

Уважаемые участники олимпиады!

Мы предлагаем Вашему вниманию задания из двух известных Вам разделов школьной химии. Рекомендуем Вам попробовать решить все задачи, но зачтены в Ваш актив будут по 3 задания из каждого раздела, по которым Вы получите наибольшие баллы. Успехов Вам в этом нелегком деле!

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1. Известняк – горная порода, являющаяся одной из наиболее известных разновидностей минерала кальцита. Он широко используется промышленностью для получения гашеной, негашеной и белильной (хлорной) извести, гипса и карбида кальция.

1. Напишите формулы указанных соединений и замените тривиальные названия на принятые по химической номенклатуре. Какие еще разновидности кальцита Вам известны?
2. Напишите уравнения реакций получения этих товарных продуктов из известняка, назовите области их применения.

2. Навеску хлорида цинка массой 6,82 г растворили в 50 мл воды и добавили к полученному раствору 1 М раствор гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и прокалили до постоянной массы, которая оказалась равна 2,44 г. К фильтрату (профильтрованному раствору) прилили некоторый объем 1 М раствора соляной кислоты. При этом снова выпал осадок, с которым проделали те же процедуры, что и с предыдущим. Масса этого осадка после прокаливания составила 0,813 г.

1. Напишите уравнения проведенных реакций.
2. Рассчитайте объемы растворов щелочи и кислоты, которые могли быть использованы в описанном эксперименте (1 М = 1 моль/л).

3. Плотность газа **A** по воздуху при 130 °С равна 1,586; плотность газа **B** при 0 °С и $P = 1$ атм (н.у.) равна 1,34 г/дм³; молярная масса смеси **A**, **B** и **C**, взятых в объемных отношениях 2:1:1 соответственно, составляет 37,5 г/моль при 130 °С. Анализ данной смеси показал, что в ее состав входят только азот и кислород.

1. Определите газы **A**, **B**, **C**.
2. Предложите лабораторные способы получения этих газов.
3. Будет ли изменяться молярная масса смеси: а) при понижении температуры; б) при повышении температуры. Поясните свои ответы, используя уравнения реакций.

4. Напишите уравнения реакций, которые протекают при попарном взаимодействии бромида аммония, нитрата серебра и силиката натрия: а) в водном растворе; б) в твердом виде при прокаливании. Получилось? Теперь замените силикат натрия карбонатом натрия и напишите новые уравнения реакций для тех же условий.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

5. Кристаллогидраты сульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ смешали в массовом соотношении 2 : 1.

1. Какую массу такой смеси следует растворить в 500 мл воды для получения 15 %-ного раствора CuSO_4 ?
2. Рассчитайте общее число атомов в 1 г этой смеси.
3. Предложите химические способы, с помощью которых можно однозначно доказать, что в Вашем растворе действительно присутствует сульфат меди.

6. В кристаллогидрате сульфата алюминия число атомов водорода в 1,2 раза превышает число атомов кислорода.

1. Определите молекулярную формулу кристаллогидрата.
2. Рассчитайте массовую долю безводной соли в этом соединении.
3. Какую массу алюминия можно получить из 1 т этого кристаллогидрата, и как практически это осуществить? Напишите уравнения реакций.

7. В трех стаканах находится по 1,0 л 0,03 М раствора K_2CO_3 . К одному из них добавляют 1,0 л 0,07 М раствора HCl , ко второму – 1,0 л 0,01 М раствора AlCl_3 , к третьему – 1,0 л 0,02 М раствора CaCl_2 . После этого стаканы нагревают для полноты протекания реакций.

1. Для каждого из 3 вариантов укажите, какие ионы и в каком количестве (в штуках) присутствуют в получившихся после смешения растворах.
2. Рассчитайте pH первого раствора.

8. При растворении в воде 9,52 г безводного MgCl_2 выделяется 14 кДж тепла, что в 24,3 раза больше, чем при растворении такой же массы гексагидрата хлорида магния.

1. Рассчитайте молярные теплоты растворения MgCl_2 и $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
2. Вычислите количество тепла, которое выделится при образовании 2,03 г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли.

Желаем успехов!

2 этап (заключительный)

Химия – 10 класс

Уважаемые участники олимпиады!

Мы предлагаем Вашему вниманию задания из трех основных разделов школьной химии. Рекомендуем Вам попробовать решить все задачи, но зачтены в Ваш актив будут по 2 задания из каждого раздела, по которым Вы получите наибольшие баллы. Успехов Вам в этом нелегком деле!

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1. Известняк – горная порода, являющаяся одной из наиболее известных разновидностей минерала кальцита. Он широко используется промышленностью для получения гашеной, негашеной и белильной (хлорной) извести, гипса и карбида кальция.

3. Напишите формулы указанных соединений и замените тривиальные названия на принятые по химической номенклатуре. Какие еще разновидности кальцита Вам известны?
4. Напишите уравнения реакций получения этих товарных продуктов из известняка, назовите области их применения.

2. Навеску хлорида цинка массой 6,82 г растворили в 50 мл воды и добавили к полученному раствору 1 М раствор гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и прокалили до постоянной массы, которая оказалась равна 2,44 г. К фильтрату (профильтрованному раствору) прилили некоторый объем 1 М раствора соляной кислоты. При этом снова выпал осадок, с которым проделали те же процедуры, что и с предыдущим. Масса этого осадка после прокаливания составила 0,813 г.

3. Напишите уравнения проведенных реакций.
 4. Рассчитайте объемы растворов щелочи и кислоты, которые могли быть использованы в описанном эксперименте.
3. Смесь хромата и дихромата аммония, содержащую 37,92 масс. % хрома, подвергли полному термическому разложению. В результате образовалось 2,66 г зеленого порошка и выделилось 3,817 л газообразных продуктов ($P=1$ атм).
4. Напишите уравнения реакций.
 5. Рассчитайте массу исходной смеси и молярное соотношение ее компонентов.
 6. Вычислите температуру, при которой был измерен объем газообразных продуктов, и молярный объем газов при этой температуре.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

4. Одноосновная предельная карбоновая кислота образует всего два структурных изомера.

1. Напишите структурные формулы и названия этих изомеров.
2. Приведите пять уравнений реакций, наиболее полно характеризующих химические свойства этой кислоты (с указанием условий и названий образующихся продуктов).
3. Предложите не менее четырех способов получения этой кислоты из соединений различных классов (уравнения реакций с указанием условий и названий исходных соединений).

5. Смесь метана и этилена с плотностью 0,982 г/л (н.у.) смешали с водородом и пропустили над платиновым катализатором, после чего плотность газовой смеси по водороду оказалась равной 11,25.

1. Каким может быть качественный и количественный (масс. %) состав смеси после гидрирования?

6. При гидратации смеси двух неразветвленных алкенов в растворе серной кислоты образовалось только два соединения, молярные массы которых различаются в 2,217 раза. Присоединение газообразного бромоводорода к этой смеси также дает два продукта, строение которых не зависит от наличия в системе органического пероксида (а в его присутствии реакция идет против правила Марковникова). В реакции 11,2 г смеси с избытком HBr получилось 38,3 г продуктов, причем молярная масса одного из них составляет 66,06 % от молярной массы другого.

