

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>Химия</i>	<i>10 класс</i>	<i>14 ноября 2024 г</i>	<i>10-00</i>	<i>13-55</i>

Задание 1. «Голодные аборигены» (28 баллов).

«Планета Шелезяка. Полезных ископаемых нет. Воды нет. Растительности нет. Населена роботами».

Кир Булычѳв. «Путешествие Алисы».

Для аборигенов планеты Шелезяка, которым не рады ни в одном из самых захудалых ресторанов Галактики «Млечный путь», автор задачи разработал специальное меню, блюда из которого они могут заказать в оргкомитете олимпиады:



Блюдо	Состав [в скобках - массовая доля Fe в указанном компоненте блюда, %]	Масса, г*	у.е.ш.**
Винегрет	Стружка стальная [97], магнетит кусочками [72,4], петли дверные вывороченные и мелко порубленные [100], гвозди гнутые тупые (слегка ржавые) [95], масло машинное [0]	60/50/ 30/30/ 15	160
Салатик грибной «Остренький»	Кнопки строительные кровельные [100], гвозди жареные [98], проволока стальная колечками (пассивированная) [95], масло рапсовое [0]	75/60/ 30/15	170
Макароны по-флотски	Леска капроновая толстая (на сома) [0] с жареным фаршем из опилок железных [100]	120/ 150	160
Манты «Гурман» пикантные на пару	Тесто из замазки Менделеевской [12,6], начинка из рубленой колючей проволоки [100]	100/ 130	150
Стейк слабо прожаренный с вермишелью «Паутинка»	Пирит слегка обожженный [46,5], нить шелковая (свежезапутанная) [0]	300/ 100	200
Майонез «Лимонный»	Лимонит тонкорастертый [62,9], в силиконовом масле [0]	4/26	10
Кетчуп «Особый»	Водный 36 % раствор хлорного железа [34,4], водный 65 % раствор роданида калия [0]	15/15	8
Напиток газированный «Гархун»	Раствор сидерита [48,2] в 2 % соляной кислоте [0]	5/200	24
Коктейль «Турнбулева Синь»	Водный 8 % раствор соли Мора [19,7], водный 7 % раствор красной кровяной соли [17,0]	80/ 120	27

* - масса компонентов порции дана в порядке их упоминания в столбце «Состав»;

** - цена блюда в условных единицах Шелезяки.

Два голодных робота **Шеля** и **Зяка** на днях заказали обеды в нашем оргкомитете:

Шеля: винегрет, макароны по-флотски, стейк, две порции майонеза и напиток «Гархун»;

Зяка: салатик грибной, манты, стейк, две порции кетчупа и коктейль «Турнбулева Синь».

1. Вычислите массу железа в каждом блюде и установите, сколько железа заказал каждый из роботов. Какую сумму в итоге заплатил каждый из них и кто сделал более выгодный заказ, в среднем получив больше железа на каждую вложенную у.е.ш.?

1. Вычислим общую массу элемента железа в каждом блюде.

Винегрет: $60 \cdot 0,97 + 50 \cdot 0,724 + 30 \cdot 1 + 30 \cdot 0,95 + 15 \cdot 0 = 152,9 \text{ г}$.

Салатик грибной: $75 \cdot 1 + 60 \cdot 0,98 + 30 \cdot 0,95 + 15 \cdot 0 = 162,3 \text{ г}$.

Макароны по-флотски: $120 \cdot 0 + 150 \cdot 1 = 150 \text{ г}$.

Манты «Гурман»: $100 \cdot 0,126 + 130 \cdot 1 = 142,6 \text{ г}$.

Стейк: $300 \cdot 0,465 + 100 \cdot 0 = 139,5 \text{ г}$.

Майонез «Лимонный»: $4 \cdot 0,629 + 26 \cdot 0 = 2,5 \text{ г}$.

Кетчуп «Особый»: $15 \cdot 0,36 \cdot 0,344 + 15 \cdot 0,65 \cdot 0 = 1,9 \text{ г}$.

