие между названием полимера и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Название вещества	Область применения
А) полиакрилонитрил; Б) полиметилметакрилат; В) поливинилхлорид; Г) поливинилацетат	1) клей; 2) искусственные волокна; 3) натяжные потолки; 4) органическое стекло; 5) синтетические волокна; 6) наполнитель резин

8. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых оно может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Формула вещества	Формулы реагентов
А) BeO; В) Br ₂ ; Б) B ₂ O ₃ ; Г) AgF.	1) CO ₂ , CO, Cl ₂ ; 2) H ₂ O, Na ₂ O, KOH _(p-p) ; 3) O ₂ , CaCl ₂ , CO; 4) H ₂ O, HCl, KOH _(p-p) ; 5) Na ₂ CO ₃ , HCl, KOH _(p-p) ; 6) Mg, H ₂ , P.

9. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых оно может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Формула вещества	Формулы реагентов
------------------	-------------------

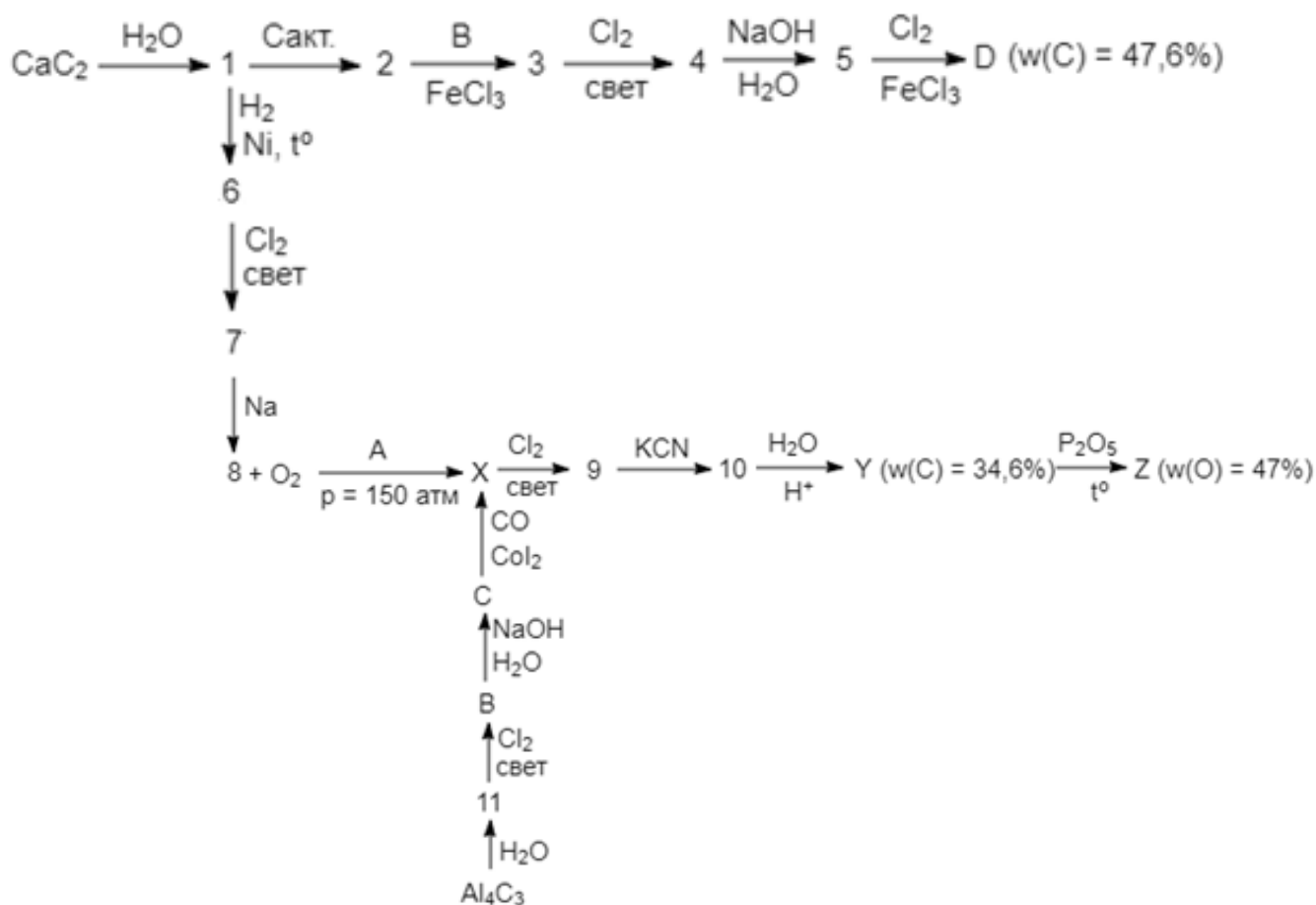
А) ацетилен;	1) Na, Br ₂ , H ₂ O;	2) HBr, Br ₂ , нитрующая смесь;
Б) ацетон;	3) O ₂ , H ₂ , PCl ₅ ;	4) CH ₄ , CO ₂ , CH ₃ MgBr;
В) аланин;	5) NaOH, HCl, H ₂ NCH ₂ COOH;	
Г) анилин.	6) C ₂ H ₆ , CH ₄ , KOH.	

10. Рассчитайте массу (в г) газообразного(-ых) продукта(-ов), полученных в результате термического разложения следующих солей количеством 1 моль:

- А) карбонат аммония; Б) нитрат аммония;
В) нитрит аммония Г) дихромат аммония.

Задача 11-2. «Цепочка превращений». Ниже представлена цепочка превращений веществ, содержащих углерод.

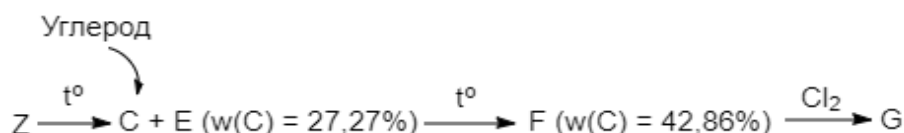
Про вещества известно: **D** – одно из действующих веществ распространенного препарата от боли в горле, **X** – кислота, **A** – соль этой кислоты, содержащая катион Co²⁺, **Y** – кислота, **Z** – бесцветный газ с отвратительным запахом, при хранении полимеризующийся с образованием продукта фиолетового цвета.



Задания:

1. Установите формулы неизвестных веществ.

Вещество **Z** обладает рядом интересных свойств. При нагревании разлагается с образованием углерода и вещества **E**. При дальнейшем нагревании продукты разложения дают вещество **F**, взаимодействие которого с хлором приводит к образованию вещества **G**. Известно, что **G** применялось в качестве боевого отравляющего вещества.



