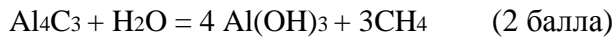
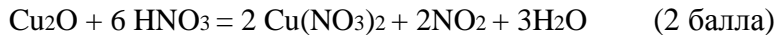
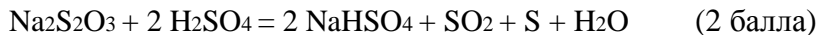
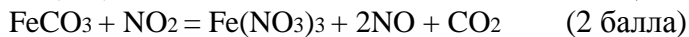
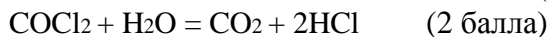
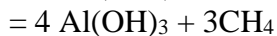
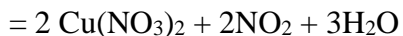
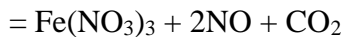
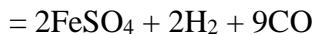
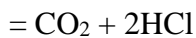


8 класс

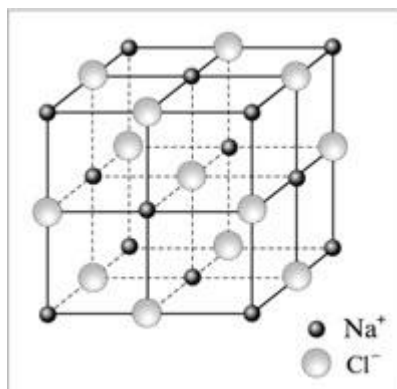
8.1 Запишите представленные уравнения полностью, если известно, что каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. (20 баллов).



Итого: 20 баллов

8.2

Хлорид натрия имеет кристаллическую структуру, представленную на рисунке. Расстояние между ядрами натрия и хлора равно 0,265 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Рассчитайте плотность кристалла хлорида натрия.



Решение:

Из рисунка видно, что кристалл натрия состоит из кубиков.

При этом видно, что атомы на ребрах кристалла принадлежат 4 кубикам, а на гранях – 2. Таким образом, в маленьком кубике содержится как бы 0,5 атома натрия и 0,5 атома хлора. (6 баллов за рассуждения)

Масса этого кубика равна сумме масс атомов натрия и хлора, деленной на два, т.е. $(23+35,5)/2 = 29,25 \text{ а.е.м.}$ (3 балла)

Переведем массу в граммы. Для этого вспомним, что 1 моль ($6,02 \cdot 10^{23}$) таких частиц весит 29,25 г. Т.е. одна частица весит $4,8588 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$ (3 балла)

Объем этого кубика равен a^3 , где a — расстояние между атомами, т.е. $0,018609625 \text{ нм}^3$ или $0,018609625 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3$. (4 балла)

Итого плотность равна $\rho = m/V = 4,8588 \cdot 10^{-23} \text{ г} / 0,018609625 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3 = 261,01 \cdot 10^4 \text{ г/м}^3 = 2,61 \text{ г/см}^3$.

Табличное значение – 2,62.

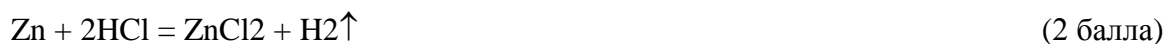
(4 балла)

Итого (20 баллов)

8.3

Однажды, юный химик Юра решил надуть водородом шар объемом 1 м^3 (в пересчете на н.у.). Водород для этого он решил получить путем взаимодействия цинка и соляной кислоты в аппарате Киппа. Цинк стоит 350 тысяч рублей за тонну, техническая 36 % соляная кислота стоит 70 тысяч рублей за тонну. Во сколько обойдется этот эксперимент родителям юного химика?

Химику нужно $1000/22,4 = 44,6$ моль водорода. (2 балла)



Для этого требуется 44,6 моль цинка и 89,2 моль соляной кислоты.

Масса Zn составит $44,6 \cdot 65 = 2900$ г.

Это обойдется в $350 \cdot 2,9 = 1015$ руб. (2 балла)

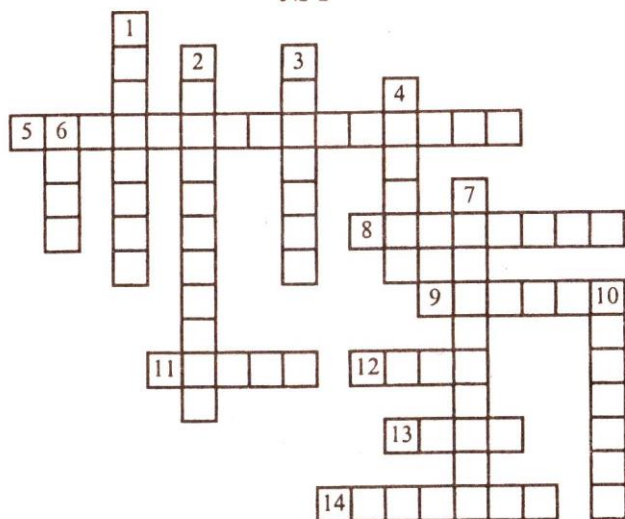
Масса раствора HCl составит $89,2 \cdot 36,5 : 0,36 = 9044$ г (2 балла)

Это обойдется в $9,044 \cdot 70 = 633,08$ руб. (633 рубля 8 копеек).

Всего $1015 + 633,08 = 1648,08$ руб. (2 балла)

Итого (10 баллов)

№ 1



По горизонтали:

5. Самопроизвольное испускание излучения каким-либо элементом, обусловленное распадом атомных ядер.

8. Наименьшая частица данного вещества, обладающая его химическими свойствами.

9. Горизонтальный ряд периодической системы.

11. Швейцарский физик, который в 1925 году установил, что на одной атомной орбитали может находиться не более двух электронов.

12. Место локализации нейтронов в атоме.

13. Ученый, сформулировавший одно из правил распределения электронов в атоме.

14. Определенный вид атомов с одинаковым положительным зарядом ядра.

По вертикали:

1. Пространство вокруг ядра, где заключено около 90 % электронного облака.

2. Модель строения атома, предложенная Резерфордом.

3. Вид частиц в ядре атома.

4. Создатель гипотезы о структуре атома, согласно которой атом подобен сферической капле, в которую вкраплены отрицательно заряженные электроны.

6. Электронейтральная система взаимодействующих элементарных частиц, состоящая из ядра и электронов.

7. Элементы побочных подгрупп периодической системы.

10. Способность электрона вести себя и как волна, и как частица.

Ответы

По горизонтали: 5. радиоактивность 8. молекула 9. период 11. Паули 12. ядро 13. Хунд 14. элемент

По вертикали: 1. орбиталь 2. планетарная 3. нейтрон 4. Томсон 6. атом 7. переходные 10. дуализм

$14 \cdot 1,25 = 17,5$ баллов + 2,5 бонусных баллов, если разгадан весь кроссворд.

Итого 20 баллов

8.5

Прочтите отрывок из повести Ивана Ефремова «Сердце Змеи»:

«...На выступе чужого корабля появился куб из красного металла с черной передней стенкой – экраном. Перед взглядами землян на экране засветилось подобие человеческой фигуры, верхняя часть которой ритмически расширялась и опадала. Маленькие белые стрелки то устремлялись внутрь фигуры, то вылетали наружу.

– Гениально просто: дыхание! – воскликнула Афра. – Они покажут нам, чем дышат, состав своей атмосферы, но как?