Напиток «Тархун»: $5 \cdot 0,482 + 200 \cdot 0,02 \cdot 0 = 2,4 \text{ г}$;

Коктейль «Турнбулева Синь»: $80 \cdot 0,08 \cdot 0,197 + 120 \cdot 0,07 \cdot 0,17 = 2,7 \text{ г}$.

Шеля: винегрет (152,9 г Fe; 160 у.е.ш.), макароны по-флотски (150; 160), стейк (139,5; 200), две порции майонеза (2*2,5; 2*10) и напиток «Тархун» (2,4; 24).

Общая масса железа $152,9 + 150 + 139,5 + 2 \cdot 2,5 + 2,4 = 449,8 \text{ г}$.

Общая стоимость $160 + 160 + 200 + 2 \cdot 10 + 24 = 564 \text{ у.е.ш.}$

Получается $564/449,8 = 1,254 \text{ у.е.ш. за } 1 \text{ г Fe}$.

Зяка: салатик грибной (162,3 г Fe; 170 у.е.ш.), манты (142,6; 150), стейк (139,5; 200), две порции кетчупа (2*1,9; 2*8) и коктейль «Турнбулева Синь» (2,7; 27).

Общая масса железа $162,3 + 142,6 + 139,5 + 2 \cdot 1,9 + 2,7 = 450,9 \text{ г}$.

Общая стоимость $170 + 150 + 200 + 2 \cdot 8 + 27 = 563 \text{ у.е.ш.}$

Получается $563/450,9 = 1,249 \text{ у.е.ш. за } 1 \text{ г Fe}$.

Таким образом, немного больше железа (всего на 1,1 г) в результате досталось Зяке. Поскольку он потратил на 1 у.е.ш. меньше, он же и сделал относительно более выгодный заказ, в среднем получив больше железа на каждую вложенную у.е.ш. Правда разница в оплате каждого приобретенного грамма железа получилась очень и очень незначительной.

1. Расчет массы железа в каждом блюде по 0,5 б., масса железа у каждого робота по 1 б., стоимость каждого заказа по 1 б., вывод о том, что у Зяки покупка выгоднее 0,5 б. ($0,56 \cdot 9 + 16 \cdot 2 + 16 \cdot 2 + 0,56 = 9$ баллов).

2. Напишите формулы упомянутых в меню соединений железа: магнетита, пирита, лимонита, хлорного железа, сидерита, соли Мора и красной кровяной соли. Если Вы не знаете каких-то названий, воспользуйтесь данными о массовых долях железа в этих веществах и следующими сведениями. Магнетит, пирит и хлорное железо – соединения бинарные (двухэлементные); сидерит и лимонит – трехэлементные, причем в составе лимонита на каждый атом железа приходится один атом водорода. Соль Мора содержит сульфат-анионы, катионы аммония и кристаллизационную воду, а массовая доля железа в такой соли составляет 14,24 % (в меню все рассчитано на безводную соль). В состав красной кровяной соли кроме железа входят калий, углерод и азот.

2. Проще всего с хлорным железом, для которого считаем соотношения количества атомов:

$n(\text{Fe}) : n(\text{Cl}) = m(\text{Fe})/M(\text{Fe}) : m(\text{Cl})/M(\text{Cl}) = 34,4/56 : (100-34,4)/35,5 = 0,614 : 1,848 = 1 : 3 - \text{FeCl}_3$.

Для остальных веществ попробуем вычислить молекулярные массы:

Магнетит: Если в состав молекулы входит 1 атом железа, то ее масса $56/0,724 = 77,3$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $77,3-56 = 21,3$ а.е.м., что не кратно атомной массе ни одного из элементов ПС. Если в состав молекулы входит 2 атома железа, то ее масса $56 \cdot 2/0,724 = 154,6$ а.е.м., из которых 112 приходится на железо. Остается $154,6-112 = 42,6$ а.е.м., что с натяжкой могло бы соответствовать 3 атомам азота, но соединения Fe_2N_3 не существует. Если в состав молекулы входит 3 атома железа, то ее масса $56 \cdot 3/0,724 = 232$ а.е.м., из которых 168 приходится на железо. Остается $232-168 = 64$ а.е.м., что соответствует двум атомам серы или 4 атомам кислорода. Но соединения Fe_3S_2 не существует, а вот Fe_3O_4 – известный смешанный оксид железа.