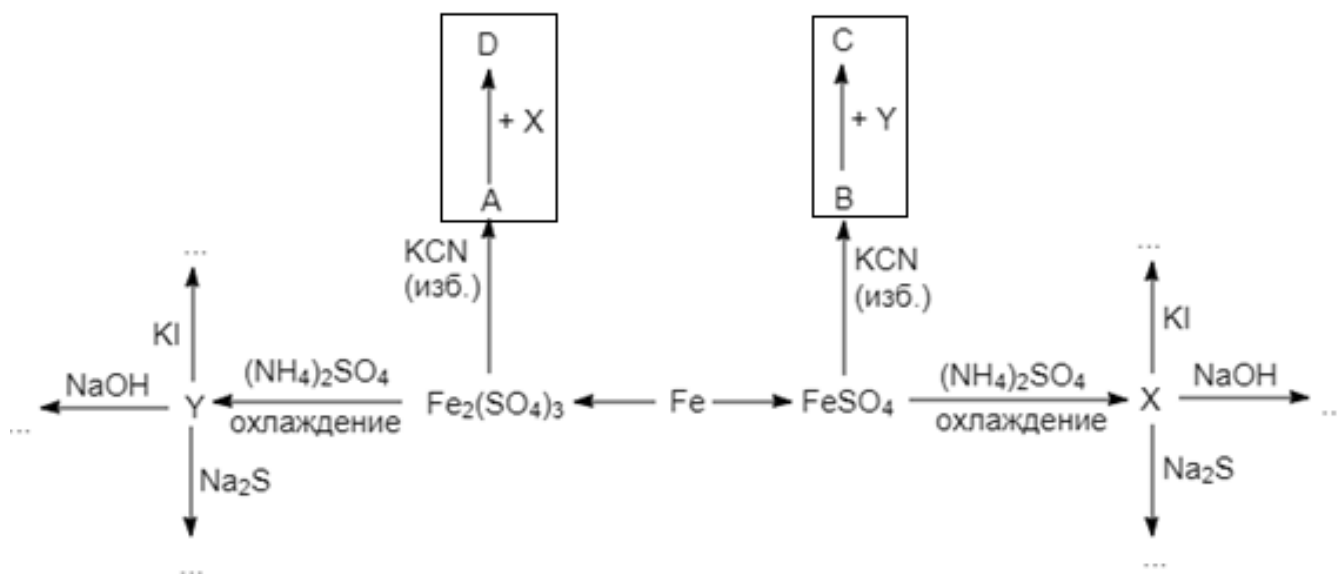
2. Установите вещества **Е – G**. Напишите уравнения реакций.

3. Назовите вещество **G**. Объясните, в чем заключается отравляющее действие этого вещества?

Задача 11-3. «Формулы». Смесь вещества **X** и вещества **Z** в мольном соотношении 1:3 при полном сгорании в кислороде образует азот, диоксид углерода и пары воды в мольном соотношении 75:100:85 соответственно; приведите графические формулы веществ **X** и **Z**.

Задача 11-4. «Химия железа».

Химия железа достаточно хорошо изучена и занимает особое место в мире живой и неживой природы. Ниже представлена цепочка превращений двух схожих по составу соединений, содержащих железо:



Задания:

1. Установите формулы веществ **X**, **Y**, если известно, что при нагревании вещество **X** теряет 27,75% массы, а вещество **Y** – 44,81%.

2. Напишите уравнения реакций. Для реакций, выделенных рамкой, укажите признак протекания реакции.

3. Назовите вещества **A–D** по номенклатуре ИЮПАК.

Задача 11-5. «Опасный газ». В закрытом сосуде объемом $0,001 \text{ м}^3$ при температуре 125°C смешали равные объёмы угарного газа и хлора. Через 25 мин после введения в реакционную смесь активированного угля в системе установилось давление $2,3 \times 10^5 \text{ Па}$, скорость образования фосгена составила $0,5 \times 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$.

Задание:

1. Определите парциальное давление хлора в исходной смеси.

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

Задача 8-1. «Тестовая».

Рекомендации к решению и оценке:

Ключ к тесту

1		2		3		4		5		6		7				8				9				10			
2	4	1	3	3	5	1	5	2	6	5	3	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
												2	5	1	6	4	1	3	2	5	6	1	5	7	5	2	4

Задание считается выполненным верно, если участник дал правильный ответ в виде последовательности цифр, соответствующей ключу теста.

За правильный ответ на каждое из заданий теста 1–6, в соответствии с ключом, ставится 2 балла. Если ключу не соответствует только одна цифра, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

За полный правильный ответ в заданиях теста 7–10 в соответствии с ключом теста ставится 2 балла; если не соответствует ключу только одна или две цифры, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

Максимальное число баллов за тест – 20 баллов.

Задача 8-2. «Газировка».

Рекомендации к решению и оценке:

- При 25° С и давлении 1 атм в 1,5 л воды может раствориться:
 $0,759 \text{ л} \cdot 1,5 = 1,1385 \text{ л}$ углекислого газа.
- При 25° С и давлении 2 атм в 1,5 л воды может раствориться:
 $0,759 \text{ л} \cdot 2 \cdot 1,5 = 2,277 \text{ л}$ углекислого газа.
- 2,277 л диоксида углерода составляют: $2,277 \text{ л} / 22,4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} = 0,102 \text{ моль}$,
 что составляет: $0,102 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1} = 4,473 \text{ г}$.
- Массовая доля диоксида углерода в 1,5 л водного раствора составит:
 $4,473 \text{ г} / 1500 \text{ г} = 0,003$ или 0,3 %.

За расчёт объёма CO₂ в 1,5 л воды при 25° С и давлении 1 атм – 2 балла

За расчёт CO₂ в 1,5 л воды при 25° С и давлении 2 атм – 7 баллов

За расчёт массы CO₂ в 1,5 л воды при 25° С и давлении 2 атм – 6 баллов

За расчёт массовой доли углекислого газа в 1,5 л воды при 25° С – 5 баллов

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 8-3. «Соединения углерода с кислородом».

Рекомендации к решению и оценке:

- а) Расчёты: - $M_r(\text{CO}) = 28$, - $M_r(\text{CO}_2) = 44$, - $M_r(\text{C}_3\text{O}_2) = 68$,
 б) На один атом О приходится:
 - в CO – 1 атом С, - в CO₂ – 0,5 атома С, - в C₃O₂ – 1,5 атома С.
 Наибольшая массовая доля С – в C₃O₂.

Расчеты: - $M_r(\text{CO}) = 28$, $\omega(\text{C}) = \frac{n \cdot A_r}{M} = \frac{12}{28} \cdot 100 \% \approx 42,9 \%$,

- $M_r(\text{CO}_2) = 44$, $\omega(\text{C}) = \frac{n \cdot A_r}{M} = \frac{12}{44} \cdot 100 \% \approx 27,3 \%$,

- $M_r(\text{C}_3\text{O}_2) = 68$, $\omega(\text{C}) = \frac{n \cdot A_r}{M} = \frac{12 \cdot 3}{68} \cdot 100 \% \approx 52,9 \%$.

в) Наибольшая массовая доля О соответствует наименьшей доле С. Из решения пункта (а) следует, что это CO_2 .

На один атом С приходится:

- в CO – 1 атом О, - в CO_2 – 2 атома О, - в C_3O_2 – 0,67 атома О.

Наибольшая массовая доля О – в CO_2 .

Расчеты: - $M_r(\text{CO}) = 28$, $\omega(\text{O}) = \frac{n \cdot A_r}{M} = \frac{16}{28} \cdot 100 \% \approx 57 \%$,

- $M_r(\text{CO}_2) = 44$, $\omega(\text{O}) = \frac{n \cdot A_r}{M} = \frac{16 \cdot 2}{44} \cdot 100 \% \approx 72,7 \%$,

- $M_r(\text{C}_3\text{O}_2) = 68$, $\omega(\text{O}) = \frac{n \cdot A_r}{M} = \frac{16 \cdot 2}{68} \cdot 100 \% \approx 47 \%$.

2. Обозначим формулу предполагаемого оксида – C_xO_y . Если массы элементов равны, то соблюдается равенство: $12x = 16y$, или $3x = 4y$,

таким образом, простейшее решение: $x = 4$, $y = 3$. Формула – C_4O_3 .