1. Установите состав и строение исходных алкенов.
2. Рассчитайте массу оксида марганца (IV), которую можно получить при количественном окислении 5,6 г исходной смеси избытком нейтрального раствора перманганата калия.
3. Напишите уравнения проведенных реакций и названия образующихся органических продуктов.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

7. В трех стаканах находится по 1,0 л 0,03 М раствора K_2CO_3 . К одному из них добавляют 1,0 л 0,07 М раствора HCl , ко второму – 1,0 л 0,01 М раствора AlCl_3 , к третьему – 1,0 л 0,02 М раствора CaCl_2 . После этого стаканы нагревают для полноты протекания реакций.

3. Для каждого из 3 вариантов укажите, какие ионы и в каком количестве (в штуках) присутствуют в получившихся после смешения растворах.
4. Рассчитайте pH первого раствора.

8. Школьники Паша, Саша и Маша выполняли лабораторную работу по электролизу. Они залили в свои электролизеры с графитовыми электродами по 1,0 л 1,0 %-ых растворов ($\rho \sim 1,0 \text{ г/см}^3$) следующих калиевых солей: Паша – сульфита, Саша – сульфида, а Маша – сульфата. Все трое проводили электролиз до тех пор, пока на катоде у каждого не выделилось 4,48 л газа (н. у.).

4. Напишите уравнения реакций, протекавших на электродах у каждого школьника.

5. Определите качественный и рассчитайте количественный (масс. %) состав растворов, получившихся после отключения тока.

9. При растворении 9,52 г безводного MgCl_2 выделяется 14 кДж тепла, что в 24,3 раза больше, чем при растворении такой же массы гексагидрата хлорида магния.

3. Рассчитайте молярные теплоты растворения MgCl_2 и $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

4. Вычислите количество тепла, которое выделится при образовании 2,03 г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли.

Желаем успехов!

Уважаемые участники олимпиады!

Мы предлагаем Вашему вниманию задания из трех основных разделов школьной химии. Рекомендуем Вам попробовать решить все задачи, но зачтены в Ваш актив будут по 2 задания из каждого раздела, по которым Вы получите наибольшие баллы. Успехов Вам в этом нелегком деле!

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1. Известняк – горная порода, являющаяся одной из наиболее известных разновидностей минерала кальцита. Он широко используется промышленностью для получения гашеной, негашеной и белильной (хлорной) извести, гипса и карбида кальция.

5. Напишите формулы указанных соединений и замените тривиальные названия на принятые по химической номенклатуре. Какие еще разновидности кальцита Вам известны?

6. Напишите уравнения реакций получения этих товарных продуктов из известняка, назовите области их применения.

2. Навеску хлорида цинка массой 6,82 г растворили в 50 мл воды и добавили к полученному раствору 1 М раствор гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и прокалили до постоянной массы, которая оказалась равна 2,44 г. К фильтрату (профильтрованному раствору) прилили некоторый объем 1 М раствора соляной кислоты. При этом снова выпал осадок, с которым проделали те же процедуры, что и с предыдущим. Масса этого осадка после прокаливания составила 0,813 г.

5. Напишите уравнения проведенных реакций.

6. Рассчитайте объемы растворов щелочи и кислоты, которые могли быть использованы в описанном эксперименте.

3. Смесь хромата и дихромата аммония, содержащую 37,92 масс. % хрома, подвергли полному термическому разложению. В результате образовалось 2,66 г зеленого порошка и выделилось 3,817 л газообразных продуктов (P=1 атм).

7. Напишите уравнения реакций.

8. Рассчитайте массу исходной смеси и мольное соотношение ее компонентов.

9. Вычислите температуру, при которой был измерен объем газообразных продуктов, и молярный объем газов при этой температуре.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

4. Одноосновная предельная карбоновая кислота образует всего два структурных изомера.

4. Напишите структурные формулы и названия этих изомеров.
5. Приведите пять уравнений реакций, наиболее полно характеризующих химические свойства этой кислоты (с указанием условий и названий образующихся продуктов).
6. Предложите не менее четырех способов получения этой кислоты из соединений различных классов (уравнения реакций с указанием условий и названий исходных соединений).

5. Смесь метана и этилена с плотностью 0,982 г/л (н.у.) смешали с водородом и пропустили над платиновым катализатором, после чего плотность газовой смеси по водороду оказалась равной 11,25.

2. Каким может быть качественный и количественный (масс. %) состав смеси после гидрирования?

6. При гидратации смеси двух неразветвленных алкенов в растворе серной кислоты образовалось только два соединения, молярные массы которых различаются в 2,217 раза. Присоединение газообразного бромоводорода к этой смеси также дает два продукта, строение которых не зависит от наличия в системе органического пероксида (а в его присутствии реакция идет против правила Марковникова). В реакции 11,2 г смеси с избытком HBr получилось 38,3 г продуктов, причем молярная масса одного из них составляет 66,06 % от молярной массы другого.

4. Установите состав и строение исходных алкенов.
5. Рассчитайте массу оксида марганца (IV), которую можно получить при количественном окислении 5,6 г исходной смеси избытком нейтрального раствора перманганата калия.
6. Напишите уравнения проведенных реакций и названия образующихся органических продуктов.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

7. В трех стаканах находится по 1,0 л 0,03 М раствора K_2CO_3 . К одному из них добавляют 1,0 л 0,07 М раствора HCl , ко второму – 1,0 л 0,01 М раствора AlCl_3 , к третьему – 1,0 л 0,02 М раствора CaCl_2 . После этого стаканы нагревают для полноты протекания реакций.

5. Для каждого из 3 вариантов укажите, какие ионы и в каком количестве (в штуках) присутствуют в получившихся после смешения растворах.
6. Рассчитайте pH первого раствора.

8. При растворении 9,52 г безводного MgCl_2 выделяется 14 кДж тепла, что в 24,3 раза больше, чем при растворении такой же массы гексагидрата хлорида магния.

5. Рассчитайте молярные теплоты растворения MgCl_2 и $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

6. Вычислите количество тепла, которое выделится при образовании 2,03 г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли.

9. Школьники Паша, Саша и Маша выполняли лабораторную работу по электролизу. Они залили в свои электролизеры с графитовыми электродами по 1,0 л 1,0 %-ых растворов ($\rho \sim 1,0 \text{ г/см}^3$) следующих калиевых солей: Паша – сульфита, Саша – сульфида, а Маша – сульфата. Все трое проводили электролиз до тех пор, пока на катоде у каждого не выделилось 4,48 л газа (н. у.).

6. Напишите уравнения реакций, протекавших на электродах у каждого школьника.

7. Определите качественный и рассчитайте количественный (масс. %) состав растворов, получившихся после отключения тока.

Желаем успехов!

2 этап (заключительный)

Химия - 9 класс

Ключи к заданиям олимпиады (решения)

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1.

7. Известняк – CaCO_3 – карбонат кальция; негашеная известь CaO , оксид кальция; Гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$, гидроксид кальция; Хлорная известь $\text{CaCl}(\text{ClO})$, хлорид-гипохлорит кальция; Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, дигидрат сульфата кальция; Карбид кальция CaC_2 ацетиленид (можно и карбид) кальция. Еще две широко известных разновидности кальцита – мрамор и мел.
8. Негашеная известь применяется в производстве стройматериалов, получение: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{CaO} + \text{CO}_2$. Гашеная известь применяется для строительных и ремонтных работ (побелка): $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$. Хлорная известь - простейший отбеливатель («белизна»), а также дезинфицирующее средство для уборки помещений: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 = \text{CaCl}(\text{ClO}) + \text{H}_2\text{O}$. Гипс (алебастр) также используется в строительстве и при ремонтах (вяжущий материал): $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Карбид кальция применяется для производства ацетилена для газосварочных работ: $\text{CaCO}_3 + 4\text{C} \xrightarrow{t^0} \text{CaC}_2 + 3\text{CO}$ или $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{t^0} \text{CaC}_2 + \text{CO}$.