Пирит: $M = 56/0,465 = 120,4$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $120,4 - 56 = 64,4$ а.е.м., что с приемлемой точностью (неточность связана с округлением атомных масс) соответствует двум атомам серы или четырем атомам кислорода. Но соединения FeO_4 не существует, а вот FeS_2 – известный дисульфид железа.

Лимонит: $M = 56/0,629 = 89$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $89 - 56 = 33$ а.е.м., что соответствует двум атомам кислорода и одному атому водорода. Тогда формула лимонита $FeHO_2$ или, что более привычно, $FeOОН$.

Сидерит: $M = 56/0,482 = 116$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $116 - 56 = 60$ а.е.м. «Тархун» – напиток газированный, следовательно, 60 а.е.м. должны соответствовать остатку слабой кислоты, образующей газообразный продукт в реакции с сильной кислотой. Первая кислота, которую стоит проверить, – угольная, а 60 а.е.м. как раз соответствуют карбонат-иону: трем атомам кислорода и одному атому углерода. Формула сидерита – $FeCO_3$.

Соль Мора безводная: $M = 56/0,197 = 284$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $284 - 56 = 228$ а.е.м. Остаток довольно большой, поэтому логично предположить, что в состав вещества входят два сульфат-иона с массой $2 \cdot 96$ а.е.м. Это логично, учитывая, что один из них пойдет на компенсацию заряда катиона железа, а второй – катионов аммония. Остается $228 - 192 = 36$ а.е.м., что как раз соответствует двум катионам NH_4^+ . Состав безводной соли Мора $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$. У кристаллогидрата $M = 56/0,1424 = 393$ а.е.м., что на $393 - 284 = 109$ а.е.м. больше. Это с приемлемой точностью соответствует 6 молекулам воды ($109/18 = 6,06$). Таким образом, формула соли Мора $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$.

Красная кровяная соль: $M = 56/0,17 = 329$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $329 - 56 = 273$ а.е.м. Наличие азота, углерода и калия наводят на мысль о том, что это калиевая соль цианидного комплекса железа. При координационном числе железа, равном 6, в состав комплекса должны входить 6 цианидных лигандов ($6 \cdot 26 = 156$ а.е.м.) и $(273 - 156)/39 = 3$ катиона калия. Таким образом, формула красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$.

2. Формулы веществ по 1 б. (можно без расчета, на знание, $1б \cdot 7 = 7$ баллов).

3. Как пассивируют луковые кольца, Вы, вероятно, видели не раз. А как следует правильно пассивировать колечки из стальной проволоки? Чем отличаются поверхности пассивированного и не пассивированного железа, и к каким изменениям в свойствах металла приводит пассивация?

3. Самый простой и эффективный способ пассивировать стальные колечки – опустить их на некоторое время в концентрированную азотную или серную кислоту. Как правило, пассивация металлов заключается в обработке их поверхности окислителями, в результате чего на поверхности металла образуется чрезвычайно тонкая и плотная оксидная пленка. Пассивированный металл оказывается в существенно меньшей степени подверженным процессам коррозии и заметно менее реакционно способен, чем не пассивированный.

3. Способ пассивации 1 б., оксидная пленка 1 б., снижение активности 1 б. ($1б + 1б + 1б = 3$ балла).

4. Напишите уравнение реакции, приводящей к ржавлению гвоздей, уравнение реакции, которая пройдет на поверхности стейка, если он сильно подгорит (иначе говоря, его сильно обожгут), а также уравнение реакции растворения сидерита в соляной кислоте.

4. Ржавлением называют процесс взаимодействия железа с кислородом в присутствии воды или влажного воздуха: $4Fe + 3O_2 + 2nH_2O = 2Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ($FeO(OH)$, $Fe(OH)_3$).

Обжиг пирита: $4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t, ^\circ C} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$.