Принимается любая формула, кратная C_4O_3 .

За расчет относительных молекулярных масс за каждый по 1 баллу, всего – 3 балла

За оценку содержания углерода, за каждое вещество по 2 балла, всего – 6 баллов

За оценку содержания кислорода, за каждое вещество по 2 балла, всего – 6 баллов

За составление формулы предполагаемого оксида – 5 баллов

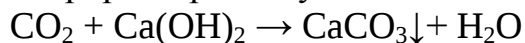
Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Задача 8-4. «Три газа».

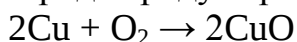
Рекомендации к решению и оценке:

1. С известковой водой прореагировал углекислый газ. Образуются вода и карбонат кальция.



(признак реакции – помутнение раствора, или выпадение белого осадка)

2. С медью прореагировал кислород. Продукт реакции – оксид меди (II).



(признак реакции – образование вещества черного цвета)

3. Азот в переводе с греческого означает «безжизненный». Газ азот не поддерживает дыхание и горение.

4. Объем прореагировавшего углекислого газа – 30 см^3 . Объем азота, не вступившего в химические взаимодействия – 60 см^3 . Объем кислорода – $300 - (30 + 60) = 210 \text{ см}^3$.

Рассчитаем объемные доли газов в исходной смеси по формуле: $\varphi = \frac{V}{V_{\text{смеси}}}$,

$$\varphi(\text{CO}_2) = \frac{30}{300} \cdot 100 \% = 10 \%$$

$$\varphi(\text{N}_2) = \frac{60}{300} \cdot 100 \% = 20 \%$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{210}{300} \cdot 100 \% = 70 \%$$

За определение газа, реагирующего с известковой водой, указание признака

реакции и названия веществ

– 7 баллов

За определение газа, реагирующего с медью, указание признака реакции и название вещества

– 6 баллов

За объяснение названия азота

– 1 балл

За расчеты

– 6 баллов

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

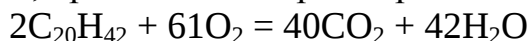
Задача 8-5. «Горение на весах».

Рекомендации к решению и оценке:

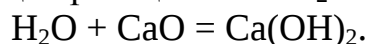
1. Равновесие сохранилось в третьем опыте (Рис. 3). Реагенты и продукты реакции находились в замкнутом объёме колбы, их суммарная масса не изменялась.

2. В первом опыте (Рис. 1) масса горящей свечи постоянно уменьшается. Газообразные продукты сгорания парафина (пары воды и углекислый газ) постоянно удаляются из сферы реакции. Равновесие быстро нарушится, стрелка весов отклонится вправо. Во втором опыте (Рис. 2) предусмотрено поглощение продуктов сгорания парафина оксидом кальция. Масса веществ на левой чаше будет увеличиваться. Равновесие нарушится, стрелка весов отклонится влево.

3. Уравнение реакции, протекающей при сгорании парафина:



4. В трубке, заполненной оксидом кальция, поглощаются продукты сгорания парафина и протекают следующие реакции:



За ответ на задание 1

– 4 балла

За ответ на задание 2

– 6 баллов

За составление уравнения реакции горения парафина

– 4 балла

За составление уравнений реакций по рис. 2

за каждое по 3 балла, всего

– 6 баллов

Максимальное число баллов за задачу

– 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 8 класса – 100 баллов

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9-1. «Тестовая».

Рекомендации к решению и оценке:

Ключ к тесту

1		2		3		4		5		6		7				8				9				10			
2	4	2	4	3	5	1	4	2	4	2	4	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
												5	1	4	2	1	3	2	4	3	4	5	3	2	1	2	2

Задание считается выполненным верно, если участник дал правильный ответ в виде последовательности цифр, соответствующей ключу теста.

За правильный ответ на каждое из заданий теста 1–5, в соответствии с ключом, ставится 2 балла. Если ключу не соответствует только одна цифра, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

За полный правильный ответ в заданиях теста 6–10 в соответствии с ключом теста ставится 2 балла; если не соответствует ключу только одна или две цифры, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

Максимальное число баллов за тест

– 20 баллов.

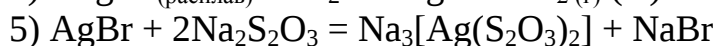
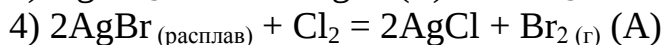
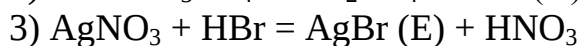
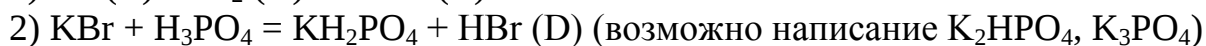
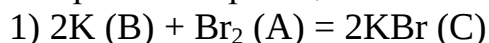
Задача 9-2. «Схема превращений».

Рекомендации к решению и оценке:

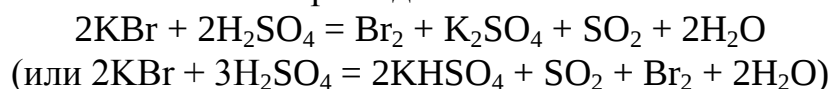
1. Описание вещества А позволяет нам определить, что это бром – Br₂: простое вещество – темно-красная тяжелая жидкость при стандартных условиях. Других таких простых веществ в Периодической системе нет.

Вещество В представляет собой серебристо-белый металл, соединения которого окрашивают пламя в фиолетовый цвет. Это описание позволяет определить металл калий К.

2. Уравнения реакций:

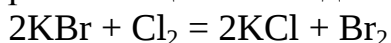


3. В реакции С – D используется фосфорная кислота, так как не проявляет окислительных свойств, в отличие от серной кислоты. В случае использования серной кислоты возможно окисление бромид-ионов:

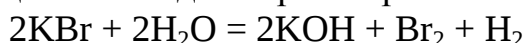


4. Возможные способы:

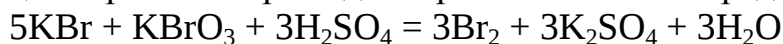
1) Пропускание хлора через насыщенный водный раствор KBr:



2) Электролиз насыщенного водного раствора KBr:



3) Сопропорционирование бромида и бромата в кислой среде:



5. Стандартными (в химической термодинамике) называют следующие условия: p = 101325 Па ≈ 1 атм, C = 1 моль/л. Температура не стандартизируется; в большинстве случаев в качестве стандартной принимается температура 298,15 К (25°C).

Вторым веществом, жидким при таких условиях, является металлическая ртуть – Hg.

За верное определение вещества А	– 2 балла
За уравнения реакций 1-5, по 2 балла, всего	– 10 баллов
(За схемы реакций 1-5, по 0,5 балла)	
За указание слабых о-в свойств ортофосфорной кислоты	– 1 балл
За уравнение реакции с серной кислотой	– 2 балла
(За схему реакции 0,5 балла)	
Любой возможный в лаборатории способ получения брома	– 2 балла
За верное указание всех стандартных условий	– 1,5 балла
За название второго жидкого простого вещества	– 1,5 балла
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

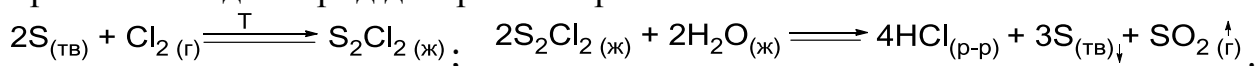
Задача 9-3. «А, В, С».