Будто отвечая на ее вопрос, дышащая модель на экране исчезла, заменившись новой фигурой. Черная точка в сероватом кольцевидном облачке – несомненно, ядро атома, окруженное тонкими орбитами светящихся точек – электронов. (Через некоторое время) на экране были уже четыре фигуры: две в центре, одна под другой, связанные толстой белой чертой, и две боковые, соединенные черными стрелками.

Все земляне с бьющимися сердцами считали электроны. Нижний, видимо, основной элемент океана: один электрон вокруг ядра – элемент А.

Верхний, главный элемент атмосферы и дыхания: девять электронов вокруг ядра – элемент Б!

– Считайте, – сказал командир, – налево вверху – шесть электронов: элемент Х, направо – семь: элемент Y. Вот и все ясно. Передайте, чтобы изготовили такую же таблицу нашей атмосферы и нашего обмена веществ – все будет то же, только вместо центрального верхнего, у нас элемент Z с его?? электронами. Как жаль, отчаянно жаль!»

1. Назовите элементы А, Б, Х, Y, Z. Сколько электронов у элемента Z?
3. Из чего состоит океан чужой планеты?
4. Из каких веществ состоит атмосфера чужой планеты? Что вдыхают и что выдыхают инопланетяне?
5. Далее земляне делают вывод, что светило инопланетян – более горячая, чем Солнце, голубая высокотемпературная звезда. Попробуйте обосновать это предположение.
6. Почему командир опечален полученной информацией? Постарайтесь привести химические аргументы.

Решение: Зная, что количество электронов в атоме равно его порядковому номеру в периодической системе находим, что:

Основной элемент океана (А) – водород (H)

Основной элемент атмосферы (Б) – фтор (F)

Элементы Х и Y соответственно углерод (C) и азот (N).

На Земле основным элементов (Z) является кислород (O), имеющий 8 электронов.

Океан планеты состоит из фтороводорода – HF

Атмосфера – из F₂, N₂, CF₄ и HF. Таким образом, атмосферу планеты можно сравнить с земной, произведя замену кислорода на фтор.

Таким образом, жители планеты вдыхают F₂, N₂, а выдыхают – N₂, CF₄, HF.

Обоснование И.Ефремова, что светило инопланетян – более горячая, чем Солнце, голубая высокотемпературная звезда:

«Расщепляя с помощью лучистой энергии своего светила фтористый водород, как у нас на Земле воду (кислородистый водород), растения той планеты накапливали углеводы и выделяли свободный фтор, которым в смеси с азотом дышали люди и животные, получая энергию от сгорания углеводов во фторе. Животные и люди должны выдыхать фтористый углерод и фтористый водород. Подобный обмен веществ дает в полтора раза больше энергии, чем земной с его кислородной, основой. Но большая активность фтора по сравнению с кислородом требует и более сильной радиации светила. Чтобы лучистая энергия была в состоянии расщепить молекулы фтористого водорода в растительном

фотосинтезе, нужны не желто-зеленые лучи, как для воды, а лучи более мощных квант, голубые и фиолетовые.

Очевидно, что светило чужих – голубая высокотемпературная звезда.»

Командир может быть опечален полученной информацией по нескольким причинам:

1. высокая активность фтора может вызывать активное разрушение земных материалов, а также повредить живые ткани землян.
2. Кислород может оказаться токсичным для инопланетян (как и фтор для землян).
3. Кислород (или вода) способен взаимодействовать со фтором, образуя OF_2
4. Океан чужой планеты разъедает стекло и разрушает почти все минералы, в состав которых входит кремний, а также ткани (кожу, кости) землян.

Определение элементов А, Б, Х, Y, Z	5*1= 5 баллов
Определение количества электронов в Z	1 балл
Определение состава океана планеты	1 балл
Определение состава атмосферы планеты	1*4 = 4 балла
Определение состава вдыхаемого и выдыхаемого газа	5 баллов
Объяснения факта, что звезда инопланетян высокотемпературная звезда	2 балла
Объяснение печали капитана (любые доводы, верные с точки зрения химии)	2 балла

Итого 20 баллов

9.1

В журнале «Химия и жизнь» (№5, 1982 год) опубликован способ получения оксида никеля из держателей-тоководов, к которым крепятся концы вольфрамовой нити в электрической лампочке. Держатели изготавливаются из сплава железа с никелем.

Несколько держателей растворяют в концентрированной азотной кислоте. После охлаждения раствор нейтрализуют аммиаком, взятым в избытке. Никель при этом образует соединение **А**, а железо выпадает в осадок в виде соединения **Б**. После фильтрования и выпаривания остается смесь солей **В** и **Г**. Если ее нагревать то произойдет три различных химических процесса, в результате которых останется только оксид никеля.

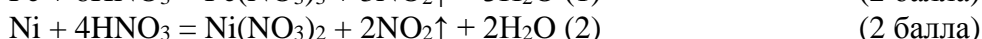
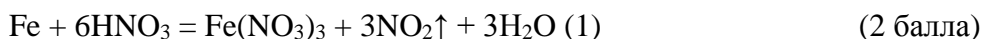
Полученный оксид никеля может использоваться для приготовления растворов различных солей, в частности сульфата никеля, путем растворения в серной кислоте и упаривания полученного раствора.

Дайте названия веществам **А – Г**. Напишите все уравнения реакций, упомянутых в тексте.

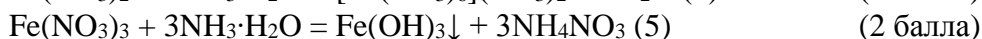
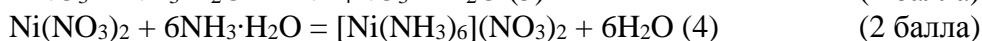
Определите массовую долю никеля в сплаве, если из держателей массой 4.95 грамм было получено 10,15 г $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Решение:

Растворение в азотной кислоте сплава сопровождается образованием нитратов железа (III) и никеля:

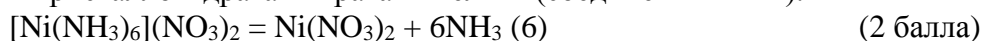


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение **А**) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение **Б**):

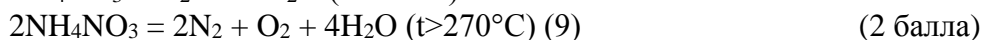
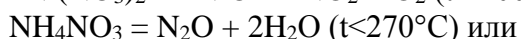
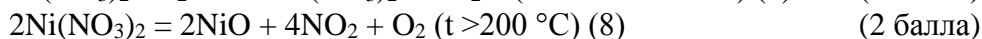
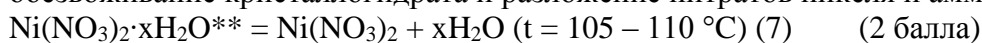


*При оценке работ записи $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и NH_4OH считать идентичными

При выпаривании отфильтрованного раствора образуется смесь солей – нитрата аммония и кристаллогидрата нитрата никеля** (соединения **В** и **Г**).