Растворение сидерита: $FeCO_3 + 2HCl = FeCl_2 + CO_2 \uparrow$.

4. Уравнения реакций по 1 б. ($1б \cdot 3 = 3$ балла).

5. Как Вы думаете, почему смесь, полученная взаимодействием бурого и бесцветного растворов, называется в нашем ресторане кетчупом, а коктейль, одним из ингредиентов которого является красная кровяная соль – Турнбулевой Синью? Попробуйте написать уравнения реакций, происходящих при приготовлении этих блюд (можно в ионном виде).

5. Взаимодействие растворов, содержащих соли железа(III) и роданид-ионы, является качественной реакцией на ионы Fe^{3+} и приводит к образованию комплексных роданидов железа(III), имеющих интенсивную кроваво-красную окраску: $Fe^{3+} + nSCN = [Fe(SCN)_n]^{3-n}$ (засчитывается реакция с любым n). Смесь наших концентрированных вязких растворов кроваво-красного цвета внешне вполне похожа на кетчуп.

А взаимодействие растворов, содержащих соли железа(II) и гексацианоферрат(III)-ионы, является качественной реакцией на ионы Fe^{2+} и приводит к образованию смеси комплексных цианидов железа(II, III), имеющих интенсивную синюю окраску: $3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ (или любое другое уравнение с верными коэффициентами, где получается смешанновалентный комплекс, например, $K^+ + Fe^{2+} + [Fe(CN)_6]^{3-} = KFe[Fe(CN)_6]$).

5. Красный и синий цвет по 1 б., уравнения реакций по 1 б. ($16*2+16*2 = 4$ балла).

Старинный рецепт Менделеевской замазки для «мант» включает 305 г канифоли, 80 г воска, 20 г льняной олифы, 5 г льняного масла и 90 г загадочной «мумии», которая является единственным компонентом замазки, содержащей железо. Известно, что это соединение бинарное.

6. «На закуску» Вам предлагается установить формулу той самой загадочной «мумии».

6. Масса замазки, приготовленной по рецепту, 500 г. Железа в ней $0,126*500 = 63$ г, причем все оно содержится в 90 г «мумии». Следовательно, массовая доля железа в «мумии» $63/90 = 0,7$. Попробуем вычислить ее формулу. Если в состав молекулы «мумии» входит 1 атом железа, то ее масса $56/0,7 = 80$ а.е.м., из которых 56 приходится на железо. Остается $80-56 = 24$ а.е.м., что могло бы соответствовать двум атомам углерода, но соединения FeC_2 не существует. Если в состав молекулы «мумии» входит 2 атома железа, то ее масса $56*2/0,7 = 160$ а.е.м., из которых 112 приходится на железо. Остается $160-112 = 48$ а.е.м., что соответствует трем атомам кислорода. Таким образом, это известный оксид железа Fe_2O_3 .

6. Формула мумии с расчетом 2 б., без расчета 1 б. (2 балла).

Всего 28 баллов.

Задание 2. «Редкий металл» (28 баллов).

Единственное в России крупное предприятие по извлечению и переработке солей редкого металла **М** находится в г. Новосибирске и называется «Завод редких металлов». Завод, в частности, производит такие соли **М**, как гипофосфит и фосфит, гидросульфат и дигидрофосфат, перхлорат и хлорат, дихромат и тетраборат, гексафторосиликат и тиоцианат, молибдат, додекагидрат его двойного сульфата с алюминием (квасцы) и др.

1. Допустив, что металл **М** одновалентен, напишите формулы солей, производимых на заводе (например, хлорид – MCl и т.д.).

1. Формулы неорганических соединений металла **М**, производимых на заводе:

гипофосфит – MH_2PO_2 , фосфит – M_2HPO_3 , гидросульфат – $MHSO_4$, дигидрофосфат – MH_2PO_4 , перхлорат – $MClO_4$, хлорат – $MClO_3$, дихромат – $M_2Cr_2O_7$, тетраборат – $M_2B_4O_7$, гексафторосиликат – M_2SiF_6 , тиоцианат – $MSCN$, молибдат – M_2MoO_4 , додекагидрат двойного сульфата с алюминием (квасцы) – $MAI(SO_4)_2*12H_2O$.