Рекомендации к решению и оценке:

1. По условию задачи при обработке исходного вещества газом образуется жидкость, т.е. молекулярное вещество, из этого следует, что исходное вещество тоже имеет молекулярную структуру; газ С образуется при окислении исходного ве-

щества кислородом и при гидролизе соединения исходного вещества с другим газом, следовательно, газ С — это оксид неметалла, а исходное вещество — молекулярный неметалл, твёрдый при н.у.: сера, но не бром и иод, т.к. они практически не окисляются кислородом; не фосфор, не селен и не теллур, т.к. они не образуют газообразных оксидов, а также, не мышьяк, т.к. сублимирует и не может быть при н.у. в расплавленном состоянии.

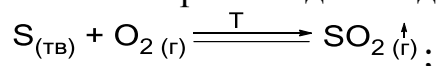
2. Газом, реагирующим с расплавленной серой с образованием одного продукта в жидком состоянии при н.у., может быть хлор, но не фтор, т.к. образующийся гексафторид серы является газом и не образует при гидролизе серу; продуктом реакции будет дихлорид дисеры, но не тетрахлорид серы, т.к. он является кристаллическим и при нагревании разлагается, и не дихлорид серы, т.к. он при нагревании разлагается с образованием дихлорид дисеры и хлора:



3. 4 г серы составляют 0,125 моль, по уравнению реакции гидролиза из 0,125 моль/2 = 0,0625 моль дихлорида дисеры образуется в полтора раза больше, т.е. 0,09375 моль серы, что составляет 3 г и соответствует условию задачи.

4. Газ С — является диоксидом серы; при гидролизе 0,0625 моль дихлорида дисеры образуется в два раза меньше сернистого газа, т.е. 0,03125 моль.

5. При горении серы образуется газообразный диоксид серы:



из 0,125 моль серы по уравнению реакции горения можно получить ровно столько же сернистого газа, что в 4 раза больше количества диоксида серы, полученного гидролизом дихлорида дисеры и соответствует условию задачи.

За определение исходного вещества серы	– 4 балла
За определение газа хлора	– 2 балла
За определение жидкого продукта дихлорида дисеры	– 5 баллов
За определение сернистого газа	– 2 балла
За составление уравнения реакции серы с хлором при температуре	– 2 балла
За составление уравнения реакции гидролиза дихлорида дисеры	– 2 балла
За составление уравнения реакции горения серы	– 1 балл
За расчёты, подтверждающие правильность решения	– 2 балла
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

Задача 9-4. «Философский камень».

Рекомендации к решению и оценке:

Французский химик XIX в. Жан-Батист Андре Дюма толкует данный текст так. Философскую ртуть он называет **свинцом**. Прокалив его, Рипли получает масикот (желтый **оксид свинца PbO**). Это зеленый лев, который при дальнейшем прокаливании превращается в красного льва – **красный сурик Pb₃O₄**. Затем алхимик нагревает сурик с кислым виноградным спиртом – винным **уксусом**, который растворяет оксид свинца (II).

После выпаривания остается свинцовый сахар – нечистый **ацетат свинца** (чистый Pb(C₂H₃O₂)₂·3H₂O – это бесцветные прозрачные кристаллы). При его постепенном нагревании в растворе сперва перегоняется **кристаллизационная вода** (флегма), затем горючая вода – «пригорелоексусный спирт» (**ацетон**) и, наконец, красно-бурая маслянистая жидкость.

Киммерияне, по верованиям греков, – народ из страны вечного мрака на краю Океана, у входа в подземное царство. Гомер:

*Скоро пришли мы к глубоко текущим водам Океана;
там киммериян печальная область, покрытая вечно
влажным туманом и мглой облаков...*

Ночь безотрадная там искони окружает живущих...

(Одиссея, Песнь XI, 13–15, 19)

Речь в рецепте идет о черном налете на стенках реторты, появившемся вследствие разложения органических веществ при сильном нагревании.

В реторте остается черная масса, или черный дракон. Это **мелко раздробленный свинец**. При соприкосновении с раскаленным углем он начинает тлеть и превращается в желтый оксид свинца (II): черный дракон пожрал свой хвост и обратился в зеленого льва. Его опять переводят в свинцовый сахар и повторяют все вновь.

1. Определить элемент **X** можно методом подбора.

Исходя из того, что общая формула оксидов элементов с четной валентностью – $\text{ЭO}_{\text{в}/2}$, а оксидов элементов с нечетной валентностью – $\text{Э}_2\text{O}_{\text{в}}$, отношение количеств элемента и кислорода в оксидах: $\nu(\text{Э}) : \nu(\text{O}) = 2 : \text{в}$.

Составим выражения для отношения количеств элементов в данных в задаче оксидах:

– для оксида **A**:

$$\nu(X) : \nu(O) = \frac{92,8}{M(X)} : \frac{7,2}{16} = 2 : \text{в}$$

$$M(X) = \frac{92,8 \cdot 16 \cdot \text{в}}{7,2 \cdot 2} \approx 103,1 \cdot \text{в}$$

– для оксида **B**:

$$\nu(X) : \nu(O) = \frac{86,6}{M(X)} : \frac{13,4}{16} = 2 : \text{в}$$

$$M(X) = \frac{86,6 \cdot 16 \cdot \text{в}}{13,4 \cdot 2} \approx 51,7 \cdot \text{в}$$

Подставим в формулы возможные валентности от 1 до 8, полученные данные занесем в таблицу, выделив одинаковые $M(X)$, полученные по данным для того и другого оксида:

Валентность X	1	2	3	4	5	6
$M(X)$ по данным для оксида A	103,1	206,2	309,3	412,4	515,5	618,6
$M(X)$ по данным для оксида B	51,7	103,4	155,1	206,8	258,5	310,2

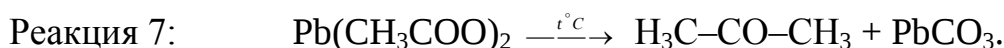
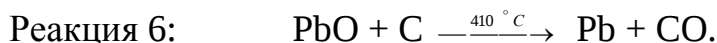
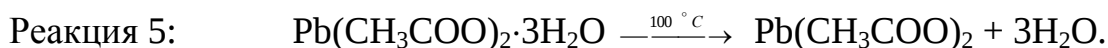
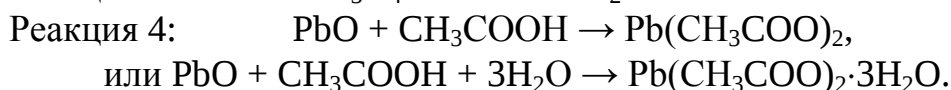
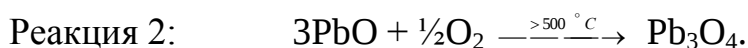
Элемент с молярной массой 103 г/моль – родий не подходит, так как для него наиболее типичной является валентность 3, а не 1 и 2. Элементы с молярными массами более 300 г/моль не известны (по крайней мере, не были известны во времена алхимиков).

Таким образом, $M(X) = 206 - 207$ г/моль, элемент **X** – свинец, а формулы и названия оксидов: **A** – PbO (оксид свинца (II)), **B** – PbO_2 (оксид свинца (IV)).

Соединение **C** (красный лев) – Pb_3O_4 – свинцовый сурик, оксид свинца (II, IV). Соединение **D** (кислый виноградный спирт) – CH_3COOH – этановая (уксусная) кислота, а вещество **E**, образующееся при дегидрировании оксида свинца (II, IV) с уксусной кислотой – свинцовый сахар, ацетат свинца $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Вещество F (безвкусная флегма) – это вода H_2O (оксид водорода), вещество G (горючая вода) – это ацетон (пропанон) $\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$.