При нагревании полученной смеси последовательно происходят следующие реакции – обезвоживание кристаллогидрата и разложение нитратов никеля и аммония:



**При оценке количество молекул кристаллизационной воды не является существенным, важно лишь указание на образование кристаллогидрата



Согласно уравнениям (2), (8) и (10) из 1 моль никеля образуется 1 моль кристаллогидрата сульфата никеля, то есть:

$$n(\text{Ni}) = n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 10,15/281 = 0,036 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ni}) = 0,036 \cdot 59 = 2,13 \text{ г}$$

$$w(\text{Ni}) = 2,13/4,95 \cdot 100 = 43,0\% \quad (1 \text{ балл})$$

Итого: 20 баллов

9.2

Очень часто участники химических олимпиад становятся «жертвами» собственной невнимательности. Например, участнику экспериментального тура одной из олимпиад было предложено следующее задание:

«Уважаемый участник! Вам предстоит исследовать взаимодействие солей различных металлов (группа А) с кальцинированной содой и сульфидом натрия (группа Б). Для этого поместите в пробирку несколько миллилитров раствора группы А и добавляйте по каплям раствор группы Б. Свои наблюдения запишите в таблицу, указав состав осадка и его описание.»

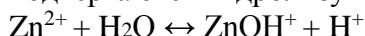
Группа А \ Группа Б	Кальцинированная сода	Сульфид натрия
Сульфат цинка		
Железный купорос		
Хлорид железа (III)		
Нитрат хрома (III)		

Однако по собственной невнимательности ученик выполнил рекомендации с точностью наоборот: к нескольким миллилитрам растворов группы Б прикапывал растворы группы А.

1. Заполните представленную таблицу, следуя рекомендациям задания. В пустых клетках укажите состав осадка.
2. Объясните полученные результаты. Подтвердите свои выводы уравнениями реакций.
3. Будут ли отличаться результаты участника от полученных при правильном смешивании растворов. Объясните причину различия или однообразия результатов, подкрепив их уравнениями реакций.

Решение:

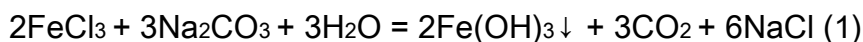
Все соли группы А образованы слабыми основаниями, и поэтому в растворах подвергаются гидролизу по катиону:



Соли группы Б образованы слабыми кислотами, поэтому гидролизуются по аниону:



При взаимодействии солей группы А с группой Б процессы гидролиза должны приводить к образованию основных солей. Однако, катионы трехвалентных металлов, имеющие высокую склонность к гидролизу, образуют гидроксиды:



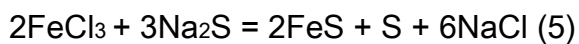
Катионы двухвалентных металлов в меньшей степени подвержены гидролизу, поэтому при действии карбоната натрия образуют основные сульфаты:



Сульфиды, образованные двухвалентными катионами обладают крайне низкой растворимостью в воде, поэтому при действии сульфида натрия основные соли не образуются:

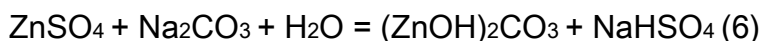


При взаимодействии FeCl_3 и Na_2S протекает окислительно-восстановительная реакция с образованием серы:



Группа А \ Группа Б	Кальцинированная сода	Сульфид натрия
Сульфат цинка	$(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$	ZnS
Железный купорос	$(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$	FeS
Хлорид железа (III)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
Нитрат хрома (III)	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$

При обратном порядке смешивания изменится лишь состав осадка образованного карбонатом натрия и солями двухвалентных металлов. Находящиеся в избытке карбонат-ионы приведут к осаждению основных карбонатов:



Заполнение таблицы формулами, соответствующих осадков 8*0,5 б. = 4 балла

Объяснение образования гидроксидов при реакции с катионами трехвалентных металлов* 4 балла

Объяснение образования сульфидов двухвалентных металлов* 2 балла

Объяснение образования основных солей при взаимодействии соды с солями двухвалентных металлов* 4 балла

Объяснение различий при обратном порядке смешивания* 4 балла

Написание уравнения реакции (5) 2 балла

* Если выводы не подкреплены уравнениями реакциями или приведены уравнения реакций, но не указаны объяснения наблюдаемых процессов, то количество баллов за пункт делится на два.

Итого: 20 баллов

9.3 Элемент **А** является рекордсменом по числу образуемых им кислот и может находиться в трёх наиболее известных аллотропных модификациях.

Одноосновная кислота **К1** образуется при действии серной кислоты на бариевую соль (реакция 1). В свою очередь, бариевая соль легко получается при действии гидроксида бария на простое вещество **А** (реакция 2). Кислота **К1** – сильный восстановитель, легко восстанавливает катионы переходных металлов из растворов. Например, натриевая соль используется в качестве восстановителя хлорида никеля (II) при никелировании токонепроводящих материалов (реакция 3).

Двухосновная кислота **К2** образуется при гидролизе одного из хлоридов элемента **А** (реакция 4). Подобно **К1** кислота **К2** является восстановителем, хотя и не таким сильным. Например, она легко обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия (р-ция 5).

Четырёхосновная кислота **К3** получается по реакции ионного обмена из натриевой соли (реакция 6), которая в свою очередь может быть получена при действии на простое вещество **А** гидроксида натрия в присутствии окислителя, например, хлорита натрия (реакция 7). Кислоту **К3** также можно получить в реакции **К4** с одним из хлоридов элемента **А** в присутствии стехиометрического количества воды (реакция 8).

Трёхосновная кислота **К4** имеет наибольшее практическое значение. В промышленности её получают двумя способами. Первый способ основан на реакции ионного обмена из встречающейся в природе соли (реакция 9), а второй – на сжигании простого вещества **А** и реакции полученного оксида с водой (реакции 10 и 11).

Четырёхосновная кислота **К5** получается при нагревании концентрированной кислоты **К4** при 150°C (реакция 12), однако при разбавлении кислоты **К5** водой вновь образуется кислота **К4**.

Определите вещество **А** и назовите его аллотропные модификации. Определите кислоты **К1** – **К5** и изобразите их графические (структурные) формулы. Напишите уравнения химических реакций описанных в тексте.

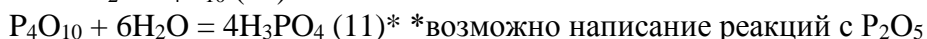
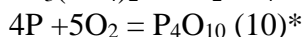
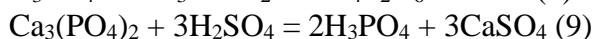
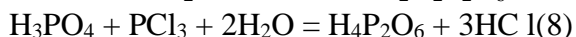
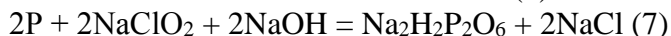
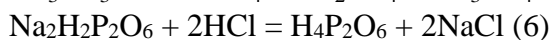
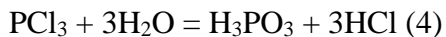
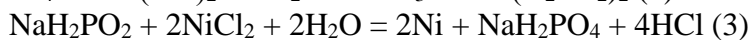
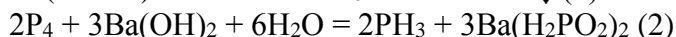
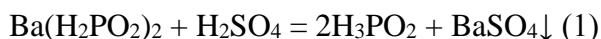
Решение:

Вещество **А** – фосфор, имеющий три аллотропные модификации: белый фосфор, красный фосфор, черный фосфор.