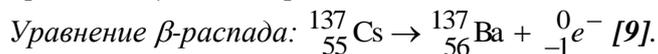
1. Формулы соединений по 0,5 б ($0,5б*12 = 6$ баллов).

Металл **М** был открыт в 1860 году немецкими учёными Бунзенем и Кирхгофом в водах минерального источника методом спектрального анализа. В металлическом состоянии он впервые был выделен в 1882 году шведским химиком Сеттербергом с помощью электролиза. Температура плавления **М** близка к комнатной, и не очень чистый металл при нормальных условиях может оказаться жидким. Чистый **М** – очень мягкий вязкий металл, активность которого настолько высока, что он самовоспламеняется на воздухе [реакция 1] и взрывается при контакте с водой [2]. Его расплав легко реагирует с иодом [3], серой [4], водородом [5], аммиаком [6] и даже углекислым газом [7], а при нагревании выше $300\text{ }^\circ\text{C}$ – и с песком [8].

Несмотря на сообщения, встречающиеся в средствах массовой информации, обычный, природный **М** и его соединения не радиоактивны. Радиоактивен только искусственно получаемый изотоп ^{137}M , который претерпевает бета-распад (период полураспада 30,17 лет) с образованием устойчивого изотопа следующего за ним в Периодической системе элемента с таким же массовым числом [9].

2. Напишите уравнение реакции ядерного распада изотопа ^{137}M [9] и назовите металл, о котором идет речь в задаче. Вычислите массу изотопа ^{137}M , оставшуюся в пролежавшем в хранилище ядерных отходов 90,5 лет образце, если в момент захоронения он содержал 1,2 г этого изотопа.

2. Устойчивый атом с массой 137 легко обнаруживается в ПС – это барий. Соответственно, **М**, предшествующий барию в ПС, – это цезий.



Количество периодов полураспада, прошедших за 90,5 лет равно $90,5:30,17 = 3$. За каждый период полураспада остается половина от имевшихся атомов, соответственно за два – четверть, за три – восьмая часть, т.е. останется $1,2:8 = 0,15$ г изотопа ^{137}Cs .

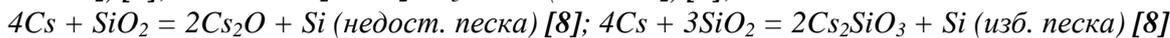
2. Уравнение реакции [9] 1 б., цезий 1 б., расчет массы 3 б. (1б+1б+3б = 5 баллов).

3. Напишите уравнения реакций [1-8], с помощью которых в задаче охарактеризована химическая активность **М**.

3. Уравнения реакций: $\text{Cs} + \text{O}_2 = \text{Cs}_2\text{O}_2$ [1] (10 кл. можно Cs_2O , но Cs_2O не засчитывается);



$2\text{Cs} + 2\text{NH}_3 = 2\text{CsNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow \text{ [6]; } 4\text{Cs} + \text{CO}_2 = 2\text{Cs}_2\text{O} + \text{C} \text{ [7] или } 2\text{Cs} + \text{CO}_2 = \text{Cs}_2\text{O} + \text{CO} \text{ (недост. CO}_2) \text{ [7]; } 2\text{Cs} + 2\text{CO}_2 = \text{Cs}_2\text{CO}_3 + \text{CO} \text{ (изб. CO}_2) \text{ [7];}$



(засчитывается любая одна из реакций [7] и любая одна из реакций [8]).

3. Уравнения реакций [1-8] по 1 б. (1б*8 = 8 баллов).

4. Основной природный источник **М** – минерал поллуцит состава $\text{M}_x\text{Na}_{1-x}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($0,5 \leq x \leq 0,7$), из которого завод и получает все соединения этого металла. Рассчитайте минимальное и максимальное значения массы металла **М**, содержащегося в 3 тоннах поступившего на завод поллуцита.