Система оценивания:

1. Формулы и номенклатурные названия соединений $(1+1) \text{ б.} \times 6 = 12 \text{ б.}$
 Разновидности кальцита – за любую одну или за обе вместе $0,5 \text{ б.}$
2. Уравнения реакций $1 \text{ б.} \times 5 = 5 \text{ б.}$
 Области применения $0,5 \text{ б.} \times 5 = 2,5 \text{ б.}$
 Всего 20 б.

2. Судя по тому, что при приливании HCl к фильтрату снова образовался осадок, щелочь была в избытке, иначе осадка бы не было.

7. Уравнения возможных реакций: $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$, $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, $\text{Zn}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^0} \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
8. При прокаливании осадка образовалось $2,44/81,3 = 0,03$ моль ZnO . Следовательно, при приливании NaOH выпало в осадок $0,03$ моль $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Для осаждения такого количества гидроксида цинка по первому уравнению достаточно $0,06$ моля гидроксида натрия, что соответствует $0,06/1 = 0,06$ л или 60 мл 1 М раствора. Но этот ответ не полностью удовлетворяет условию (см. п. 1). Исходного ZnCl_2 было $6,82/136,3 = 0,05$ моль. Из него могло образоваться $0,05$ моль $\text{Zn}(\text{OH})_2$, значит, $0,05 - 0,03 = 0,02$ моль $\text{Zn}(\text{OH})_2$ растворилось снова, образовав $0,02$ моль комплексной соли. Таким образом, всего щелочи было истрачено $0,05 \cdot 2 + 0,02 \cdot 2 = 0,14$ моля, а объем ее 1 М раствора составил 140 мл. При прокаливании второго осадка было получено $0,813/81,3 = 0,01$ моль ZnO , следовательно во втором осадке было $0,01$ моль $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Далее возможны два варианта:
 а) Кислоты недостаточно для полного осаждения $\text{Zn}(\text{OH})_2$ из фильтрата (в котором содержатся $0,02$ моля соли и, следовательно, из которого могут быть осаждены $0,02$ моля $\text{Zn}(\text{OH})_2$). В этом случае для осаждения $0,01$ моль $\text{Zn}(\text{OH})_2$ необходимо $0,01 \cdot 2 = 0,02$ моль HCl (см. уравнение), что соответствует 20 мл 1 М раствора.

б) Кислота в избытке, идет частичное растворение осадка и из 0,02 моль $Zn(OH)_2$ остается 0,01 моль. Тогда на полное осаждение 0,02 моль $Zn(OH)_2$ необходимо $0,02 \cdot 2 = 0,04$ моль HCl и на растворение $(0,02 - 0,01 = 0,01)$ 0,01 моль $Zn(OH)_2$ требуется $0,01 \cdot 2 = 0,02$ моль HCl . Всего в этом случае необходимо $0,04 + 0,02 = 0,06$ моль HCl или 60 мл 1 М раствора.

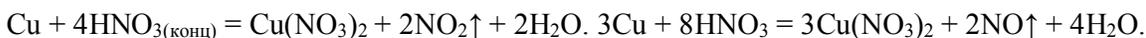
Система оценивания:

1. Уравнения реакций.....	1 б. × 5 = 5 б.
2. Расчет объема щелочи (если 60 мл, то 3 б).....	5 б.
Расчет объема кислоты – за каждый случай по 5 б.....	5 б. × 2 = 10 б.
Всего.....	20 б.

3.

10. Молярные массы газов составляют: для **A** $1,586 \cdot 29 = 46$ г/моль; для **B** $1,34 \cdot 22,4 = 30$ г/моль. Обозначив молярную массу **C** за x , составим уравнение: $(2 \cdot 46 + 1 \cdot 30 + 1 \cdot x) / 4 = 37,5$. Решив его, получим $x = 28$ г/моль. С учетом результатов качественного анализа смеси получают следующие газы: **A** – NO_2 , **B** – NO , **C** – N_2 .

11. В лаборатории оксиды азота NO_2 и NO обычно получают действием, соответственно, концентрированной и разбавленной азотной кислоты на металлическую медь:



Оксид азота(II) также можно получить взаимодействием подкисленного раствора нитрита с такими восстановителями, как иодид-ион или соли железа(II), оксид азота(IV) – термолизом нитратов меди, железа, свинца и др. Азот получают при нагревании растворов, содержащих соли аммония и нитриты щелочных металлов либо термолизом азидата натрия: $NH_4Cl + NaNO_2 \xrightarrow{t} NaCl + H_2O + N_2 \uparrow$; $2NaN_3 \xrightarrow{t} 2Na + 3N_2 \uparrow$. Но гораздо дешевле приобретать его сразу в баллонах.

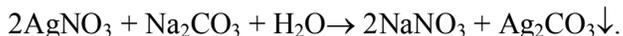
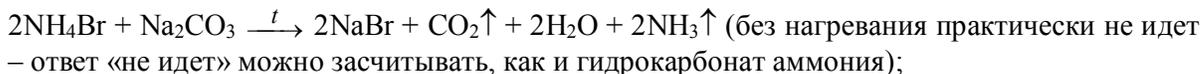
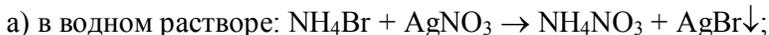
12. а) при понижении температуры молярная масса смеси будет увеличиваться в первую очередь за счет частичной димеризации диоксида азота $2NO_2 = N_2O_4$, а также (вначале в незначительной степени) и образования оксида азота(III): $NO + NO_2 = N_2O_3$;

б) при повышении температуры молярная масса смеси будет уменьшаться за счет разложения диоксида азота $2NO_2 = 2NO + O_2$ с образованием газов, имеющих меньшую молярную массу.

Система оценивания:

1. Формулы веществ А-С.....	3 × 3 = 9 б.
2. Уравнения реакций получения газов (по 1).....	2 б. × 3 = 6 б.
3. Правильные выводы.....	0,5 б. × 2 = 1 б.
Уравнения реакций (по 1).....	2 б. × 2 = 4 б.
Всего.....	20 б.

4.



$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NH}_4\text{Br} \xrightarrow{t} \text{NH}_3\uparrow + \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{HBr}\uparrow$. В этом случае в зависимости от скорости нагрева и соотношения компонентов возможно также:



$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{NaNO}_2 + 2\text{Ag} + \text{CO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ (при сильном нагревании возможно и разложение нитрита натрия до оксида и смеси ($\text{NO} + \text{NO}_2$));



Система оценивания:

1. Уравнения реакций (по 1)..... 2 б. $\times 10 = 20$ б.
Всего 20 б.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

5.