К1 – H_3PO_2 – фосфорноватистая кислота **К2** – H_3PO_3 – фосфористая кислота

К3 – $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ – фосфорноватая кислота **К4** – H_3PO_4 – ортофосфорная кислота

К5 – $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – пиродифосфорная кислота



Разбалловка: Определение элемента **А** и его аллотропных модификаций – 3 балла;

Определение кислот с написанием структурной формулы - по 1 баллу за каждую (без структурной формулы – 0,5 балла за каждую);

Написание уравнений – $12 \cdot 1 = 12$ баллов

Итого: 20 баллов

9.4

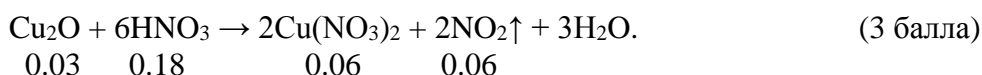
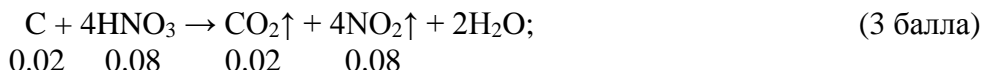
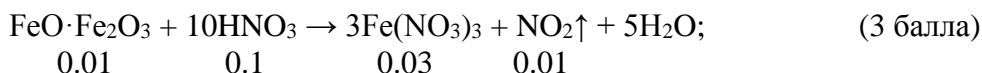
6.88 г смеси оксида меди(I), углерода и оксида железа(II,III) с молярным соотношением компонентов 3 : 2 : 1 в порядке перечисления полностью растворили при нагревании 85%-ным раствором азотной кислоты. Рассчитайте минимальную массу раствора кислоты, достаточного для полного растворения данной смеси. Рассчитайте объем выделившихся при этом газов (н.у.). Продуктом восстановления азотной кислоты во всех случаях считать оксид азота(IV).

Решение:

Обозначим за x количество Fe_3O_4 (или $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), тогда количества углерода и Cu_2O равны $2x$ и $3x$ соответственно. Масса смеси равна $232x + 12 \cdot 2x + 144 \cdot 3x = 6.88$. Отсюда $688x = 6.88$, $x = 0.01$ моль.

Следовательно, в смеси было 0.01 моль Fe_3O_4 (или $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), 0.02 моль C и 0.03 моль Cu_2O . (5 баллов)

При растворении смеси в концентрированной азотной кислоте идут реакции:



Для полного растворения твердой смеси достаточно

$$0.1 + 0.08 + 0.18 = 0.36 \text{ моль } \text{HNO}_3,$$

$$\text{или } m = 0.36 \cdot 63 / 0.85 = 26.68 \text{ г } 85\text{-ного раствора } \text{HNO}_3. \quad (3 \text{ балла})$$

Всего при растворении твердой смеси выделяется газов

$$v = 0.01 + 0.02 + 0.08 + 0.06 = 0.17 \text{ моль.}$$

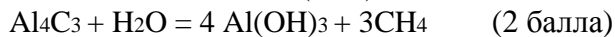
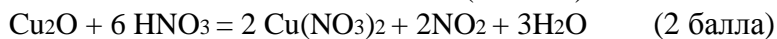
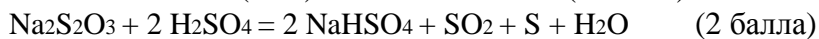
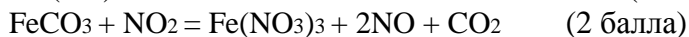
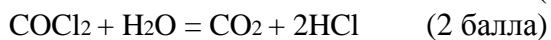
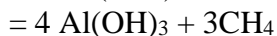
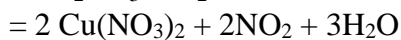
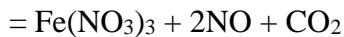
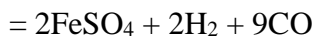
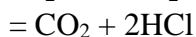
$$\text{Объем газовой смеси составляет } V = v \cdot 22.4 = 0.17 \cdot 22.4 = 3.808 \text{ л.} \quad (3 \text{ балла})$$

Ответ: 26.68 г 85%-ного раствора HNO_3 ; 3.808 л газов

Итого: 20 баллов

9.5

Запишите представленные уравнения полностью, если известно, что каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. (20 баллов).



Итого: 20 баллов

10 класс

10.1

Твердое белое вещество **А** нерастворимо в воде, но хорошо растворяется в соляной кислоте (реакция 1). При спекании **А** с веществом **Б** и избытком кремнезёма при температуре 2000⁰С система заполняется газом **В**, без цвета и запаха ($D_{\text{возд}} = 0,965$) и остаётся остаток, включающий в себя простое вещество **Г** и плав **Д** (реакция 2). Газ **В** прореагировал с сернистым ангидридом с образованием газа **Е** ($D_{\text{возд}} = 1,52$) и простого вещества **Ж** (реакция 3). Газ **Е** поглотили очень реакционноспособным соединением **З** ($K + O_2 = \text{З}$ – реакция 4) (реакция 5), а **Г** поместили в раствор гидроксида бария (реакция экзотермична!) и получили соль **И** (назовите её) и газ **К** с запахом чеснока (реакция 6). Газ этот провзаимодействовал с йодоводородом с образованием расплывчатых кристаллов **Л** (реакция 7). А вещество **Б** реагирует при высокой температуре с **Ж** образуя соединение **М** используемое в качестве растворителя (реакция 8). Определите вещества **А-М**, напишите уравнения упомянутых реакций, будет ли плав растворяться в плавиковой кислоте? Ответ подтвердите уравнениями реакции.

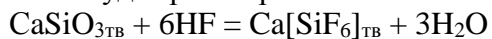
Решение и система оценивания:

А- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ Б-С (кокс) В- CO , Г- P_4 , Д- $\text{CaSiO}_3 + \text{SiO}_2$ (остаток), Е- CO_2 , Ж- S , З- KO_2 , И- $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ - гипофосфит бария (за название 1 балл), К- PH_3 , Л- PH_4I , М- CS_2

За каждое вещество А-М по 0,5 балла ($12 \cdot 0,5 = 6$ баллов)

- 1) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaCl}_2 - 1$ балл
- 2) $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 \xrightarrow{(t)} 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO} \uparrow - 1$ балл
- 3) $2\text{CO} + \text{SO}_2 = \text{S} + 2\text{CO}_2 - 1$ балл
- 4) $\text{K} + \text{O}_2 = \text{KO}_2 - 1$ балл
- 5) $4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 - 1$ балл
- 6) $2\text{P}_4 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{PH}_3 + 3\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 - 1$ балл
- 7) $\text{PH}_3 + \text{HI} = \text{PH}_4\text{I} - 1$ балл
- 8) $\text{C} + \text{S} \xrightarrow{(t)} \text{CS}_2 - 1$ балл

Плав будет растворяться частично:



за уравнения реакций $2 \cdot 2,5$ балла = 5 баллов

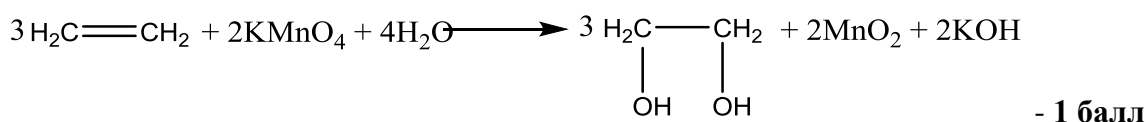
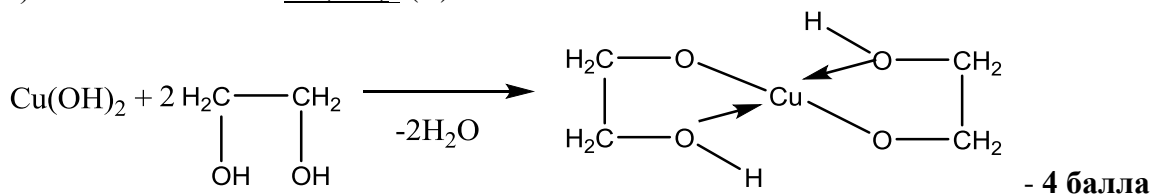
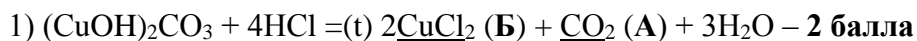
Итого: 20 баллов