4. Минимальное содержание **М** в поллуците будет при $x=0,5$, максимальное – при $x=0,7$. Посчитаем массовую долю **М** в минерале при разных x , т. е. отношение массы **М** к молярной массе:

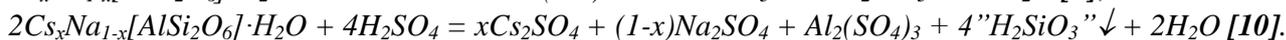
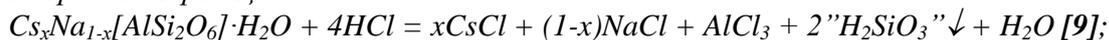
$$\omega = 133x / (133x + 23(1-x) + 27 + 2*28 + 6*16 + 18) = 133x / (110x + 220).$$

Для $x = 0,5$ получаем $\omega_{\min} = 0,242$, для $x = 0,7$ получаем $\omega_{\max} = 0,313$. Минимальное значение массы металла **М**, содержащегося в 3 т поступившего на завод поллуцита $0,242*3 = 0,726$ т или 726 кг, максимальное $0,313*3 = 0,939$ т или 939 кг.

4. Расчет значений массы по 3 б. (3б*2 = 6 баллов).

5. Для переработки поллуцит на заводе вскрывают горячей соляной [9] или серной [10] кислотой с последующей очисткой получающихся в этих реакциях солей. На производстве металл **М** получают электролизом, а в лабораторных условиях он может быть получен нагреванием смеси его хлорида с металлическим кальцием [11]. Напишите уравнения реакций [9-11].

5. Уравнения реакций:



(Вместо H_2SiO_3 можно писать H_4SiO_4 , $\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ и т.п.). $2\text{CsCl} + \text{Ca} = \text{CaCl}_2 + \text{Cs} \uparrow \text{ [11].}$

5. Уравнения реакций по 1 б. (1б*3 = 3 балла).

Всего 28 баллов.

Задание 3. «Мысленный эксперимент» (20 баллов).

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам часто предлагают выполнить задачу по распознаванию водных растворов различных веществ. Для решения таких задач от участника требуется не только знание различных качественных реакций, но и наблюдательность, логическое мышление, аккуратность и другие весьма важные качества для химика-экспериментатора. Давайте попытаемся разобрать решение одной из таких задач и провести мысленный эксперимент по установлению содержимого восьми пронумерованных пробирок, содержащих водные растворы следующих солей:



сульфата меди(II), карбоната натрия, хлорида железа(III), сульфида натрия,
хлорида аммония, хлорида никеля, нитрата алюминия, хромата калия.

1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.

1. Сульфат меди(II) – $CuSO_4$, карбонат натрия – Na_2CO_3 , хлорид железа(III) – $FeCl_3$, сульфид натрия – Na_2S , хлорид аммония – NH_4Cl , хлорид никеля – $NiCl_2$, нитрат алюминия – $Al(NO_3)_3$, хромат калия – K_2CrO_4 .

1. Формулы солей по 0,5 б. ($0,5б*8 = 4$ балла).

Заметим, что перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны. Ниже Вашему вниманию предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов, предложенных для распознавания.

№ пробирки	1	4	5	7
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	коричневая

2. Руководствуясь указанными окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

2. Окраска водных растворов обусловлена присутствием в них следующих ионов: голубая – Cu^{2+} , коричневая – Fe^{3+} , зеленая – Ni^{2+} , желтая – CrO_4^{2-} . Остальные ионы не окрашивают водные растворы. Поэтому в пробирках №1 – *p-p* K_2CrO_4 , №4 – *p-p* $NiCl_2$, №5 – *p-p* $CuSO_4$, №7 – *p-p* $FeCl_3$.

2. Соотнесение солей по цвету по 0,5 б. ($0,5б*4 = 2$ балла).

Для распознавания оставшихся четырех бесцветных растворов можно воспользоваться их взаимодействием с растворами дополнительных реактивов – нитрата серебра, азотной кислоты и гидроксида натрия. Происходящие при этом изменения отмечены в приведенной таблице.