- Пусть x г – m $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в смеси, тогда $2x$ г – m $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. $M_r(\text{CuSO}_4) = 159,5$, $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5$, $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 177,5$. Массовая доля CuSO_4 в смеси составляет $(x \cdot 159,5 / 177,5 + 2x \cdot 159,5 / 249,5) : 3x = (0,899 + 1,279) : 3 = 0,726$. Масса 500 мл воды равна 500 г. Пусть y г – искомая масса смеси кристаллогидратов, тогда $0,726y$ г – масса CuSO_4 , а $(y + 500)$ г – масса раствора. По условию задачи $0,726y : (y + 500) = 0,15$, откуда $y = 130,2$ г.
- Из нашего расчета следует, что в 1 г смеси содержится 0,726 г или $0,726 / 159,5 = 0,00455$ моля CuSO_4 и $1 - 0,726 = 0,274$ г или $0,274 / 18 = 0,0152$ моля воды. Общее количество атомов будет равно $(6 \cdot 0,00455 + 3 \cdot 0,0152) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,39 \cdot 10^{22}$ шт.
- Химических способов идентификации катионов меди и сульфат-ионов можно придумать немало, приведем самые простые и известные из них. Опустив в пробу (порцию) голубого раствора чистый железный гвоздь, по его характерному покраснению однозначно установим, что в растворе есть медь. Добавив в другую пробу раствора раствор хлорида бария, по выпадению белого осадка сможем утверждать, что в нем есть сульфат-ионы (другие анионы, дающие белые осадки с барием – силикат, карбонат, сульфит – не могут присутствовать в растворе одновременно с медью). Уравнения реакций: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}\downarrow$; $\text{BaCl}_2 + \text{CuSO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{CuCl}_2$;

Система оценивания:

1. Расчет массы смеси 8 б.
2. Расчет количества атомов 6 б.
3. Уравнения реакций, позволяющие подтвердить состав раствора 2 б. $\times 2 = 4$ б.
Наблюдения 1 б. $\times 2 = 2$ б.
Всего 20 б.

6.

- Пусть состав кристаллогидрата сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Количество атомов водорода в нем $2n$, кислорода $12+n$. По условию $2n / (12+n) = 1,2$, откуда $n = 18$. Молекулярная формула $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$.
- $M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342$, $M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = 666$. Массовая доля $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в кристаллогидрате составляет $342 / 666 = 0,514$ или 54,5 %.
- Массовая доля Al в кристаллогидрате составляет $54 / 666 = 0,0811$. Следовательно, в 1 т кристаллогидрата содержится 0,0811 т или 81,1 кг алюминия, и это и есть максимальная масса алюминия, которую можно из этой 1 т извлечь.

Прежде, чем восстанавливать алюминий, надо перевести исходную соль в оксид. Можно сделать это в одну стадию сильным нагреванием, а можно сначала осадить гидроксид: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \xrightarrow{t} Al_2O_3 + 18H_2O \uparrow + 3SO_3 \uparrow$. Восстановить алюминий мы сможем лишь электрическим током в отсутствие воды (в расплаве), либо металлотермией с очень активным металлом, кальцием или натрием (они более доступны). Сам оксид алюминия имеет очень высокую температуру плавления, поэтому проводят электролиз его раствора в расплаве криолита Na_3AlF_6 , имеющего значительно более низкую точку плавления. Механизм процесса не очень прост, но суть его сводится к восстановлению алюминия на катоде и окислению кислорода на аноде: $2Al_2O_3 \xrightarrow{\text{электролиз}} 4Al + 3O_2 \uparrow$.

Система оценивания:

- | | |
|--|-------|
| 1. Расчет состава соли..... | 5 б. |
| 2. Расчет массовой доли..... | 5 б. |
| 3. Масса алюминия..... | 5 б. |
| Способ извлечения с уравнениями реакций..... | 5 б. |
| Всего..... | 20 б. |

7.

7. а) Находим количество веществ K_2CO_3 и HCl :

$\nu(K_2CO_3) = C(K_2CO_3) \cdot V_{p-ра}(K_2CO_3) = 0,03 \cdot 1,0 = 0,03$ моль, аналогично находим, что $\nu(HCl) = 0,07$ моль.

Процесс, протекающий при сливании этих растворов (HCl в избытке):



Нагревание раствора приводит к удалению CO_2 .

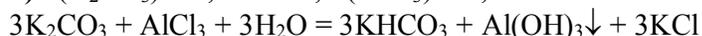
Ионы в полученном растворе: K^+ , H^+ , Cl^- .

Из уравнения реакции и количеств реагентов находим $\nu(HCl)_{изб.} = 0,01$ моль, $\nu(KCl) = 0,06$ моль. Из этого следует что, $\nu(H^+) = 0,01$ моль, $\nu(K^+) = 0,06$ моль, $\nu(Cl^-) = 0,07$ моль.

Рассчитываем количество ионов (в штуках): $N(X) = \nu(X) \cdot N_A$

$N(H^+) = 6,02 \cdot 10^{21}$ штук, $N(K^+) = 3,61 \cdot 10^{22}$ штук, $N(Cl^-) = 4,21 \cdot 10^{22}$ штук.

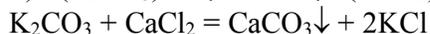
б) $\nu(K_2CO_3) = 0,03$ моль, $\nu(AlCl_3) = 0,01$ моль.



Ионы в полученном растворе: K^+ , CO_3^{2-} , Cl^- .

$N(K^+) = 3,61 \cdot 10^{22}$ штук, $N(CO_3^{2-}) = 9,03 \cdot 10^{21}$ штук, $N(Cl^-) = 1,81 \cdot 10^{22}$ штук.

в) $\nu(K_2CO_3) = 0,03$ моль, $\nu(CaCl_2) = 0,02$ моль.



Ионы в полученном растворе: K^+ , CO_3^{2-} , Cl^- .

$N(K^+) = 3,61 \cdot 10^{22}$ штук, $N(CO_3^{2-}) = 6,02 \cdot 10^{21}$ штук, $N(Cl^-) = 1,20 \cdot 10^{22}$ штук.

8. Найдем pH раствора, полученного сливанием растворов K_2CO_3 и HCl :

$C(H^+) = \nu(HCl)_{изб.} / (V_{p-ра}(K_2CO_3) + V_{p-ра}(HCl)) = 5 \cdot 10^{-3}$ М, $pH = -\lg C(H^+) = 2,3$.

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Уравнения реакций..... | 2 б. \times 3 = 6 б. |
| Качественный состав (по 1 б за верный, по 0,5 б – с ошибками)..... | 1 б. \times 3 = 3 б. |
| Количество ионов в штуках..... | 1 б. \times 3 \times 3 = 9 б. |
| 2. Правильно рассчитанный pH (если без учета разбавления, то 1б)..... | 2 б. |
| Всего..... | 20 б. |

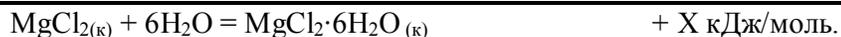
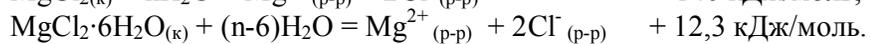
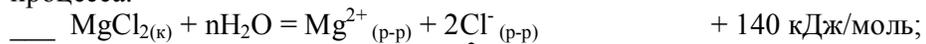
(Если указаны H^+ и OH^- во всех растворах, то «призовой» 1 б., а если для случая а) посчитано количество OH^- через K_w , то еще 1б.).

8.

7. Молярная теплота растворения – это количество тепла, выделяющееся при растворении 1 моля вещества.

Количество безводного MgCl_2 в 9,52 г составляет $9,52/95,2 = 0,1$ моля, следовательно при растворении 1 моля безводного MgCl_2 выделится в 10 раз больше тепла. Таким образом, молярная теплота растворения MgCl_2 составит 140 кДж/моль. Аналогично молярная теплота растворения $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ получается $14/24,3 : 9,52/203,2 = 12,3$ кДж/моль.