10.2

Минерал **X** имеет богатую историю, настолько богатую, что некий коллекционер решил приобрести сие творение у одного знакомого, но внешний вид минерала вызвал сомнение у коллекционера: «какие-то узоры на зелёном фоне различных оттенков». И тогда коллекционер обратился за помощью к брату-химику, который растворил часть этого минерала в соляной кислоте (реакция 1), выделился газ **A** и после упаривания осталось соединение **Б**. Газ **A** поглотили баритовой водой (реакция 2), а соединение **Б** провзаимодействовало с NaOH (реакция 3) с образованием **В**, а это соединение взаимодействовало с веществом **Г** (реакция 4) (приведите структурную формулу полученного соединения), полученном при окислении этилена в нейтральной среде перманганатом калия (реакция 5). «С газом всё понятно! Теперь дело за всем остальным». Оставшееся **В** растворили в избытке аммиака с образованием **Д** (какое тривиальное название у этого соединения и чем оно так знаменито?) (реакция 6), а затем к **Д** прилили соляной кислоты и снова увидели то же самое **Б**, что и в начале (реакция 7). «Этот минерал можно и прокалить!» (реакция 8) - воскликнул химик, но коллекционер не выдержал и с криками: «Да понял я!» забрал то, что осталось от образца минерала, и поспешил к выходу. О каком минерале шла речь? Приведите его название и формулу, напишите уравнения описанных реакций, определите вещества **A-Д**.

Решение и система оценивания:

Малахит- $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – **2 балла**



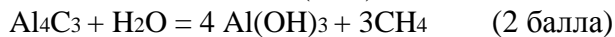
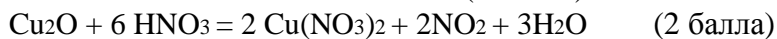
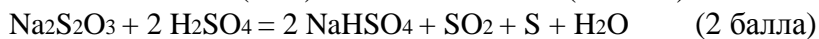
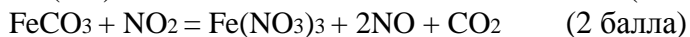
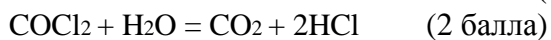
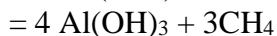
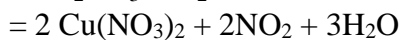
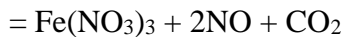
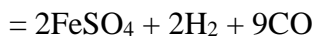
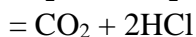
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – реактив Швейцера, способен растворять целлюлозу – **2+2 балла**



Итого: 20 баллов

10.3

Запишите представленные уравнения полностью, если известно, что каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. (20 баллов).



Итого: 20 баллов

10.4

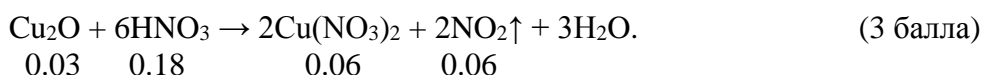
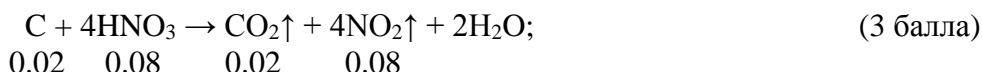
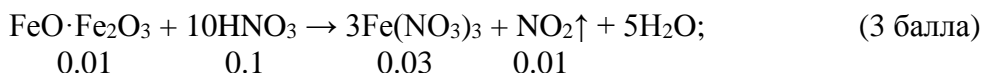
6.88 г смеси оксида меди(I), углерода и оксида железа(II,III) с молярным соотношением компонентов 3 : 2 : 1 в порядке перечисления полностью растворили при нагревании 85%-ным раствором азотной кислоты. Рассчитайте минимальную массу раствора кислоты, достаточного для полного растворения данной смеси. Рассчитайте объем выделившихся при этом газов (н.у.). Продуктом восстановления азотной кислоты во всех случаях считать оксид азота(IV).

Решение:

Обозначим за x количество Fe_3O_4 (или $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), тогда количества углерода и Cu_2O равны $2x$ и $3x$ соответственно. Масса смеси равна $232x + 12 \cdot 2x + 144 \cdot 3x = 6.88$. Отсюда $688x = 6.88$, $x = 0.01$ моль.

Следовательно, в смеси было 0.01 моль Fe_3O_4 (или $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), 0.02 моль C и 0.03 моль Cu_2O . (5 баллов)

При растворении смеси в концентрированной азотной кислоте идут реакции:



Для полного растворения твердой смеси достаточно

$$0.1 + 0.08 + 0.18 = 0.36 \text{ моль } \text{HNO}_3,$$

$$\text{или } m = 0.36 \cdot 63 / 0.85 = 26.68 \text{ г } 85\text{-ного раствора } \text{HNO}_3. \quad (3 \text{ балла})$$

Всего при растворении твердой смеси выделяется газов

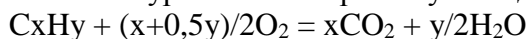
$$v = 0.01 + 0.02 + 0.08 + 0.06 = 0.17 \text{ моль.}$$

$$\text{Объем газовой смеси составляет } V = v \cdot 22.4 = 0.17 \cdot 22.4 = 3.808 \text{ л.} \quad (3 \text{ балла})$$

Ответ: 26.68 г 85%-ного раствора HNO_3 ; 3.808 л газов

Итого: 20 баллов

Напишем уравнение сгорания углеводорода в общем виде:



$$n(C_xH_y) = 89,6/22,4x = 4$$

$$x = 4, \text{ то есть } A = C_4H_y$$

Так как углеводород А способен присоединять бром, то он является ненасыщенным.

Рассчитаем, сколько молей брома присоединяет 1 моль А:

$$m(Br_2) = 51,6 \cdot 3,1 = 160 \text{ г}$$

$$n(Br_2) = 160/160 = 1 \text{ моль}$$

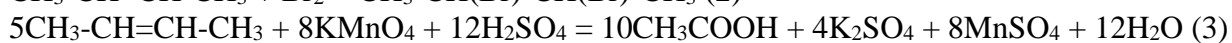
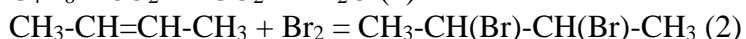
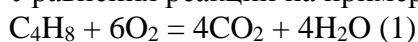
То есть $n(C_4H_y) = n(Br_2)$, значит это алкен или циклоалкан, так как циклобутан проявляет свойства алкенов.