2. Уравнения описанных реакций:



3. Дигерирование – нагревание твердого тела с жидкостью без доведения ее до кипения.

За определение элемента X (включая подтверждение расчетом)

– 4 балла.

За определение веществ A–G (включая формулы и названия) – по 1 баллу, всего

– 7 баллов.

За написание уравнений реакций 1–7 – по 1 баллу, всего

– 7 баллов.

За определение понятия дегерирование

– 2 балла.

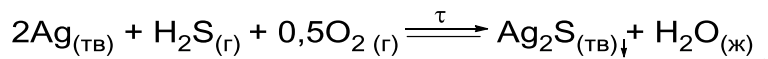
Максимальное количество баллов за задачу

– 20 баллов

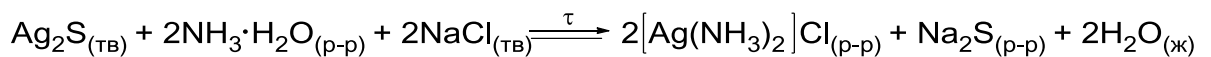
Задача 9-5. «Домашняя лаборатория».

Рекомендации к решению и оценке:

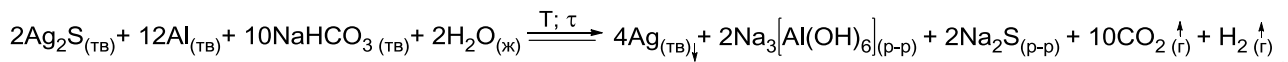
1. Кислородом воздуха, даже при высоких температурах, серебро практически не окисляется, но в присутствии следов S^{2-} — сероводород и др. во влажном воздухе образуется сульфид серебра Ag_2S практически нерастворимое в воде вещество интенсивно чёрного цвета, которое и обуславливает потемнение серебряных изделий:



2. В водном растворе аммиака сульфид серебра(I) постепенно растворяется за счёт образования устойчивого комплексного катиона диамминсеребра(I):



3. Оборачивание серебряного изделия в алюминиевую фольгу создаёт гальваническую пару, в которой алюминий выступает в качестве катода и на нём восстанавливается сульфид серебра(I); гидрокарбонат натрия необходим, чтобы удалить тонкий слой гидроксида алюминия, который образуется на алюминиевой фольге и препятствует прохождению процесса:



4. Добавление в горячий раствор соды небольшого количества поваренной соли повышает электропроводность раствора, что способствует более быстрой передаче электронов по мере прохождения процесса, предотвращая дисбаланс, и позволяет окислительно-восстановительной реакции проходить до конца.

За утверждение, что почернение серебряного изделия вызвано образованием тонкой плёнки сульфида серебра(I)

– 1 балл

За уравнение реакции образования сульфида серебра(I)

– 1 балл

За объяснение действия раствора аммиака на сульфид серебра(I) – 3 балла
 За составление уравнения соответствующей химической реакции – 3 балла
 За объяснение регенерирующего действия алюминиевой фольги в горячем
 растворе соды на сульфид серебра(I) – 4 балла
 За составление уравнения химической реакции – 4 балла
 За объяснение роли поваренной соли в электрохимическом процессе восста-
 новления сульфида серебра(I) – 4 балла
Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 9 класса – 100 баллов

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1. «Тестовая».

Рекомендации к решению и оценке:

Ключ к тесту

1		2		3		4		5		6		7				8				9				10			
1	5	3	5	2	4	5	6	2	5	5	3	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
												4	5	3	1	3	1	2	6	2	5	1	6	3	5	1	5

Задание считается выполненным верно, если участник дал правильный ответ в виде последовательности цифр, соответствующей ключу теста.

За правильный ответ на каждое из заданий теста 1–6, в соответствии с ключом, ставится 2 балла. Если ключу не соответствует только одна цифра, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

За полный правильный ответ в заданиях теста 7–10 в соответствии с ключом теста ставится 2 балла; если не соответствует ключу только одна или две цифры, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

Максимальное число баллов за тест – 20 баллов.

Задача 10-2. «Зашифрованные вещества».

Рекомендации к решению и оценке:

1. Вещество 1 образуется при сплавлении фосфора с кальцием. Значит, оно представляет собой бинарное вещество. Установим его формулу:

$$\begin{aligned} \omega(\text{Ca}) / M(\text{Ca}) : \omega(\text{P}) / M(\text{P}) \\ 0,6593 / 40 : 0,3407 / 31 \\ 0,0165 : 0,011 \mid : 0,011 \\ 1,5 : 1 \end{aligned}$$

Т.е. вещество 1 имеет формулу Ca_3P_2 .

Вещество 2 образуется при гидролизе Ca_3P_2 . Значит, представляет собой бинарное соединение, содержащее фосфор и водород. Установим его формулу:

$$D_{2,\text{воздух}} = 1,1724;$$

$$M(2) = M(\text{воздух}) \cdot D_{2,\text{воздух}} = 29 \cdot 1,1724 = 33,9996 \approx 34 \text{ г/моль.}$$

Обычно при гидролизе фосфидов образуется фосфин – PH_3 ($M(\text{PH}_3) = 34 \text{ г/моль}$), что удовлетворяет условию задачи.

Вещество 3 – продукт сгорания фосфина – P_4O_{10} (или P_2O_5).

Вещество 4 – продукт окисления фосфора азотной кислотой – фосфорная кислота H_3PO_4 .

Вещество 5 образуется при хлорировании фосфора. Значит, представляет собой бинарное соединение, содержащее фосфор и хлор.

$$\begin{aligned} &\text{Установим его формулу:} \\ &\omega(\text{P}) / M(\text{P}) : \omega(\text{Cl}) / M(\text{Cl}) \\ &0,2254 / 31 : 0,7746 / 35,5 \\ &0,00727 : 0,0218 \mid : 0,00727 \\ &1 : 3 \end{aligned}$$

Т.е. вещество 5 имеет формулу PCl_3 .

Вещество 6 – один из продуктов диспропорционирования фосфора в $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
Проверяя массовую долю и предполагая образование фосфорноватистой кислоты, убеждаемся, что 6 – $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$.

2. Уравнения реакций:
- 1) $3\text{Ca} + 2\text{P} = \text{Ca}_3\text{P}_2$
 - 2) $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3$
 - 3) $4\text{PH}_3 + 8\text{O}_2 = \text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O}$ (или $2\text{PH}_3 + 4\text{O}_2 = \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$)
 - 4) $\text{P} + 5\text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - 5) $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{PCl}_3$
 - 6) $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{HCl}$
 - 7) $8\text{P} + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + 2\text{PH}_3$
 - 8) $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_2$
 - 9) $2\text{H}_3\text{PO}_2 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{PH}_3$
 - $3\text{H}_3\text{PO}_2 + 4\text{HNO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $\text{H}_3\text{PO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 10) $4\text{H}_3\text{PO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{PH}_3$ $2\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_3\text{PO}_4$
 - $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. Традиционно фосфор получают восстановлением коксом из фосфатов:



В условиях проведения реакции образуется именно белый фосфор P_4 .

4. Известны три основные модификации фосфора: белый, красный и черный.