№ пробирки	2	3	6	8	
Изменения, происходящие при добавлении	$AgNO_3$	белый осадок	белый "творожистый" осадок	черный осадок	нет видимых изменений
	HNO_3	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	$NaOH$	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка $NaOH$

3. На основании отмеченных в таблице изменений соотнесите номера пробирок с формулами соответствующих солей.

3. Составим таблицу, расположив по горизонтали вещества, которые нам нужно определить, а по вертикали – дополнительные реагенты. На пересечении каждого столбца и строки укажем явления, наблюдаемые при сливании этих растворов.

Анализируемые вещества		Na_2CO_3	$Al(NO_3)_3$	Na_2S	NH_4Cl
Изменения, происходящие при добавлении	$AgNO_3$	белый осадок	нет видимых изменений	черный осадок	белый творожистый осадок
	HNO_3	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	$NaOH$	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка $NaOH$	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта

Сопоставив полученную таблицу с результатами эксперимента, приходим к выводу, что в пробирке №2 – р-р Na_2CO_3 , №3 – р-р NH_4Cl , №6 – р-р Na_2S , №8 – р-р $Al(NO_3)_3$.

3. Соотнесение солей по признакам реакций по 0,5 б. (0,5б*4 = 2 балла).

4. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов ($NaOH + 8$ – две реакции, всего 8 реакций, отмеченных в таблице).

4. 1) $Na_2CO_3 + 2AgNO_3 = Ag_2CO_3 \downarrow + 2NaNO_3$; 2) $Na_2S + 2AgNO_3 = Ag_2S \downarrow + 2NaNO_3$;
 3) $NH_4Cl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + NH_4NO_3$; 4) $Na_2CO_3 + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$;
 5) $Na_2S + 2HNO_3 = H_2S \uparrow + 2NaNO_3$; 6) $Al(NO_3)_3 + 3NaOH = Al(OH)_3 \downarrow + 3NaNO_3$;
 7) $Al(OH)_3 + NaOH = Na[Al(OH)_4]$ или $Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6]$;
 8) $NH_4Cl + NaOH = NH_3 \uparrow + H_2O + NaCl$.

4. Уравнения реакций по 1 б. (1б*8 = 8 баллов).

5. Попробуйте записать уравнения реакций, которые будут происходить при сливании растворов, находящихся в пробирках а) № 2 и № 7; б) № 6 и № 8; в) № 5 и № 6, а также г) уравнение реакции, протекающей при подкислении азотной кислотой раствора в пробирке № 1.