Получаем брутто-формулу А – C_4H_8

Существует пять изомерных алкенов отвечающих формуле C_4H_8 , однако каждый из которых при определенных условиях способен давать один органический продукт при окислении кислым раствором перманганата калия:

Вещество А	Продукт бромирования	Продукт окисления	
$\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$	$\text{CH}_3\text{-CH(Br)-CH(Br)-CH}_3$	$2\text{CH}_3\text{COOH}$	
$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{CH}_2\text{(Br)-CH(Br)-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	
			$+ \text{CO}_2$

Уравнения реакций на примере бутена-2:



Определение вещества А: - брутто-формула

4 балла

- структурная формула (любая возможная)

4 балла

Уравнения реакций (1) – (3) (для любых возможных А)

3*4 = 12 баллов

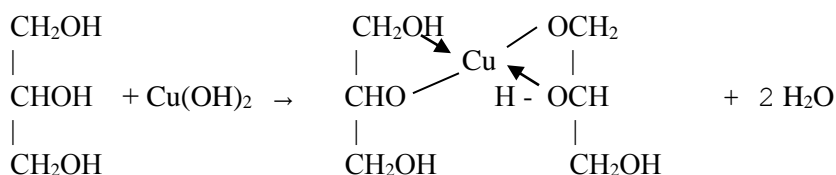
Итого: 20 баллов

11 класс

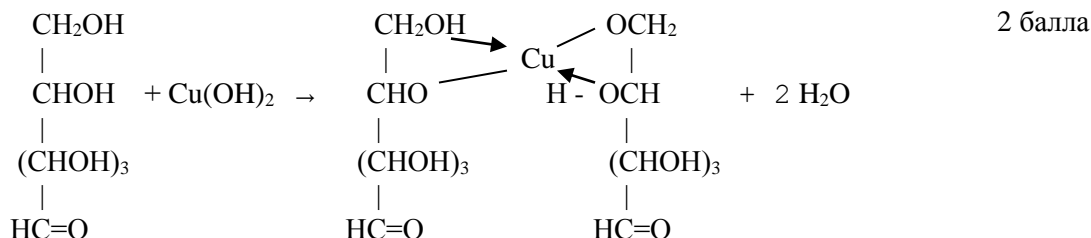
11.1

В восьми пробирках под номерами находятся гексан, раствор гексена в гексане, водные растворы белка, фенола, глицерина, метиламина, глюкозы, акриловой кислоты. Предложите схему анализа и уравнения проводимых реакций, укажите какими эффектами они сопровождаются. В вашем распоряжении имеются: вода, бромная вода, растворы сульфата меди (II) и гидроксида натрия, универсальная индикаторная бумага.

№ п/п	Элемент решения	баллы
1	Универсальная индикаторная бумага изменяет свою окраску в растворах метиламина ($\text{pH} > 7$, среда щелочная) и акриловой кислоты ($\text{pH} < 7$, среда кислая)	2 балла
2	Бромная вода обесцвечивается гексеном и дает белый осадок с фенолом $\text{CH}_3 \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3 \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHBrCH}_2\text{Br}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} \downarrow + 3\text{HBr}$ (в уравнении формулы фенола и 2,4,6-трибромфенола должны быть записаны в структурном виде)	4 балла
3	Под действием раствора сульфата меди (II) в избытке щелочи глицерин дает ярко-синий раствор глицерата меди (II):	2 балла



Глюкоза без нагревания также дает раствор ярко-синего цвета:



при нагревании полученного раствора (с глюкозой) образуется осадок кирпично-красного цвета

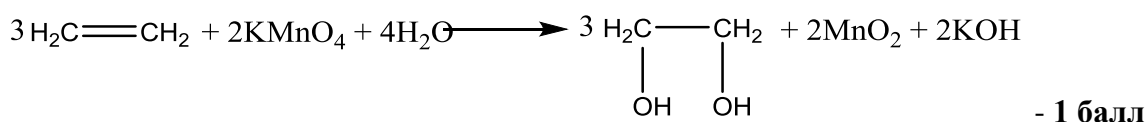
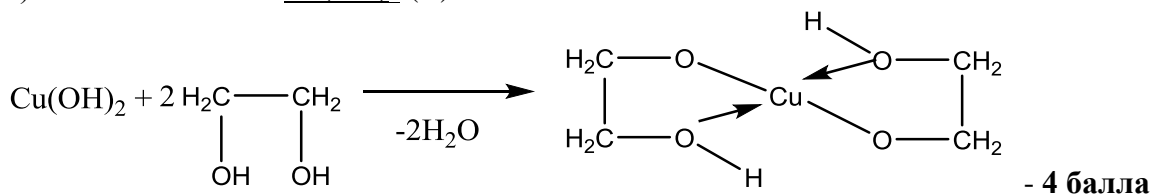
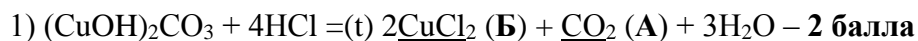


4	Раствор белка в этих же условиях дает раствор фиолетового цвета	2 балла
	В оставшейся пробирке находится гексан	2 балла
	За правильный план определения веществ	4 балла
	Итого:	20 баллов

11.2 Минерал **Х** имеет богатую историю, настолько богатую, что некий коллекционер решил приобрести сие творение у одного знакомого, но внешний вид минерала вызвал сомнение у коллекционера: «какие-то узоры на зелёном фоне различных оттенков». И тогда коллекционер обратился за помощью к брату-химику, который растворил часть этого минерала в соляной кислоте (реакция 1), выделился газ **А** и после упаривания осталось соединение **Б**. Газ **А** поглотили баритовой водой (реакция 2), а соединение **Б** провзаимодействовало с NaOH (реакция 3) с образованием **В**, а это соединение взаимодействовало с веществом **Г** (реакция 4) (приведите структурную формулу полученного соединения), полученном при окислении этилена в нейтральной среде перманганатом калия (реакция 5). «С газом всё понятно! Теперь дело за всем остальным». Оставшееся **В** растворили в избытке аммиака с образованием **Д** (какое тривиальное название у этого соединения и чем оно так знаменито?) (реакция 6), а затем к **Д** прилили соляной кислоты и снова увидели то же самое **Б**, что и в начале (реакция 7). «Этот минерал можно и прокалить!» (реакция 8) - воскликнул химик, но коллекционер не выдержал и с криками: «Да понял я!» забрал то, что осталось от образца минерала, и поспешил к выходу. О каком минерале шла речь? Приведите его название и формулу, напишите уравнения описанных реакций, определите вещества **А-Д**.

Решение и система оценивания:

Малахит- $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – **2 балла**



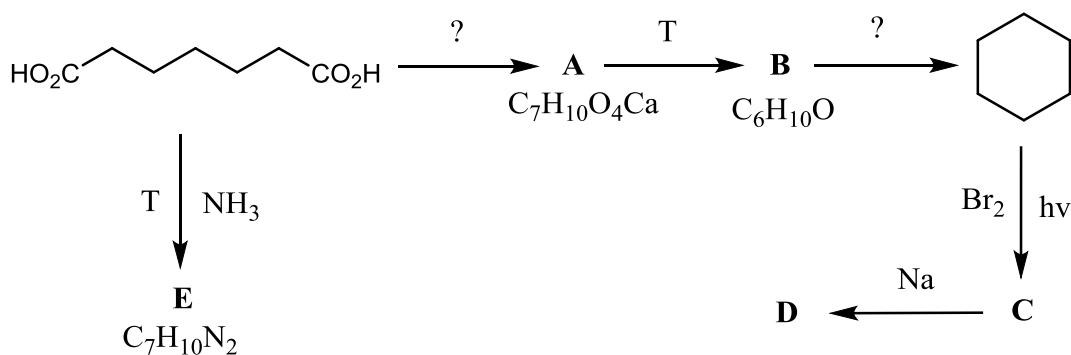
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – реактив Швейцера, способен растворять целлюлозу – **2+2 балла**