8. Запишем термохимические уравнения для процессов растворения солей и для требуемого процесса:



Видно, что требуемый процесс – это просто разность между первым и вторым, а значит, и теплота этого процесса есть разность между вычисленными нами теплотами. То есть $X = 140 - 12,3 = 127,7$ кДж/моль. Тогда при образовании 2,03 г или $2,03/203,2 = 0,01$ моль $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли выделится $0,01 * 127,7 = 1,28$ кДж тепла.

Система оценивания:

- | | |
|--|------------------|
| 1. Расчет теплот растворения..... | 5 б. × 2 = 10 б. |
| 2. Расчет молярной теплоты образования $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли и воды (если самой цифры нет, но есть уравнения и логика расчета, то баллы ставятся)..... | 5 б. |
| Расчет количества тепла | 5 б. |
| Всего | 20 б. |

2 этап (заключительный)

Химия – 10 – 11 классы

Ключи к заданиям олимпиады (решения)

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1.

9. Известняк – CaCO_3 – карбонат кальция; негашеная известь CaO , оксид кальция; Гашеная известь Ca(OH)_2 , гидроксид кальция; Хлорная известь CaCl(ClO) , хлорид-гипохлорит кальция; Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, дигидрат сульфата кальция; Карбид кальция CaC_2 ацетиленид (можно и карбид) кальция. Еще две широко известных разновидности кальцита – мрамор и мел.

10. Негашеная известь применяется в производстве стройматериалов, получение: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{CaO} + \text{CO}_2$. Гашеная известь применяется для строительных и ремонтных работ (побелка): $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$. Хлорная известь - простейший отбеливатель («белизна»), а также дезинфицирующее средство для уборки помещений: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Cl}_2 = \text{CaCl(ClO)} + \text{H}_2\text{O}$. Гипс (алебастр) также используется в строительстве и при ремонтах (вяжущий материал): $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Карбид кальция применяется для производства ацетилена для газосварочных работ: $\text{CaCO}_3 + 4\text{C} \xrightarrow{t^0} \text{CaC}_2 + 3\text{CO}$ или $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{t^0} \text{CaC}_2 + \text{CO}$.

Система оценивания:

1. Формулы и номенклатурные названия соединений	$(1+1) \text{ б.} \times 6 = 12 \text{ б.}$
Разновидности кальцита – за любую одну или за обе вместе	0,5 б.
2. Уравнения реакций	1 б. $\times 5 = 5 \text{ б.}$
Области применения	0,5 б. $\times 5 = 2,5 \text{ б.}$
Всего	20 б.

2. Судя по тому, что при приливании HCl к фильтрату снова образовался осадок, щелочь была в избытке, иначе осадка бы не было.

9. Уравнения возможных реакций: $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn(OH)}_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$, $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$, $\text{Zn(OH)}_2 \xrightarrow{t^0} \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4] + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{Zn(OH)}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

10. При прокаливании осадка образовалось $2,44/81,3 = 0,03$ моль ZnO . Следовательно, при приливании NaOH выпало в осадок 0,03 моль Zn(OH)_2 . Для осаждения такого количества гидроксида цинка по первому уравнению достаточно 0,06 моля гидроксида натрия, что соответствует $0,06/1 = 0,06$ л или 60 мл 1 М раствора. Но этот ответ не полностью удовлетворяет условию (см. п. 1). Исходного ZnCl_2 было $6,82/136,3 = 0,05$ моль. Из него могло образоваться 0,05 моль Zn(OH)_2 , значит, $0,05 - 0,03 = 0,02$ моль Zn(OH)_2 растворилось снова, образовав 0,02 моль комплексной соли. Таким образом, всего щелочи было истрачено $0,05 \cdot 2 + 0,02 \cdot 2 = 0,14$ моля, а объем ее 1 М раствора составил 140 мл. При прокаливании второго осадка было получено $0,813/81,3 = 0,01$ моль ZnO , следовательно во втором осадке было 0,01 моль Zn(OH)_2 . Далее возможны два варианта:

а) Кислоты недостаточно для полного осаждения Zn(OH)_2 из фильтрата (в котором содержатся 0,02 моля соли и, следовательно, из которого могут быть осаждены 0,02 моля Zn(OH)_2).

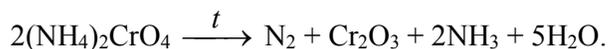
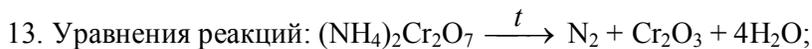
В этом случае для осаждения 0,01 моль $Zn(OH)_2$ необходимо $0,01 \cdot 2 = 0,02$ моль HCl (см. уравнение), что соответствует 20 мл 1 М раствора.

б) Кислота в избытке, идет частичное растворение осадка и из 0,02 моль $Zn(OH)_2$ остается 0,01 моль. Тогда на полное осаждение 0,02 моль $Zn(OH)_2$ необходимо $0,02 \cdot 2 = 0,04$ моль HCl и на растворение $(0,02 - 0,01 = 0,01)$ 0,01 моль $Zn(OH)_2$ требуется $0,01 \cdot 2 = 0,02$ моль HCl . Всего в этом случае необходимо $0,04 + 0,02 = 0,06$ моль HCl или 60 мл 1 М раствора.

Система оценивания:

1. Уравнения реакций.....	1 б. × 5 = 5 б.
2. Расчет объема щелочи (если 60 мл, то 3 б).....	5 б.
Расчет объема кислоты – за каждый случай по 5 б.....	5 б. × 2 = 10 б.
Всего	20 б.

3.



14. Зеленый порошок – оксид хрома. Его получилось $2,66/152 = 0,0175$ моля. Массу исходной смеси можно рассчитать даже без расчета ее состава. Масса хрома в оксиде составляет $2 \cdot 0,175 \cdot 52 = 1,82$ г, причем это 37,92 масс. % от массы исходной смеси. Отсюда ее масса $1,82/0,3792 = 4,80$ г. Мольное соотношение компонентов смеси найдем, составив систему уравнений. Пусть x - число молей $(NH_4)_2Cr_2O_7$, а y - $(NH_4)_2CrO_4$, тогда:
 $(104x + 52y)/(252x + 152y) = 0,3792$; или, уже зная массу смеси, $252x + 152y = 4,8$;
 $x + 0,5y = 0,0175$. Отсюда $x = 0,01$; $y = 0,015$, $y/x = 1,5$.

15. Если температура была выше $100^\circ C$, то вода тоже находилась в форме газа. В этом случае общее количество газообразных продуктов $v = 0,01 \cdot 5 + 0,015 \cdot 8/2 = 0,11$ моль. Молярный объем газа при температуре измерений и $P=1$ атм составлял $V/v = 3,817/0,11 = 34,7$ л/моль, а при н.у. (273 К и $P=1$ атм) он составляет $22,4$ л/моль. Исходя из закона теплового расширения газов при постоянном давлении Гей-Люссака ($V/T = const$ при $P = const$), получаем $V/T = V_n/T_n$ или $22,4/273 = 34,7/T$, откуда $T = 423$ К ($150^\circ C$). Или, из уравнения Менделеева-Клапейрона $T = PV/vR = (101,325 \text{ кПа} \cdot 3,817 \text{ л}) / (0,11 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}) = 423$ К. Если бы вода при температуре измерений не была газом, получим молярный объем $3,87 / (0,01 \cdot 1 + 0,015 \cdot 3/2) = 119,1$ л/моль и $T = (1 \text{ атм} \cdot 3,817 \text{ л}) / (0,0325 \text{ моль} \cdot 0,082 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}) = 1432$ К ($1159^\circ C$), что не отвечает истине.