За определение вещества 1 – 1 балл

За определение вещества 2 – 2 балла

За определение веществ 3–5 – по 1 баллу, всего – 3 балла

За определение вещества 6 – 1 балл

(Там, где необходимо (1, 2 и 5), должны быть приведены расчеты. Если они отсутствуют, то определение вещества не засчитывается)

За уравнения реакций (1) – (10) – по 1 баллу, всего – 10 баллов

За уравнение реакции получения – 1,5 балла

(Если в продуктах красный фосфор, то 0,5 балла)

За аллотропные модификации – по 0,5 балла, всего – 1,5 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-3. «Углеводороды».

Рекомендации к решению:

1. Судя по описанию свойств, исходные гомологичные углеводороды – алкены, продукты их гидратации – спирты, которые окисляются оксидом меди (II) до карбонильных соединений. Причем с оксидом серебра (I) реагировать будет только альдегид. Значит, один из углеводородов – этен, а второй – алкен, у которого нет бокового ответвления при sp^2 -гибридных атомах углерода. Так как известно, что второй углеводород содержит в 2 раза больше атомов углерода в молекуле, то им может быть бутен-1. **[При этом допустимым считается ответ «бутен-2», а вот 2-метилпропен засчитывать нельзя.]**

2. Зная относительную плотность смеси по метану, можем вычислить среднюю молярную массу смеси и мольные доли компонентов в ней:

$$\overline{M} = D_{CH_4}(\text{смеси}) \cdot M(CH_4) \quad \overline{M}(\text{смеси}) = 2,40625 \cdot 16 \text{ г/моль} = 38,5 \text{ г/моль}$$

Если $\chi(C_2H_4)$ – мольная доля этена в смеси, то молярная масса смеси вычисляется как: $\overline{M}(\text{смеси}) = \chi(C_2H_4) \cdot M(C_2H_4) + \chi(C_4H_8) \cdot M(C_4H_8) = 38,5 \text{ г/моль}$

$$\overline{M}(\text{смеси}) = \chi(C_2H_4) \cdot M(C_2H_4) + (1 - \chi(C_2H_4)) \cdot M(C_4H_8) = 38,5 \text{ г/моль}$$

$$\overline{M}(\text{смеси}) = \chi(C_2H_4) \cdot 28 \text{ г/моль} + (1 - \chi(C_2H_4)) \cdot 42 \text{ г/моль} = 38,5 \text{ г/моль}$$

Отсюда $\chi(C_2H_4) = 0,625$, а $\chi(C_4H_8) = 0,375$.

3. Уравнения реакций: 1) $H_2C=CH_2 + H_2O \rightarrow H_3C-CH_2-OH$

2) $H_3C-CH_2-CH=CH_2 + H_2O \rightarrow H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$

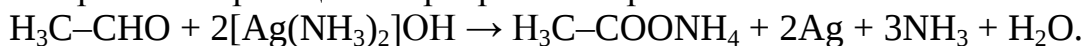
3) $H_3C-CH_2-OH + CuO \rightarrow H_3C-CHO + Cu + H_2O$

4) $H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3 + CuO \rightarrow H_3C-CH_2-C(O)-CH_3 + Cu + H_2O$

5) $2AgNO_3 + 2NaOH \rightarrow Ag_2O + H_2O$

6)* $H_3C-CHO + Ag_2O \rightarrow H_3C-COOH + 2Ag$

* – Реакцию «серебряного зеркала» проводят при небольшом нагревании и не с оксидом серебра, а с его аммиачным раствором, содержащим комплексное соединение – гидроксид диамминсеребра. Этот реактив также называют реактивом Толленса. $\nrightarrow$ Уравнение реакции «серебряного зеркала»:



Но мы будем оценивать полным баллом и упрощенный вариант.

7) $Ag_2O + 4NH_3 \cdot H_2O \rightarrow 2[Ag(NH_3)_2]OH + 3H_2O$

8) $[Ag(NH_3)_2]OH + NaI \rightarrow AgI + NaOH + 2NH_3$

4. Чтобы определить степень превращения алкенов в спирты, необходимо рассчитать количество альдегида, вступившего в реакцию «серебряного зеркала». Сделать это можно по разнице количества оксида серебра (I), полученного из нитрата и превращенного в осадок иодида.

$$n(AgNO_3) = C \cdot V(\text{р-ра } AgNO_3) = 0,75 \text{ л} \cdot 0,5 \text{ моль/л} = 0,375 \text{ моль}$$

$$n(Ag_2O)_{\text{исх.}} = \frac{1}{2} n(AgNO_3) = 0,1875 \text{ моль}$$

$$n(AgI) = m(AgI)/M(AgI) = 3,525 \text{ г}/235 \text{ г/моль} = 0,015 \text{ моль}$$

Тогда количество оксида серебра, не вступившего в реакцию «серебряного зеркала», составит $n(Ag_2O) = \frac{1}{2} n(AgI) = 0,0075 \text{ моль}$, а количество оксида, прореагировавшего с альдегидом, равно:

$$n(Ag_2O) = 0,1875 \text{ моль} - 0,0075 \text{ моль} = 0,18 \text{ моль}.$$

Следовательно, в 100 г раствора содержалось

$$n(CH_3CHO) = n(Ag_2O) = 0,18 \text{ моль},$$

$$\text{а в 300 г раствора} - n(CH_3CHO) = 3 \cdot 0,18 \text{ моль} = 0,54 \text{ моль}.$$

$$n(\text{CH}_3\text{CHO}) = n(\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}) = 0,54 \text{ моль}$$

Количество спирта равно количеству этена, вступившего в реакцию гидратации.

$$n(\text{алкенов в смеси}) = V(\text{смеси})/V_m = 26,88 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_4) = n(\text{алкенов}) \cdot \chi(\text{C}_2\text{H}_4) = 1,2 \text{ моль} \cdot 0,625 = 0,75 \text{ моль}.$$

Степень превращения алкена в спирт составит

$$\chi = 0,54 \text{ моль}/0,75 \text{ моль} = 0,72 \text{ или } 72\%.$$

Рекомендации по оцениванию

Определение качественного состава смеси – по 2 балла за каждый углеводород, всего 4 балла.

Если не указано, что второй алкен – это бутен, а просто написана формула C_4H_8 , то за этот компонент ставится 1 балл

За расчет количественного состава смеси – 3 балла.

Если вычислена только средняя молярная масса смеси – 1 балл.

За уравнения реакций 1-8 – по 1 баллу, всего 8 баллов

За расчет степени превращения алкена в реакции гидратации – 5 баллов.

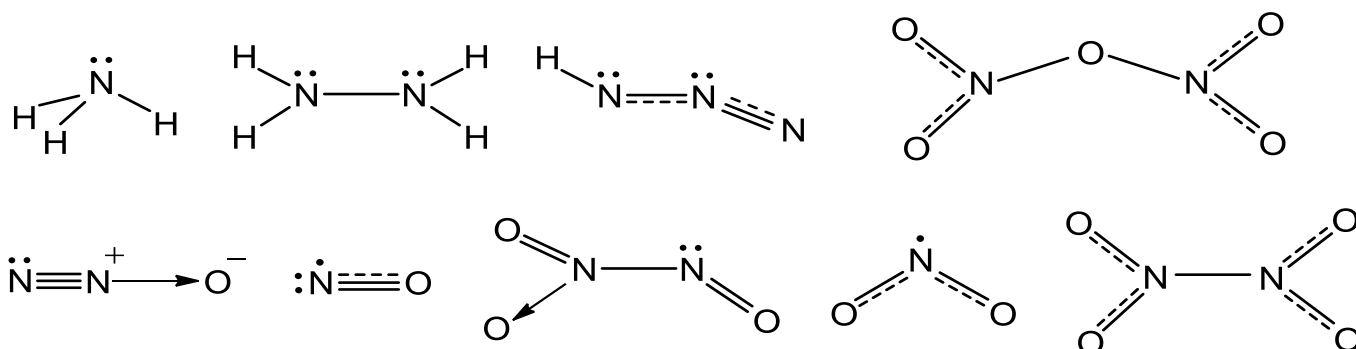
Если рассчитаны только количества неорганических веществ (нитрата серебра и иодида серебра), то ставится 1,5 балла.