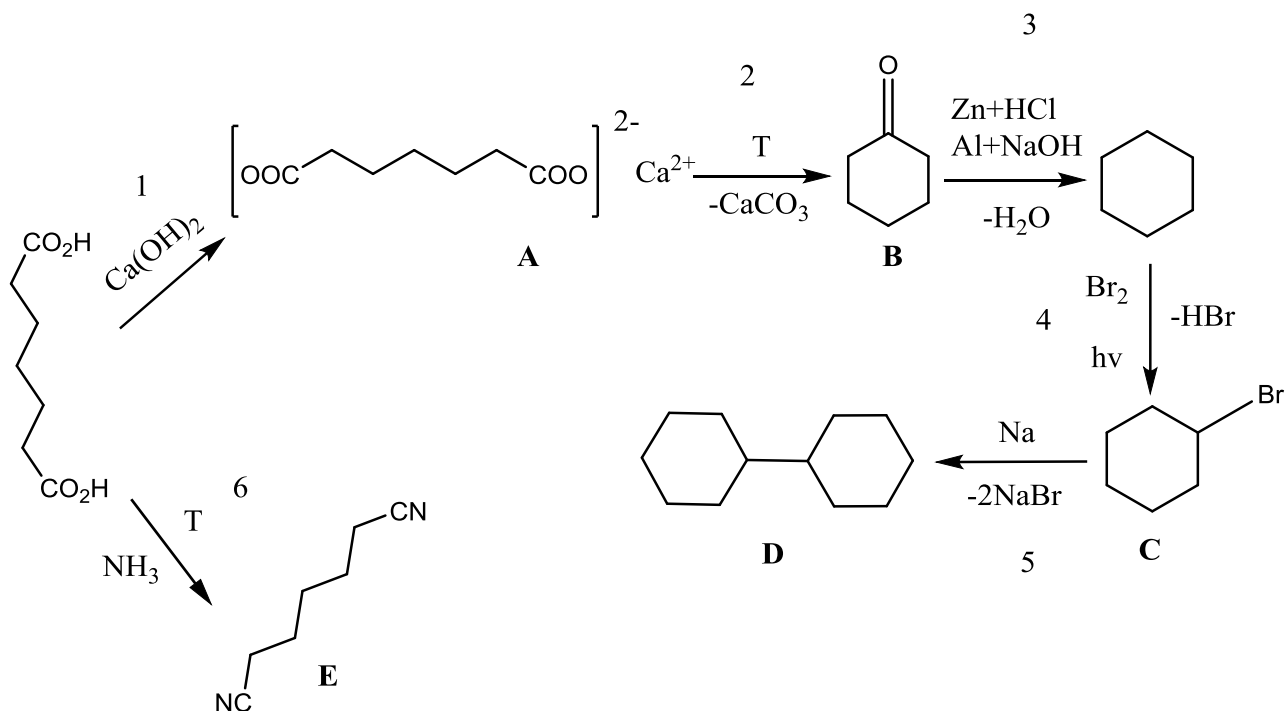
Итого: 20 баллов

11.3

Ниже приведена цепочка превращений. Приведите структурные формулы соединений **A**-**E**, укажите условия проведения реакций. Назовите соединения **D** и **E**.



Решение и система оценивания:



За реакции 1, 2, 4, 6 – **2 балла**, итого **8 баллов**

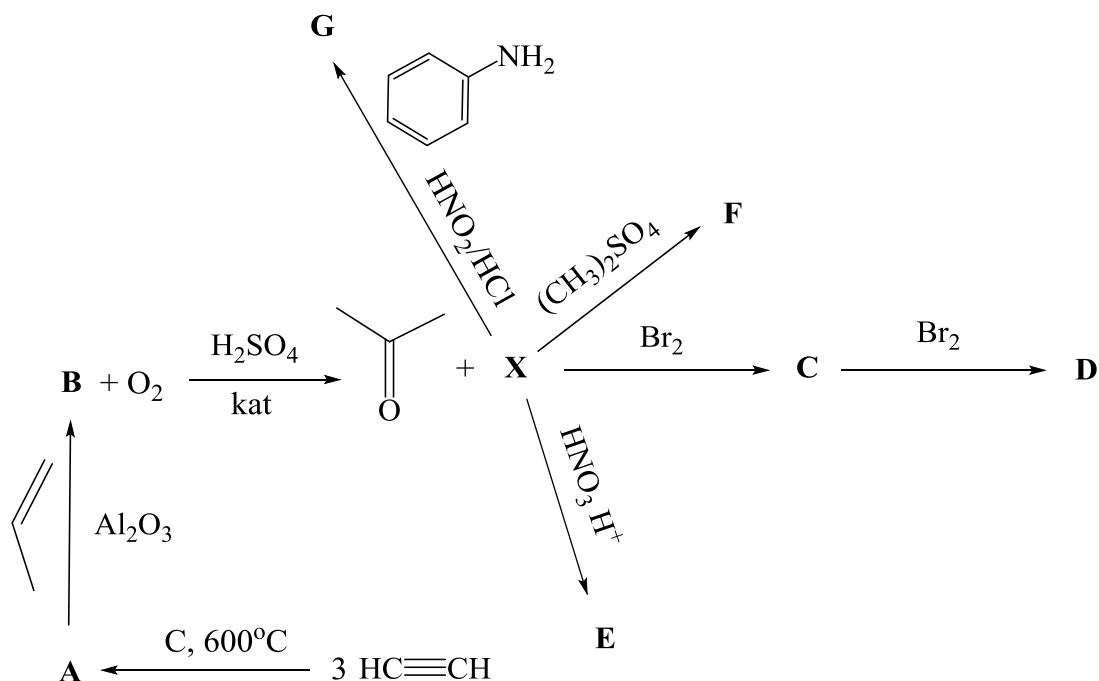
За реакции 3, 5 – **4 балла**, итого **8 баллов**

D – 1-циклогексил циклогексан **E** – 1,5-дицианопентан – по **2 балла** за каждое название.

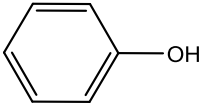
Итого: 20 баллов

11.4

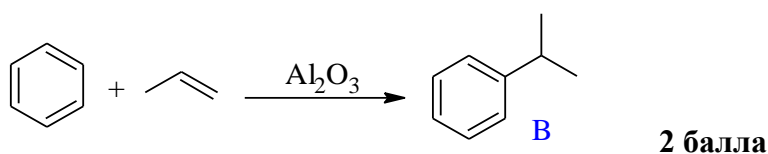
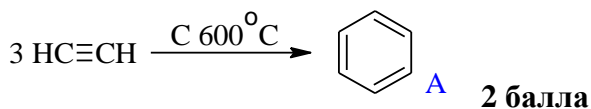
Ниже приведены схемы превращения и один из способов получения соединения **X** представляющее собой бесцветные, розовеющие на воздухе гигроскопичные кристаллы, с неприятным запахом, плохо растворимые в воде, а в растворах проявляющее кислотные свойства. Приведите структурную формулу **X**, молекула обладает ненулевым дипольным моментом, какое тривиальное название у этого соединения? Приведите структурные формулы соединений **A-G**.