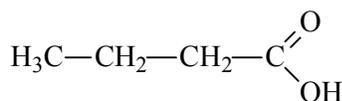
Система оценивания:

1. Уравнения реакций.....	2 б. × 2 = 4 б.
2. Масса смеси	4 б.
Мольное соотношение.....	4 б.
3. Молярный объем газов (34,7 л/моль).....	4 б.
Температура (423 К или $150^\circ C$).....	4 б.
Если расчет проведен без учета воды, то по 2б за объем и температуру	
Всего	20 б.

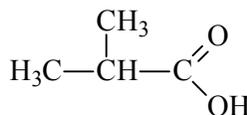
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

4.

1. Одноосновная карбоновая кислота, которая образует всего два структурных изомера, должна содержать в своем составе четыре атома углерода (один атом С входит в состав карбоксильной группы, остальные три – в состав углеводородного радикала). Поскольку эта кислота является предельной, ее формулу можно записать в виде C_3H_7COOH . Кислоте такого состава соответствует два структурных изомера:



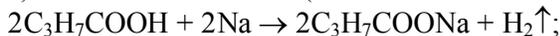
н-бутановая кислота
(масляная кислота)



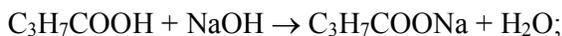
2-метилпропановая кислота
(изомасляная кислота)

2. Приведем некоторые примеры реакций, характеризующих химические свойства одноосновных предельных карбоновых кислот.

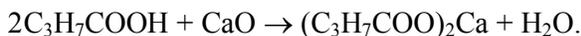
а) кислотные свойства (взаимодействие с металлами, щелочами, основными оксидами и т.д.):



названия: бутират или бутаноат (или изобутират) натрия; водород

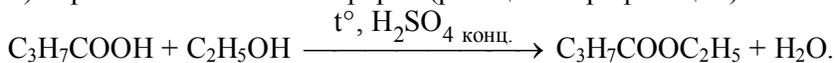


названия: бутират (или изобутират) натрия; вода



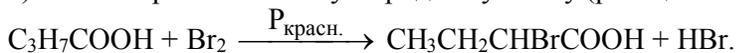
названия: бутират (или изобутират) кальция; вода

б) образование сложных эфиров (реакция этерификации):



названия: этиловый эфир масляной кислоты (этилбутират); вода

в) галогенирование по α -углеродному атому (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского):

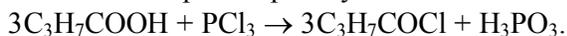


названия: 2-бромбутановая кислота; бромоводород

г) образование хлорангидридов (взаимодействие с SOCl_2 , PCl_3 , PCl_5):

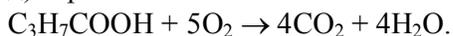


названия: хлорангидрид бутановой кислоты (бутирацилхлорид); хлороводород; оксид серы(IV)



названия: хлорангидрид бутановой кислоты (бутирацилхлорид); фосфористая кислота

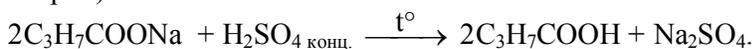
д) горение:



названия: оксид углерода(IV); вода

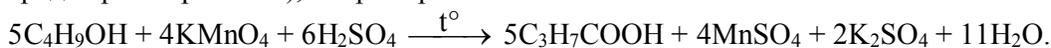
3. Возможные способы получения масляной кислоты из соединений различных классов приведены ниже.

а) действием сильных минеральных кислот на соответствующую соль (например, бутират натрия):



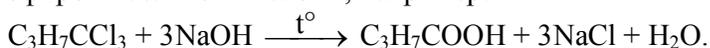
названия: бутират натрия; серная кислота

б) окисление спиртов, альдегидов (кетонов), алкенов (действием сильных окислителей в кислой среде при нагревании), например:



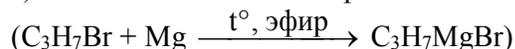
названия: н-бутанол (н-бутиловый спирт); перманганат калия; серная кислота

в) гидролиз 1,1,1-трихлорпроизводного ($\text{C}_3\text{H}_7\text{CCl}_3$), хлорангидрида, амида, нитрила, сложных эфиров масляной кислоты, например:



названия: 1,1,1-трихлорпропан; гидроксид натрия

г) использование магнийорганических соединений (реактива Гриньяра), например:



названия: н-пропилмагнийбромид; углекислый газ

Система оценивания:

1. Структурные формулы 0,5 б. $\times 2 = 1$ б.
Названия изомеров 0,5 б. $\times 2 = 1$ б.
2. Пять уравнений реакций 1 б. $\times 5 = 5$ б.
Названия образующихся продуктов 1 б. $\times 5 = 5$ б.
(если не указано название какого-либо "несложного" продукта (например, водород, вода и т.д.) баллы можно не снимать)
3. Уравнения реакций четырех способов получения 1 б. $\times 4 = 4$ б.
Названия исходных соединений 1 б. $\times 4 = 4$ б.
(если не указано название какого-либо "несложного" реагента (например, водород, углекислый газ и т.д.) баллы можно не снимать)
- Всего 20 б.

5.

Средние молярные массы смесей до и после реакции составляют:

$$0,982 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 22 \text{ г/моль} \text{ и } 11,25 \cdot 2 \text{ г/моль} = 22,5 \text{ г/моль}.$$

Рассчитаем состав исходной смеси, обозначив за x мольную долю CH_4 (количество в 1 моле смеси), тогда $(1-x)$ – мольная доля C_2H_4 :

$$16x + 28(1-x) = 22, \text{ откуда } x = 0,5.$$

Гидрированию подвергается только этилен: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} \text{C}_2\text{H}_6$, причем при полном гидрировании средняя молярная масса должна составить

$$0,5 \cdot 16 \text{ г/моль} + 0,5 \cdot 30 \text{ г/моль} = 23 \text{ г/моль}.$$

Поскольку в полученной смеси эта величина меньше, смесь должна содержать еще один компонент, кроме метана и этана. Это возможно в двух случаях – при избытке (случай 1) и недостатке H_2 (случай 2).

Случай 1. При избытке мольные доли метана и этана равны. Обозначим их за y :

$$16y + 30y + 2(1-2y) = 22,5, \text{ откуда } y = 0,488.$$

Состав смеси после реакции: CH_4 – 48,8, C_2H_6 – 48,8, H_2 – 2,4 мольных или объемных %.

Найдем состав смеси в масс. %:

$$\omega(\text{CH}_4) = 16 \cdot 0,488 / 22,5 = 0,347 \text{ или } 34,7 \%; \omega(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \cdot 0,488 / 22,5 = 0,651 \text{ или } 65,1 \%;$$

$$\omega(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,024 / 22,5 = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ или } 0,213 \%.$$

Случай 2. При недостатке водорода остается этилен, причем сумма молей газов остается прежней, а сумма мольных долей $\text{C}_2\text{H}_4(z)$ и C_2H_6 составит 0,5:

$$0,5 \cdot 16 + z \cdot 28 + (0,5-z) \cdot 30 = 22,5, \text{ откуда } z = 0,25.$$

Состав смеси при этом: CH_4 – 50,0, C_2H_4 – 25,0, C_2H_6 – 25,0 мольных или объемных %.