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-4. «Формулы».

Рекомендации к решению и оценке:

1. Молярная масса изотопа X равна: $24,909 \cdot 10^{-24} \text{ г} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 15 \text{ моль}.$
2. По условию задачи в ядре изотопа X нейтронов на один больше числа протонов, следовательно, количество протонов равно 7 и это элемент азот N.
3. Электроотрицательность азота больше значения электроотрицательности водорода и меньше электроотрицательности кислорода, значит, в соединении с водородом азот проявляет отрицательную степень окисления, а в соединениях с кислородом положительную степень окисления: H_3N^{-3} ; $\text{H}_4\text{N}_2^{-2}$; $\text{HN}_3^{-1/3}$; N^{+1}_2O ; N^{+2}O ; $\text{N}^{+3}_2\text{O}_3$; N^{+4}O_2 ; $\text{N}^{+4}_2\text{O}_4$; $\text{N}^{+5}_2\text{O}_5$.
4. Графические формулы соединений:



Рекомендации по оцениванию

За определение молярной массы изотопа

– 1 балл

За определение количества протонов и элемента азота

– 1 балл

За составление графических формул реальных соединений азота с водородом и азота с кислородом (по 2 балла за формулу), но не более

– 18 баллов

Если составлены линейные формулы реальных соединений азота с водородом и азота с кислородом (по 1 баллу за формулу), но не более
10 баллов

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 10-5. «Блиц».

Рекомендации к решению и оценке:

1. При обычной температуре не является ни газом, ни жидкостью, ни твердым веществом кремниевая кислота, представляющая собой студенистый осадок – гель. Формула – H_2SiO_3 (метакремниевая кислота; допустимо указание ортокремниевой кислоты H_4SiO_4).

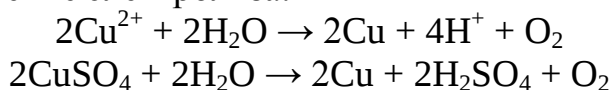
2. Серную кислоту из медного купороса и воды можно получить электролизом раствора. Сульфат меди (II) в растворе диссоциирует на ионы:



При электролизе раствора происходят следующие процессы:



Суммарное уравнение электролиза:

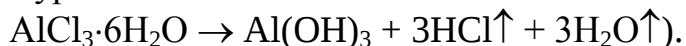


Таким образом, при электролизе раствора CuSO_4 на катоде выделится медь, а в растворе образуется серная кислота.

3. При нагревании $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ происходит реакция:



(допустимо написание уравнения:

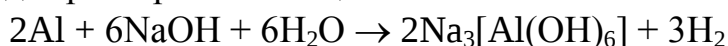


Соль гидролизует; в остатке останется Al_2O_3 ; если сконденсировать выделившиеся пары, то получится соляная кислота.

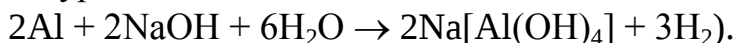
4. В растворе сода гидролизует:



Алюминий будет реагировать со щелочью:



(допустимо написание уравнения:

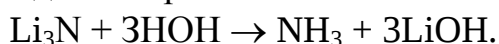


Алюминиевая кастрюля будет разрушаться с выделением водорода и углекислого газа.

5. Перхлорат серебра AgClO_4 .

6. Из азота получить аммиак можно следующим образом. Литий при обычной температуре реагирует с азотом, образуя нитрид: $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$

Нитрид лития разлагается водой с образованием аммиака:



7. Для выделения из смеси оксида азота (I) нужно добавить к ней оксид азота (II). Произойдет реакция: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.

Оксид азота (I) с оксидом азота (II) реагировать не будет. Полученный оксид азота (IV) можно удалить, пропуская газовую смесь через раствор щелочи:

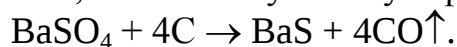


8. При дальнейшем насыщении раствора хлором происходит окисление иода до иодноватой кислоты: $I_2 + 5Cl_2 + 6H_2O \rightarrow 10HCl + 2HIO_3$.

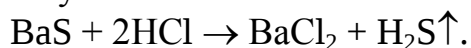
Кислота растворяется в воде.

9. Желтый цвет имеет цезий.

10. Из сульфата бария получить хлорид бария можно следующим способом. Прокалив сульфат бария с углем, можно получить сульфид:



Далее на сульфид бария действуют соляной кислотой:



За ответы на вопросы 1, 5, 9 (включая объяснения, написание формул и названий веществ) – по 1 баллу, всего – 3 балла.

За ответы на вопросы 2, 3, 7, 8 (включая объяснения, написание уравнений реакций) – по 2 балла, всего – 8 баллов.

За ответы на вопросы 4, 6, 10 (включая объяснения, написание уравнений реакций) – по 3 балла, всего – 9 баллов.

Максимальное количество баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 10 класса – 100 баллов

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Задача 11-1. «Тестовая».

Рекомендации к решению и оценке:

Ключ к тесту

1		2		3		4		5		6		7				8				9				10			
1	4	3	4	2	5	1	5	4	2	1	Cu	A	Б	В	Г	A	Б	В	Г	A	Б	В	Г	A	Б	В	Г
												5	4	3	1	5	2	6	5	1	3	5	2	94	44	28	28

Задание считается выполненным верно, если участник дал правильный ответ в виде последовательности цифр, соответствующей ключу теста.

За правильный ответ на каждое из заданий теста 1–6, в соответствии с ключом, ставится 2 балла. Если ключу не соответствует только одна цифра, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

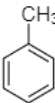
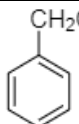
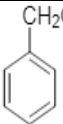
За полный правильный ответ в заданиях теста 7–10 в соответствии с ключом теста ставится 2 балла; если не соответствует ключу только одна или две цифры, задание оценивается в 1 балл. Во всех остальных случаях задание оценивается 0 баллов.

Максимальное число баллов за тест – 20 баллов.

Задача 11-2. «Цепочка превращений».

Рекомендации к решению и оценке:

1.

1	2	3
$HC\equiv CH$		
4	5	6
		H_3C-CH_3

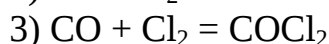
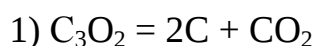
7	8	9
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\cdot\text{Cl}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
10	11	A
$\text{NC}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	CH_4	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Co}$
B	C	D
CH_3Cl	CH_3OH	
X	Y	Z
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	$\text{O}=\text{C}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	C_3O_2 $\text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{O}$

2. Так как известно, что **Z** – C_3O_2 и при разложении высвобождается углерод, то вторым продуктом может быть какой-то оксид углерода. Массовая доля углерода позволяет определить, что **E** – CO_2 .

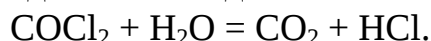
При нагревании продуктов разложения образуется **F** – CO , о чем говорит данная в условии массовая доля углерода.

При взаимодействии CO с хлором образуется боевое отравляющее вещество **G** – COCl_2 .