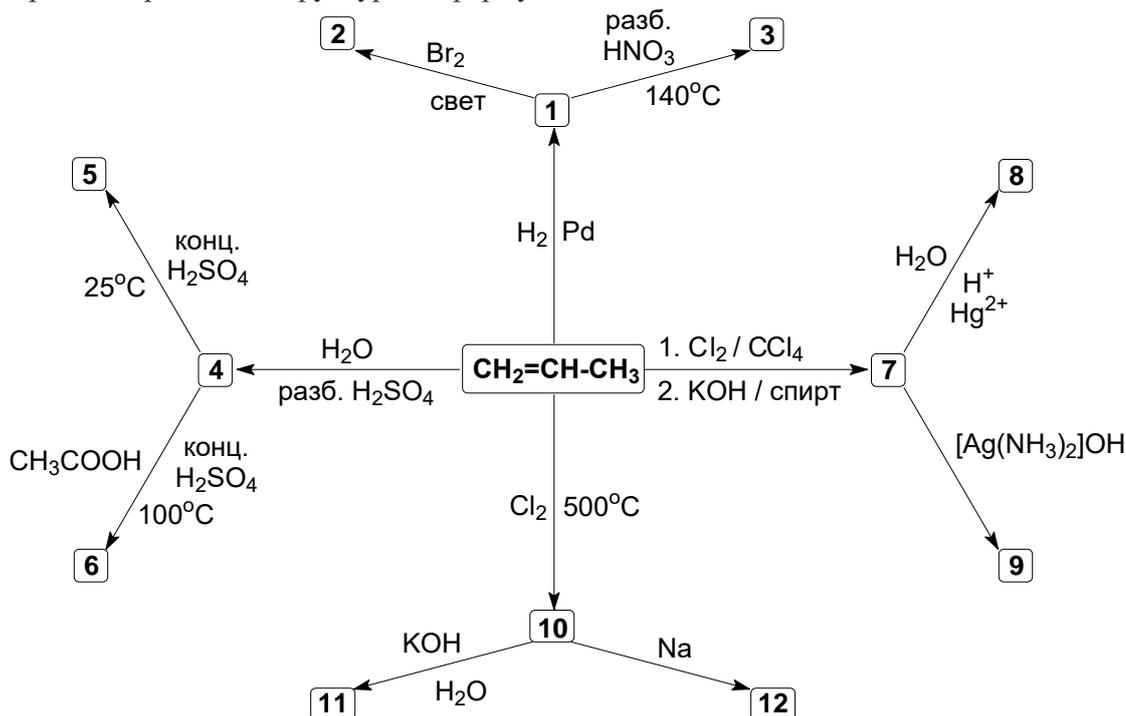
5. а) $3Na_2CO_3 + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3CO_2 \uparrow$;
 б) $3Na_2S + 2Al(NO_3)_3 + 6H_2O = 6NaNO_3 + 2Al(OH)_3 \downarrow + 3H_2S \uparrow$;
 в) $Na_2S + CuSO_4 = Na_2SO_4 + CuS \downarrow$; г) $2K_2CrO_4 + 2HNO_3 = K_2Cr_2O_7 + 2KNO_3 + H_2O$.

5. Уравнения реакций по 1 б. (1б*4 = 4 балла).

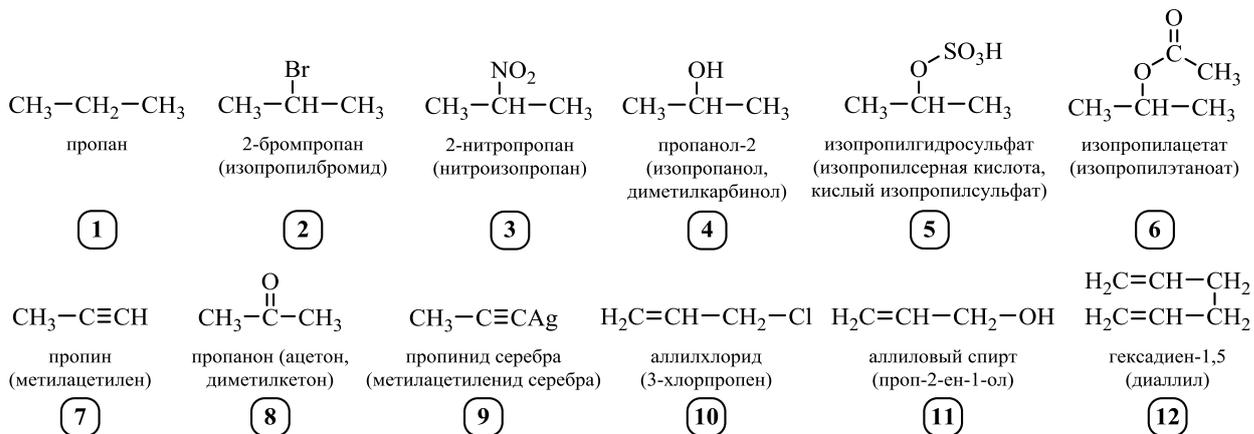
Всего 20 баллов.

Задание 4. «Пропен» (24 балла).

Вашему вниманию предлагается схема превращений, в которой исходным соединением является пропен. Приведите структурные формулы и названия веществ 1 – 12.



Структурные формулы и названия веществ 1 – 12



Структурные формулы соединений 1–12 по 1 б., названия по 1 б. ((1б+1б)*12 = 24 балла).

Всего 24 балла.

Итого 100 баллов.