Состав смеси в масс. %:

$$\omega(\text{CH}_4) = 16 \cdot 0,5 / 22,5 = 0,356 \text{ или } 35,6 \%; \omega(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \cdot 0,25 / 22,5 = 0,311 \text{ или } 31,1 \%;$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \cdot 0,25 / 22,5 = 0,333 \text{ или } 33,3 \%.$$

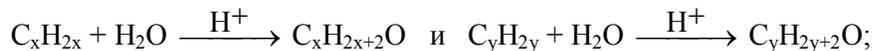
Система оценивания:

- Расчет средних молярных масс смесей до и после реакции 1 б. $\times 2 = 2$ б.
Уравнение реакции гидрирования 1 б.
Нахождение состава исходной смеси 1 б.
Вывод о содержании в конечной смеси третьего компонента 1 б.
Качественный состав смеси (случай 1) 0,5 б. $\times 3 = 1,5$ б.
Расчет объемных (мольных) долей компонентов (случай 1) 1 б. $\times 3 = 3$ б.

Расчет массовых долей компонентов (случай 1).....	1 б. × 3 = 3 б.
Качественный состав смеси (случай 2).....	0,5 б. × 3 = 1,5 б.
Расчет объемных (мольных) долей компонентов (случай 2).....	1 б. × 3 = 3 б.
Расчет массовых долей компонентов (случай 2).....	1 б. × 3 = 3 б.
Всего	20 б.

6.

1. Обозначим неизвестные алкены в виде C_xH_{2x} и C_yH_{2y} . Запишем уравнения реакций гидратации этих алкенов и их взаимодействия с бромоводородом:



Молярные массы исходных алкенов и продуктов реакции равны:

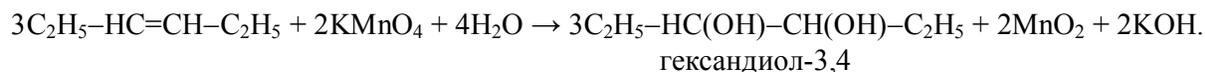
$$M(C_xH_{2x}) = 14x; \quad M(C_xH_{2x+2}O) = 14x + 18; \quad M(C_xH_{2x+1}Br) = 14x + 81.$$

$$M(C_yH_{2y}) = 14y; \quad M(C_yH_{2y+2}O) = 14y + 18; \quad M(C_yH_{2y+1}Br) = 14y + 81.$$

Из условия задачи известно, что $M(C_yH_{2y+2}O) = 2,217 \cdot M(C_xH_{2x+2}O)$: $14y + 18 = 2,217(14x + 18)$. Также известно, что молярная масса одного из продуктов присоединения HBr составляет 66,06 % от молярной массы другого, т.е. $M(C_xH_{2x+1}Br) = 0,6606 \cdot M(C_yH_{2y+1}Br)$. Составим систему из двух уравнений: $14y + 18 = 2,217(14x + 18)$ и $14x + 81 = 0,6606(14y + 81)$. Решая эту систему, получаем $x = 2$; $y = 6$. Таким образом, первый алкен – этилен (C_2H_4), а второй – один из неразветвленных изомеров гексена (C_6H_{12}). Поскольку присоединение газообразного бромоводорода к смеси алкенов дает два продукта независимо от наличия в системе органического пероксида, при гидратации этой смеси образовалось только два соединения, можно сделать вывод, что второй алкен имеет симметричное строение, т.е. гексен-3.

2-3. Рассчитаем количественный состав смеси алкенов. Пусть в смеси было a молей этилена и b молей гексена-3. Тогда, учитывая, что при взаимодействии 11,2 г смеси с избытком HBr получилось 38,3 г продуктов, составим уравнения: $28a + 84b = 11,2$ и $109a + 165b = 38,3$. Решая систему, находим $a = 0,302$ моля (8,46 г; 75,5 мас. %); $b = 3,27 \cdot 10^{-2}$ моля (2,75 г; 24,5 мас. %).

Запишем уравнения реакций взаимодействия этилена и гексена-3 с избытком нейтрального раствора перманганата калия:

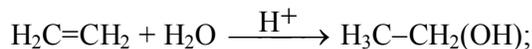


Рассчитаем количество каждого из алкенов в 5,6 г исходной смеси:

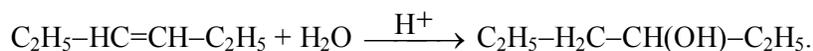
$$v(C_2H_4) = 5,6 \cdot 0,755 / 28 = 0,15 \text{ моля}; \quad v(C_6H_{12}) = 5,6 \cdot 0,245 / 84 = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ моля}.$$

Количество MnO_2 , полученное при окислении: $v(MnO_2) = (0,15 + 1,6 \cdot 10^{-2}) \cdot 2 / 3 = 0,11$ моля, его масса $0,11 \cdot 87 = 9,6$ г.

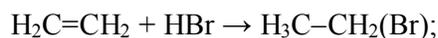
Запишем уравнения остальных реакций:



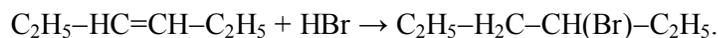
этанол (этиловый спирт)



гексанол-3



этилбромид (бромэтан)



3-бромгексан

Система оценивания:

1. Установление качественного состава (этилен+гексен).....	4 б.
Установление строения гексена (гексен-3).....	2 б.
2. Установление количественного состава смеси.....	3 б.
Расчет массы MnO_2	2 б.
3. Уравнения реакций (6 реакций).....	$1 \times 6 = 6$ б.
Названия образующихся орг. продуктов (6 названий).....	$0,5 \times 6 = 3$ б.
Всего	20 б.

ОБЩАЯ ХИМИЯ

7.

9. а) Находим количество веществ K_2CO_3 и HCl :

$\nu(K_2CO_3) = C(K_2CO_3) \cdot V_{p-ра}(K_2CO_3) = 0,03 \cdot 1,0 = 0,03$ моль, аналогично находим, что $\nu(HCl) = 0,07$ моль.

Процесс, протекающий при сливании этих растворов (HCl в избытке):



Нагревание раствора приводит к удалению CO_2 .

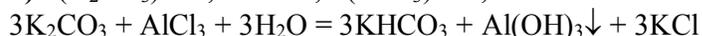
Ионы в полученном растворе: K^+ , H^+ , Cl^- .

Из уравнения реакции и количеств реагентов находим $\nu(HCl)_{изб.} = 0,01$ моль, $\nu(KCl) = 0,06$ моль. Из этого следует что, $\nu(H^+) = 0,01$ моль, $\nu(K^+) = 0,06$ моль, $\nu(Cl^-) = 0,07$ моль.

Рассчитываем количество ионов (в штуках): $N(X) = \nu(X) \cdot N_A$

$N(H^+) = 6,02 \cdot 10^{21}$ штук, $N(K^+) = 3,61 \cdot 10^{22}$ штук, $N(Cl^-) = 4,21 \cdot 10^{22}$ штук.

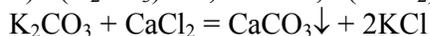
б) $\nu(K_2CO_3) = 0,03$ моль, $\nu(AlCl_3) = 0,01$ моль.



Ионы в полученном растворе: K^+ , CO_3^{2-} , Cl^- .

$N(K^+) = 3,61 \cdot 10^{22}$ штук, $N(CO_3^{2-}) = 9,03 \cdot 10^{21}$ штук, $N(Cl^-) = 1,81 \cdot 10^{22}$ штук.