Уравнения реакций:



3. COCl_2 – фосген (дихлорид карбонила). Отравляющее действие основывается на взаимодействии с влагой дыхательных путей. При гидролизе образующийся HCl оказывает раздражающее действие на дыхательные пути:



За определение веществ 1-11, A – C – по 0,5 балла, всего

– 7 баллов

За определение веществ D, X и Y – по 1 баллу, всего

– 3 балла

За определение вещества Z

– 1,5 балла

За определение веществ E – G – по 1 баллу, всего

– 3 балла

За уравнения реакций (1)-(3) – по 1 баллу, всего

– 3 балла

Схемы не оцениваются

За название вещества G

– 0,5 балла

За объяснение отравляющего действия (главное: гидролиз в дыхательных путях с образованием едких паров HCl)

– 2 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 11-3. «Формулы».

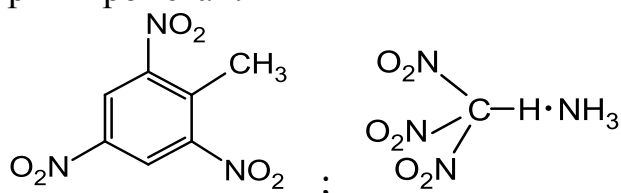
Рекомендации к решению и оценке:

1. Элементы N, C и H в смеси веществ X и Z находятся в соотношении: 75·2:100:85·2 или 15:10:17 и это производные углеводородов.

2. По соотношению С и Н видно, что соединения или одно из соединений сильно ненасыщенное; исходя из условия задачи, что соединения в смеси находятся в соотношении 1:3, логично предположить, что одно из соединений ароматическое, тогда молекула арена должна содержать 7 атомов углерода, т.е. арен является производным толуола, а молекула второго соединения должна содержать один атом углерода, т.е. второе соединение является производным метана.

3. Относительно большое количество азота и малое количество водорода позволяет определить, что функциональными группами являются нитрогруппы.

4. Веществом **X** является $\text{H}_5\text{C}_7\text{N}_3\text{O}_6$ 2,4,6-тринитротолуол, а веществом **Z** является $\text{H}_4\text{CN}_4\text{O}_3$ аммиак-тринитрометан:



За расчёт соотношения N, C, H в смеси	– 2 балла
За определение функциональных нитрогрупп	– 3 балла
За определение эмпирической формулы вещества X	– 3 балла
За определение эмпирической формулы вещества Z	– 5 баллов
За составление графической формулы 2,4,6-тринитротолуола	– 2 балла
За составление графической формулы аммиака-тринитрометана	– 5 баллов
Максимальное число баллов за задачу	– 20 баллов

Задача 11-4. «Химия железа».

Рекомендации к решению и оценке:

1. При совместном охлаждении растворов сульфатов аммония и железа образуются двойные соли **X** – $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, **Y** – $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$. Потеря массы может быть, например, из-за удаления воды или разложения с выделением газа (CO_2 , SO_2). В данном случае логично предположить удаление воды, так как кристаллизация происходит в водном растворе. Для вещества **X**: масса безводной соли 72,25%.

$$\begin{aligned} \omega((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) / M((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) : \omega(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) \\ 0,7225 / 284 : 0,2775 / 18 \\ 0,0025 : 0,015 \mid : 0,0025 \\ 1 : 6 \end{aligned}$$

Т.е. вещество **X** имеет формулу $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Для вещества **Y** аналогично:

$$\begin{aligned} \omega(\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) / M(\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2) : \omega(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) \\ 55,19 / 266 : 44,81 / 18 \\ 0,2075 : 2,5 \mid : 0,2075 \\ 1 : 12 \end{aligned}$$

Т.е. вещество **Y** имеет формулу $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

2. Уравнения реакций:
- 1) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{разб.}) = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$
 - 2) $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц., гор.}) = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 - 3) $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

- 4) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 5) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{KI} \neq$
 6) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$
 7) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{S} = \text{FeS} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 8) $2\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 2\text{KI} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$
 9) $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 4\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 13\text{H}_2\text{O}$
 10) $2\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 4\text{Na}_2\text{S} = 2\text{FeS} + \text{S} + (\text{NH}_4)_2\text{S} + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$
 11) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{KCN} = 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 12) $\text{FeSO}_4 + 6\text{KCN} = \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{SO}_4$
 13) $2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} =$
 $= 2\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O}$
 (возможно написание $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$)

Признак: темно-синее окрашивание раствора, выпадение осадка

- 14) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} =$
 $= \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

(возможно написание $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$) Признак: синий р-р, выпадение осадка

3.

Вещество	Номенклатурное название
A: $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Гексацианоферрат (III) калия
B: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Гексацианоферрат (II) калия
C: $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (C: $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$)	Гексацианоферрат (II) железа (III) калия (Гексацианоферрат (II) железа (III))
D: $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (D: $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$)	Гексацианоферрат (III) железа (II) калия (Гексацианоферрат (III) железа (II))

За вывод формул веществ X и Y, за по 2 балла, всего – 4 балла

За указание формул веществ X и Y, без расчета по 1 баллу, всего – 2 балла

За уравнения реакций (3-4) по 0,5 балла, всего – 1 балл

За уравнения реакций (5-10) по 1 баллу, всего – 6 баллов

За уравнения реакций (11-12) по 1 баллу, всего – 2 балла

За уравнения реакций (13-14) по 1,5 балла, всего – 3 балла

За указание признаков реакций (13-14) по 0,5 балла, всего – 1 балл

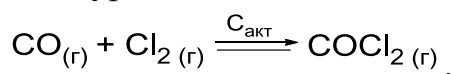
За названия веществ A – D, по 0,5 балла, всего – 2 балла

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Задача 11-5. «Опасный газ».

Рекомендации к решению и оценке:

1. Угарный газ реагирует на активированном угле с хлором и при этом образуется оксид-дихлорид углерода по уравнению:



2. За указанный в условии задачи временной промежуток в реакционной смеси образовалось: $25 \text{ мин} \cdot 0,5 \times 10^{-3} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1} = 1,25 \times 10^{-2} \text{ моль}$ фосгена и израсходовалось такое же количество монооксида углерода и равное количество хлора; таким образом общее количество газов сократилось на 0,0125 моль.

3. В соответствии с указанными в условии задачи параметрами системы 0,00125 моль газовой смеси соответствует давление: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $p = n \cdot R \cdot T / V$;
 $p = 0,00125 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot 398 \text{ К} / 0,001 \text{ м}^3 = 41362,15 \text{ Па}$; следовательно, если начальное давление хлора составляло $x \text{ Па}$, тогда начальное давление угарного газа в силу равенства параметров также составляло $x \text{ Па}$, а через 25 мин давление в системе составляло: $(x \text{ Па} - 41362,15 \text{ Па}) + (x \text{ Па} - 41362,15 \text{ Па}) + 41362,15 \text{ Па} = 230000 \text{ Па}$; $x = (230000 \text{ Па} + 41362,15 \text{ Па}) / 2 = 135681 \text{ Па}$.

За составление уравнения реакции синтеза фосгена – 2 балла

За расчёт количества образовавшегося фосгена – 2 балла

За определение количества прореагировавшего монооксида углерода и количества прореагировавшего хлора – 2 балла

За определение сокращения количества газовой смеси в ходе синтеза – 4 балла

За определение давления по количеству газовой смеси с использованием уравнения Клапейрона — Менделеева – 2 балла

За расчёт давления хлора в исходной реакционной смеси – 8 баллов

Максимальное число баллов за задачу – 20 баллов

Максимальное число баллов за задачи 11 класса – 100 баллов