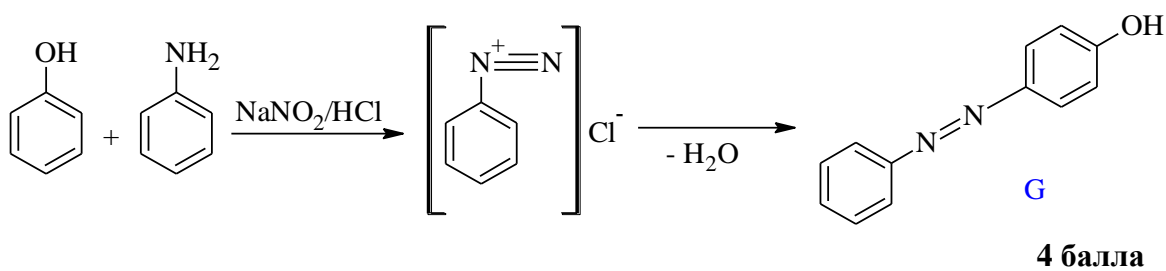
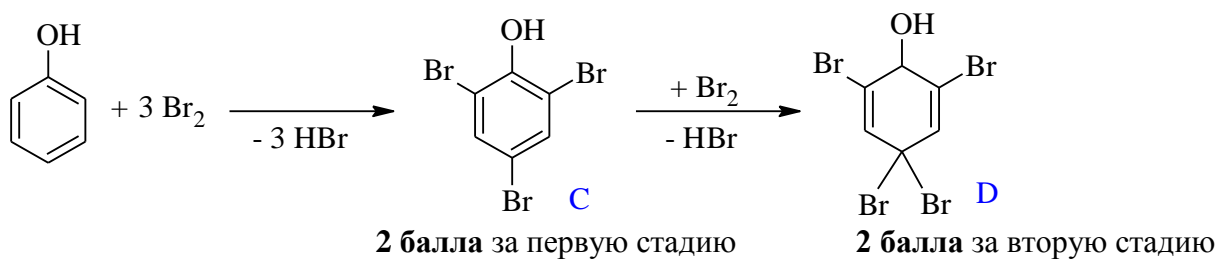
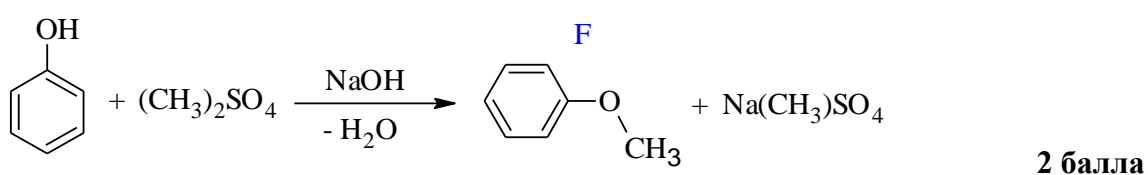
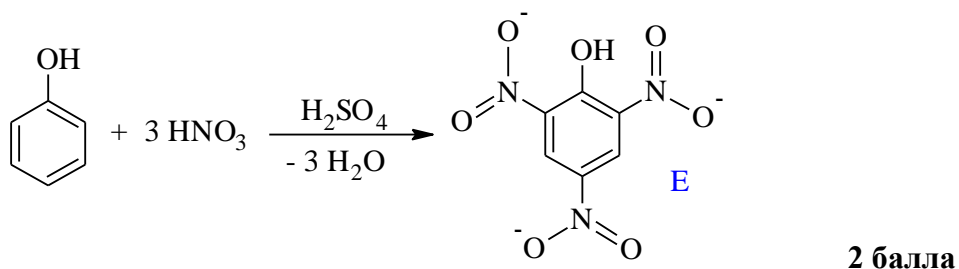
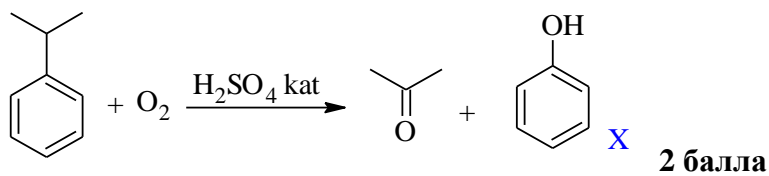


Решение и система оценивания:

1) **X** - фенол  тривиальное название - «карболовая кислота» - **1 балл за формулу, 1 балл за тривиальное название**

2)





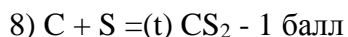
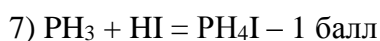
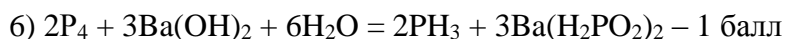
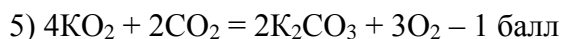
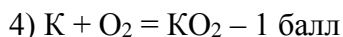
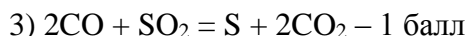
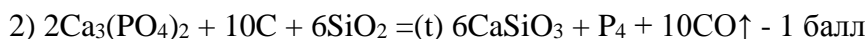
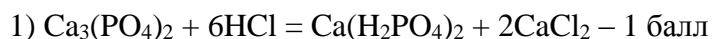
Итого: 20 баллов

11.5 Твердое белое вещество **А** нерастворимо в воде, но хорошо растворяется в соляной кислоте (реакция 1). При спекании **А** с веществом **Б** и избытком кремнезёма при температуре 2000⁰С система заполняется газом **В**, без цвета и запаха ($D_{\text{возд}} = 0,965$) и остаётся остаток, включающий в себя простое вещество **Г** и плав **Д** (реакция 2). Газ **В** прореагировал с сернистым ангидридом с образованием газа **Е** ($D_{\text{возд}} = 1,52$) и простого вещества **Ж** (реакция 3). Газ **Е** поглотили очень реакционноспособным соединением **З** ($K + O_2 = Z$ – реакция 4) (реакция 5), а **Г** поместили в раствор гидроксида бария (реакция экзотермична!) и получили соль **И** (назовите её) и газ **К** с запахом чеснока (реакция 6). Газ этот провзаимодействовал с йодоводородом с образованием расплывчатых кристаллов **Л** (реакция 7). А вещество **Б** реагирует при высокой температуре с **Ж** образуя соединение **М** используемое в качестве растворителя (реакция 8). Определите вещества **А-М**, напишите уравнения упомянутых реакций, будет ли плав растворяться в плавиковой кислоте? Ответ подтвердите уравнениями реакции.

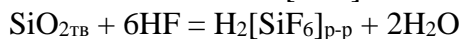
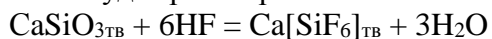
Решение и система оценивания:

А- $Ca_3(PO_4)_2$ Б-С (кокс) В- CO , Г- P_4 , Д- $CaSiO_3 + SiO_2$ (остаток), Е- CO_2 , Ж- S , З- KO_2 , И- $Ba(H_2PO_2)_2$ - гипофосфит бария (за название 1 балл), К- PH_3 , Л- PH_4I , М- CS_2

За каждое вещество А-М по 0,5 балла ($12 \cdot 0,5 = 6$ баллов)



Плав будет растворяться частично:



за уравнения реакций $2 \cdot 2,5$ балла = 5 баллов

Итого: 20 баллов