в) $\nu(K_2CO_3) = 0,03$ моль, $\nu(CaCl_2) = 0,02$ моль.



Ионы в полученном растворе: K^+ , CO_3^{2-} , Cl^- .

$N(K^+) = 3,61 \cdot 10^{22}$ штук, $N(CO_3^{2-}) = 6,02 \cdot 10^{21}$ штук, $N(Cl^-) = 1,20 \cdot 10^{22}$ штук.

10. Найдем pH раствора, полученного сливанием растворов K_2CO_3 и HCl :

$C(H^+) = \nu(HCl)_{изб.} / (V_{p-ра}(K_2CO_3) + V_{p-ра}(HCl)) = 5 \cdot 10^{-3}$ М, $pH = -\lg C(H^+) = 2,3$.

Система оценивания:

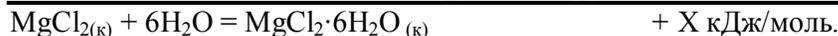
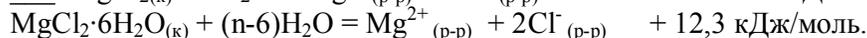
1. Уравнения реакций.....	2 б. $\times 3 = 6$ б.
Качественный состав (по 1 б за верный, по 0,5 б – с ошибками).....	1 б. $\times 3 = 3$ б.
Количество ионов в штуках.....	1 б. $\times 3 \times 3 = 9$ б.
2. Правильно рассчитанный pH (если без учета разбавления, то 1б).....	2 б.
Всего	20 б.

(Если указаны H^+ и OH^- во всех растворах, то «призовой» 1 б., а если для случая а) посчитано количество OH^- через K_w , то еще 1б.).

8.

9. Молярная теплота растворения – это количество тепла, выделяющееся при растворении 1 моля вещества. Количество безводного $MgCl_2$ в 9,52 г составляет $9,52/95,2 = 0,1$ моля, следовательно при растворении 1 моля безводного $MgCl_2$ выделится в 10 раз больше тепла. Таким образом, молярная теплота растворения $MgCl_2$ составит 140 кДж/моль. Аналогично молярная теплота растворения $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ получается $14/24,3 : 9,52/203,2 = 12,3$ кДж/моль.

10. Запишем термохимические уравнения для процессов растворения солей и для требуемого процесса:



Видно, что требуемый процесс – это просто разность между первым и вторым, а значит, и теплота этого процесса есть разность между вычисленными нами теплотами. То есть $X = 140 - 12,3 = 127,7 \text{ кДж/моль}$. Тогда при образовании 2,03 г или $2,03/203,2 = 0,01 \text{ моль}$ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли выделится $0,01 * 127,7 = 1,28 \text{ кДж}$ тепла.

Система оценивания

1. Расчет теплот растворения 5 б. $\times 2 = 10 \text{ б.}$
 2. Расчет молярной теплоты образования $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из безводной соли и воды (если самой цифры нет, но есть уравнения и логика расчета, то баллы ставятся) 5 б.
 Расчет количества тепла 5 б.
 Всего 20 б.

9.

11. Паша: катод(-): $2\text{H}^+ + 2 \text{e} = \text{H}_2 \uparrow$ или $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e} = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$;

анод(+): $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} - 2 \text{e} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$.

Суммарно: $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ (1).

Саша: катод(-): $2\text{H}^+ + 2 \text{e} = \text{H}_2 \uparrow$ или $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e} = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$;

анод(+): $\text{S}^{2-} - 2 \text{e} = \text{S} \downarrow$.

Суммарно: $\text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{S} \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$ (2).

Маша: катод(-): $2\text{H}^+ + 2 \text{e} = \text{H}_2 \uparrow$ или $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e} = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$;

анод(+): $4\text{OH}^- - 4 \text{e} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ или $2 \text{H}_2\text{O} - 4 \text{e} = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$.

Суммарно: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ (3).

У каждого школьника в растворе содержалось по $0,01 * 1,0 * 1,0 * 10^3 = 10 \text{ г}$ соли. Количество растворенного вещества составляло: $\text{K}_2\text{SO}_3 - 10/158 = 6,33 * 10^{-2} \text{ моля}$; $\text{K}_2\text{S} - 10/110 = 9,09 * 10^{-2} \text{ моля}$; $\text{K}_2\text{SO}_4 - 10/174 = 5,75 * 10^{-2} \text{ моля}$ (но эта цифра нам не понадобится). У каждого на катоде выделилось по $4,48/22,4 = 0,2 \text{ моля}$ газа, что больше, чем могло получиться у Паши и Саши по уравнениям (1) и (2). По окончании этих реакций Паша имел раствор той же соли, что и Маша, а Саша – раствор щелочи. Следовательно, у Паши и Саши в электролизерах еще протекал электролиз воды – реакция (3).

12. Качественный состав растворов, получившихся после отключения тока:

Паша - K_2SO_4 и H_2O , Саша - KOH и H_2O (сера в осадке, а не в растворе), Маша - K_2SO_4 и H_2O .

Теперь посчитаем массовые концентрации веществ в растворах. Повезло больше всех, как обычно, Маше. Соли у нее осталось в растворе столько же (10 г), а масса раствора уменьшилась только за счет разложения воды, которой стало меньше ровно на 0,2 моля (количество выделившегося на катоде водорода), т.е. на $0,2 * 18 = 3,6 \text{ г}$. Концентрация K_2SO_4 в ее растворе $100 * 10 / (1000 - 3,6) = 1,004 \%$. Концентрацию Пашиного раствора можно считать разными путями, но массу соли считать все равно придется, поэтому проще так. Количество сульфата в его растворе такое же, как было сульфита, т.е. $6,33 * 10^{-2} \text{ моля}$, его масса $6,33 * 10^{-2} * 174 = 11,014 \text{ г}$. По реакциям (1) и (3) воды расходуется столько же, сколько получается водорода, т.е. у Паши масса воды в растворе $1000 - 10 - 3,6 = 986,4 \text{ г}$. Масса всего раствора $986,4 + 11,014 = 997,414 \text{ г}$, концентрация сульфата калия $100 * 11,014 / 997,414 = 1,104 \%$. У Саши и вовсе все непросто, но вариантов расчета тоже несколько.

Щелочи в его растворе в 2 раза больше, чем было сульфида калия, т.е. $2 \cdot 9,09 \cdot 10^{-2} = 0,1818$ моля или $0,1818 \cdot 56 = 10,18$ г. Масса раствора стала меньше на $0,2 \cdot 2 = 0,4$ г за счет водорода, на $9,09 \cdot 10^{-2} \cdot 32 = 2,9$ г за счет серы и еще на

$(0,2 - 9,09 \cdot 10^{-2}) \cdot 32 \cdot 0,5 = 1,7$ г за счет кислорода, т.е. составила $1000 - 0,4 - 2,9 - 1,7 = 995$ г.

Концентрация гидроксида калия в Сашином растворе $100 \cdot 10,18 / 995 = 1,023$ %.

Система оценивания:

1. Уравнения реакций (1)-(3), можно суммарные..... 2 б. \times 3 = 6 б.

 Указание на реакцию (3) в растворах Паши и Саши..... 1 б. \times 2 = 2 б.

2. Качественный состав растворов..... 1 б. \times 3 = 3 б.

 Количественный состав растворов..... 3 б. \times 3 = 9 б.

(Если расчет концентраций сделан без учета изменения масс растворов, то по 1 б, если изменения учтены, но не полностью, то по 2 б).

Всего 20 б.